

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NO. 56 /83
PART II
REFERENCE: O-8139
DATE: APRIL 1983

AIR POLLUTION AND ITS
BIOLOGICAL EFFECTS
AROUND THE ALUMINUM FACTORY
AT ÅRDAL, IN NORWAY
PART II
EDITED BY
JOCELYNE CLENCH-AAS

NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
P.O. BOX 130, N-2001 LILLESTRØM
NORWAY

ISBN-82-7247-425-5

FOREWORD

This report is Part II of the report summarizing and reviewing data collected since the opening of the aluminum factory at Årdal. The data mass was so voluminous, that it was decided to divide the report into two parts. Part I gives a general overview of what has been found. Part II provides much more detailed information in the form of tables and figures, extracts of reports, with in some cases explanatory text. Part II is not intended to be an independent report, but only a series of appendices to Part I. However, to make Part II more readable, we have reincluded many figures that appeared in Part I. A complete reference list covering all included materials can be found in Part 1.

Many individuals have contributed to the material presented here. The names of the authors of various contributions appear with that section. However, we would like to express our thanks to all these people, without whom this report would have been impossible.

Lillestrøm, 8 February 1984

Jocelyne Clench-Aas

TABLE OF CONTENTS

	Page:
FOREWORD	3
APPENDICES	
A ÅRDAL'S NATURAL SETTING	7
A-I Meteorology	9
A-II Flora and fauna	27
B ÅRDAL'S POPULATION - BEFORE AND AFTER THE FACTORY	39
C THE ÅRDAL FACTORY	45
C-I Production and cleaning devices	47
C-II Emissions of fluoride, sulfur, and dust from Årdal I, II and III	51
C-III Pollution levels in Årdal	57
D MONITORING PROGRAM	95
D-I Methodology - sample collection	97
D-II Fluoride measurements	119
E FLUORIDE LEVELS IN FORESTRY AND FARMING	127
E-I Fluoride levels in coniferous trees	129
E-II Fluoride levels in fruits and vegetables ..	157
E-III Fluoride levels in grass and hay	167
E-IV Fluoride levels in farm animals	195
F EFFECTS OF POLLUTION ON FORESTRY AND FARMING	205
F-I Effects on forestry and fruit tree farming .	207
F-II Effects on farming	219
G POLLUTION'S EFFECTS ON MAN AND THE ENVIRONMENT ..	235
G-I Flora and fauna	237
G-II Vettismorki	243
G-III Effects on water quality and fish	249
G-IV Effects on gardens	283
G-V Social consequences	297
G-VI Effects on feeling of well-being	327
G-VII Effects on human health	331
H MISCELLANEOUS	351

APPENDIX A

ÅRDAL'S NATURAL SETTING

METEOROLOGY

FLORA

FAUNA

APPENDIX A-I

METEOROLOGY

METEOROLOGICAL MEASUREMENTS

The primary factor that influences meteorology is the topography of the region. As can be seen in Figure A-1, the region is mostly characterized by a long northeast-southwest very deep valley.

Several meteorological parameters are regularly measured in the Årdal region. However, in 1972/1973 the Norwegian Institute for Air Research (NILU) undertook a more thorough investigation of the air pollution situation in the region (Hagen, 1975). In connection with this study, more detailed measurements were made of wind direction and wind strength, as well as temperature at two different heights. Temperature differences, together with wind data, give an indication of the spread of pollution. Wind measurements were taken at the factory at Øvre Årdal and at Farnes, temperature was measured at Vee and Tyinveien (see Figure D-1, Appendix D).

Table A-1 groups the different classes of wind stability by time of day, and by season. Neutral situations are dominant throughout the year. Stable temperature inversions are mostly a fall or winter phenomenon, although they can be found during summer nights. Figure A-2 gives the windroses at Farnes and Øvre Årdal. As would be expected, the most common wind direction is either up or down the valley.

Average values for wind direction and wind strengths are based on only one years data record. In order to determine to which degree these measurements are representative of a "normal" year, values were compared to the Meteorological Institutes station at Fortun (near Lystrafjord, 25 km from Årdal). Comparing wind conditions during the year August 1972 to July 1973, to those found as an average of a ten years period from 1956 to 1965 in Fortun, showed that the year was not particularly different from "normal".

The percentage distribution of thermal stability by wind strength for each season of the year is shown in Table A-2. Even though neutral stability can be found at all wind strengths, stable conditions are especially related to low wind speeds.

It cannot be expected that only one year's worth of meteorological data record will give representative monthly values. However, seasonal averages tend to even out the irregularities, giving a better impression of meteorological conditions for the prevention of pollution episodes. Spring has the most favorable condition having the fewest occurrences of inversions with stable, stagnant air. (The above discussion translated from NILU OR 9/75.)

In 1981, another investigation was undertaken at Årdal, to measure the atmospheric concentrations of polycyclic hydrocarbons. The calculated windroses are shown in Figures A-3 to A-10. As opposed the earlier study we mentioned, the summer wind directions were not typical for the region during that year.

Precipitation has been measured regularly at Øvre Årdal and Vetti (higher in the mountains). Values are as expected higher in Vetti than Øvre Årdal. Figure A-11 shows total precipitation along with that portion that fell during the growing season, between 1967 and 1982 in Øvre Årdal and Vetti.

Årdal lacks regular meteorological measurements. Wind and temperature, along with precipitation should be regularly measured in the area.

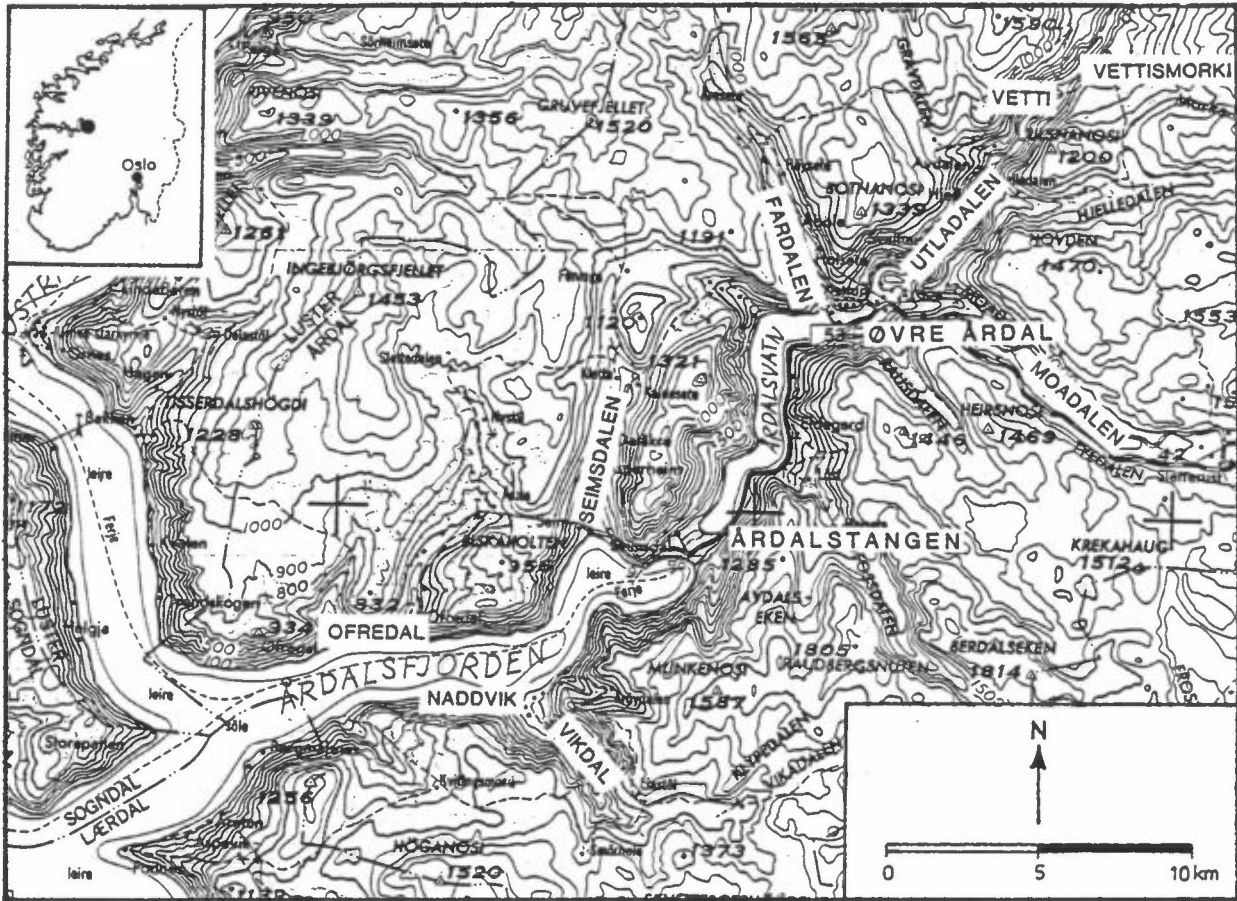
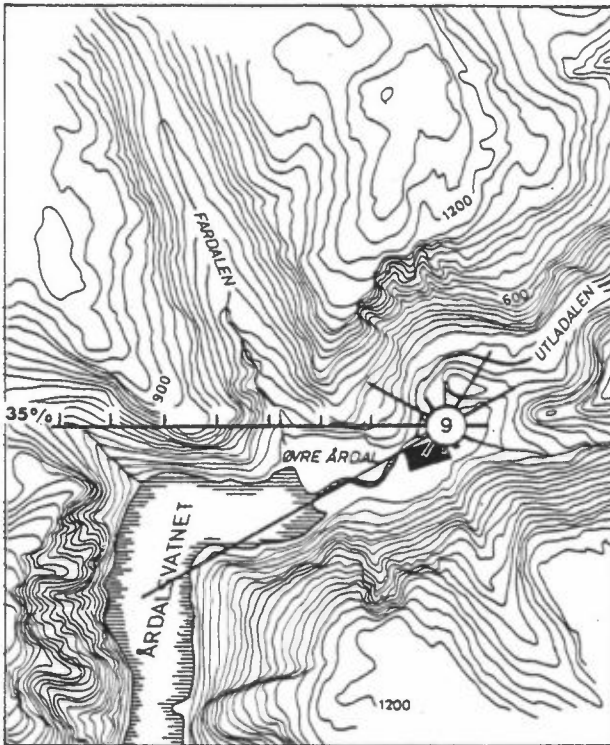
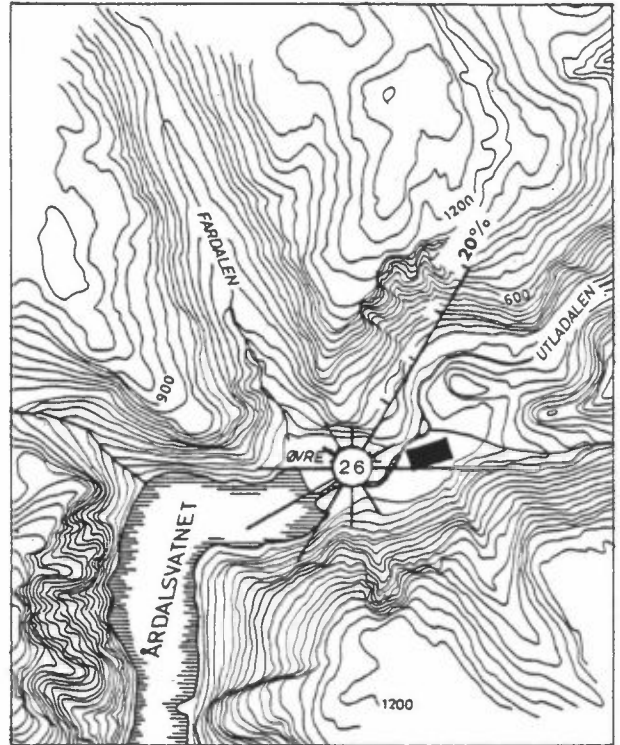


Figure A-1: A topographic map showing the region surrounding A/S ÅSV, Årdal Verk.

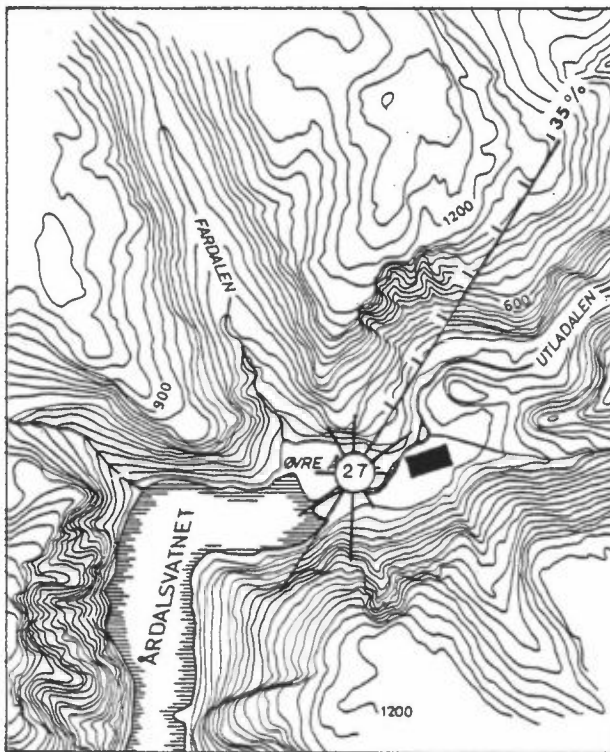
SUMMER



FALL



WINTER



SPRING

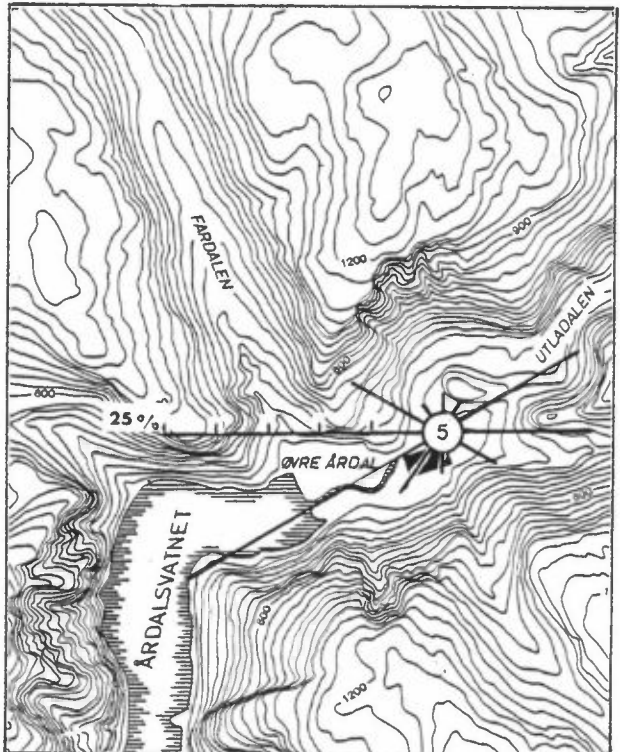


Figure A-2: Windrose during the four seasons at Øvre Årdal during 1972-1973.
C = Calm (<0.5 m/s).
Source: Hagen, 1975.

Table A-1: Percentage distribution of different wind stabilities for each season between 1.9.1972 - 31.7.1973.
 The temperature difference ΔT , in degrees per 100 meters between Tyinveien and Vee is used to calculate stability.
 Unstable: $\Delta T < -1.5^{\circ}\text{C}$.
 Neutral : ΔT between -1.5° and 0°
 Stable : $\Delta T > 0.0^{\circ}$
 Source: NILU OR 9/75.

Time	Fall (Sept. - Nov.)			Winter (Dec. - Febr.)		
	Unstable	Neutral	Stable (inversion)	Unstable	Neutral	Stable (inversion)
01	4	71	25	2	76	22
04	5	72	23	3	78	19
07	5	72	23	5	73	22
10	8	72	20	5	72	23
13	8	76	16	4	72	24
16	7	78	15	2	73	25
19	4	74	22	3	71	26
22	4	74	22	4	72	24
Daily ave.	6	73	21	4	73	23

Time	Spring (March - May)			Summer (June - July)		
	Unstable	Neutral	Stable (inversion)	Unstable	Neutral	Stable (inversion)
01	3	90	7	6	83	11
04	6	86	8	6	77	17
07	6	90	4	2	87	11
10	8	90	2	6	86	8
13	7	90	3	10	86	4
16	8	90	2	13	83	4
19	7	90	3	11	85	4
22	4	91	5	6	85	9
Daily ave.	6	90	4	8	84	8

Table A-2: Percentage distribution of stability by wind strength for each season.
Source: NILU OR 9/75.

Season	Wind strength m/s	Stability			
		Unstable	Neutral	Stable	Total
Fall Sept.-Nov. $\bar{v} = 2.3$ m/s	Calm	0	17.4	8.5	25.9
	0.6 - 2.0	0	31.2	14.2	45.4
	2.1 - 4.0	0	11.7	0.1	11.8
	4.1 - 6.0	0	11.4	0	11.4
	> 6.0	0	5.5	0	5.5
			0	77.2	22.8
Winter Dec.-Febr. $\bar{v} = 2.1$ m/s	Calm	0.1	19.0	7.3	26.4
	0.6 - 2.0	0.4	25.6	12.6	38.6
	2.1 - 4.0	1.3	7.4	0.7	9.4
	4.1 - 6.0	1.2	9.9	0.3	11.4
	> 6.0	1.2	12.6	0.4	14.2
			4.2	74.5	21.3
Spring March-May $\bar{v} = 3.0$ m/s	Calm	0.0	4.2	0.5	4.7
	0.6 - 2.0	0.1	28.2	2.4	30.7
	2.1 - 4.0	1.3	30.2	0.8	32.3
	4.1 - 6.0	2.1	23.5	0.1	25.7
	> 6.0	1.4	5.2	0	6.6
			4.9	91.3	3.8
Summer June-July $\bar{v} = 2.1$ m/s	Calm	0.4	7.9	0.9	9.2
	0.6 - 2.0	2.3	41.1	3.5	46.9
	2.1 - 4.0	4.3	24.3	3.4	32.0
	4.1 - 6.0	0.6	7.6	0.3	8.5
	> 6.0	0	3.4	0	3.4
			7.6	84.3	8.1
Yearly ave.		4.2	81.8	14.0	100

Table A-3: Precipitation at two stations in Ardal 1967-1982. Growing season = April - September.

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Ø. Ardal Growing season	262	157	299	257	277	209	348	324	309	271	269	250	502	327	280	264
" " Total precipi- tation	860	461	612	465	937	536	855	575	929	622	502	729	990	732	606	597
Vetti Growing season	326	248	383	384	435	285	470	474	372	322	330	322	576	422	415	382
" " Total precipi- tation	1075	676	770	705	1222	735	1164	855	1050	790	655	878	1064	997	856	823

Source: From the Norwegian Meteorological Institute.

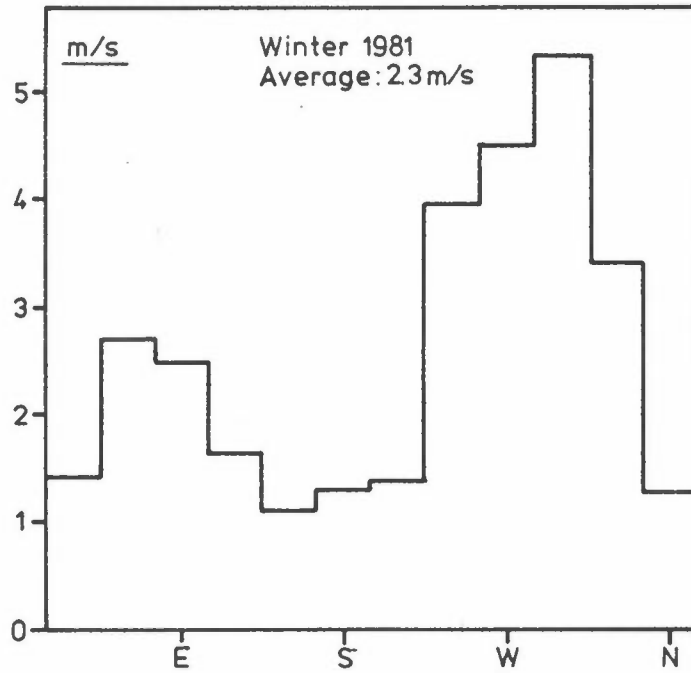
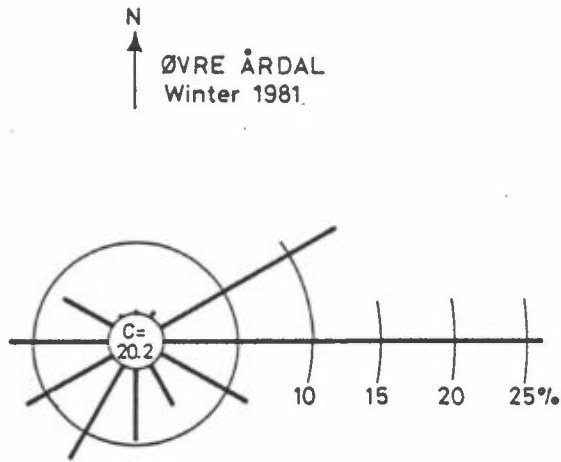


Figure A-3: Windrose and average wind speed as a function of wind direction for winter (January, February) 1981 in Øvre Årdal. Source: Thrane, 1983.

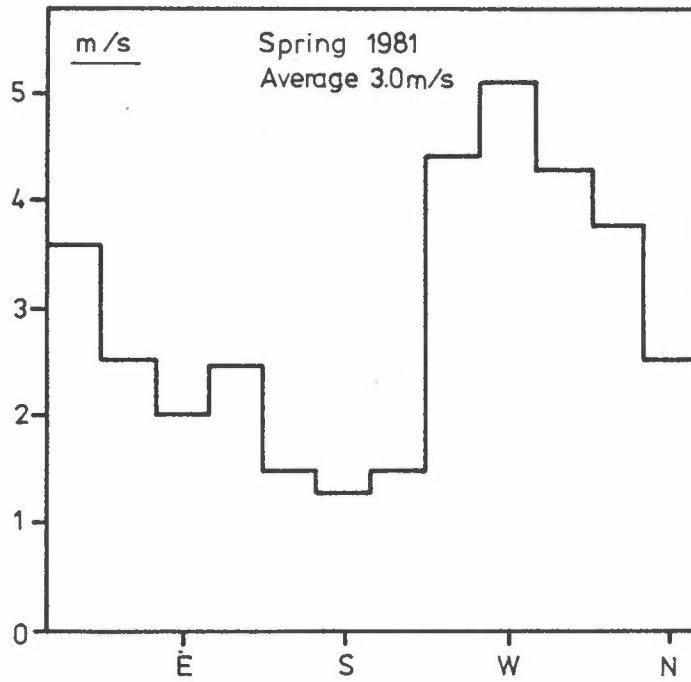
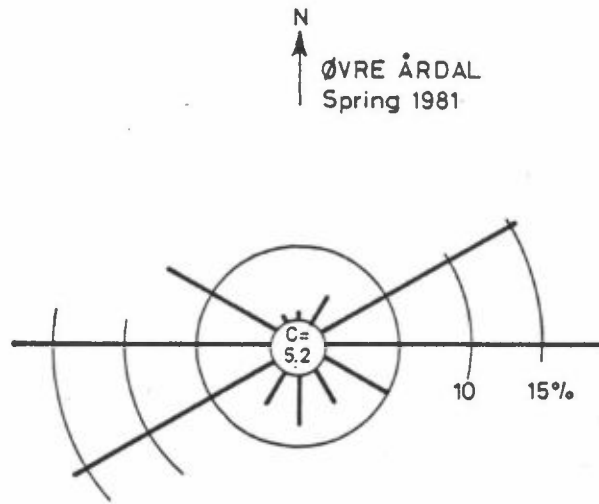


Figure A-4: Windrose and average wind speed as a function of wind direction for spring 1981 in Øvre Årdal. Source: Thrane, 1983.

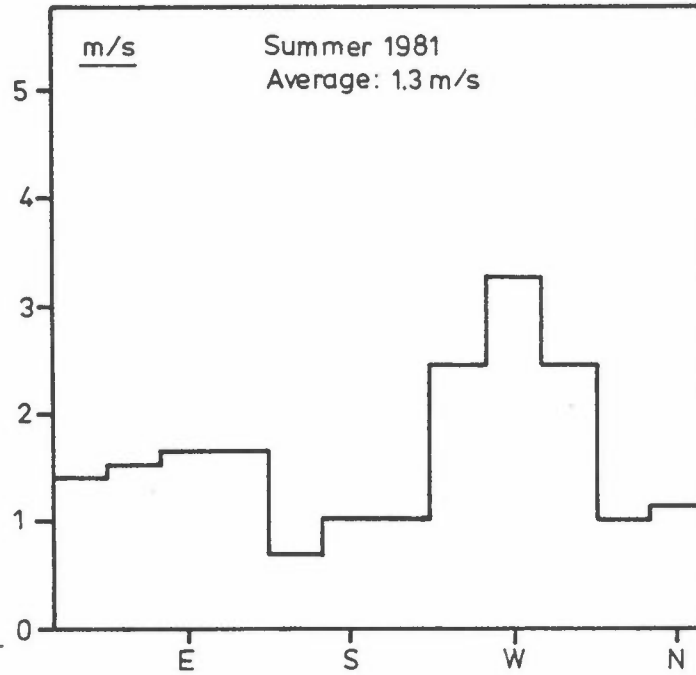
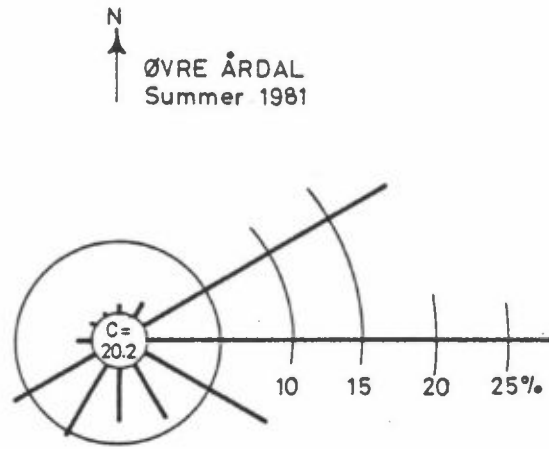


Figure A-5: Windrose and average wind speed as a function of wind direction for summer 1981 in Øvre Årdal. Source: Thrane, 1983.

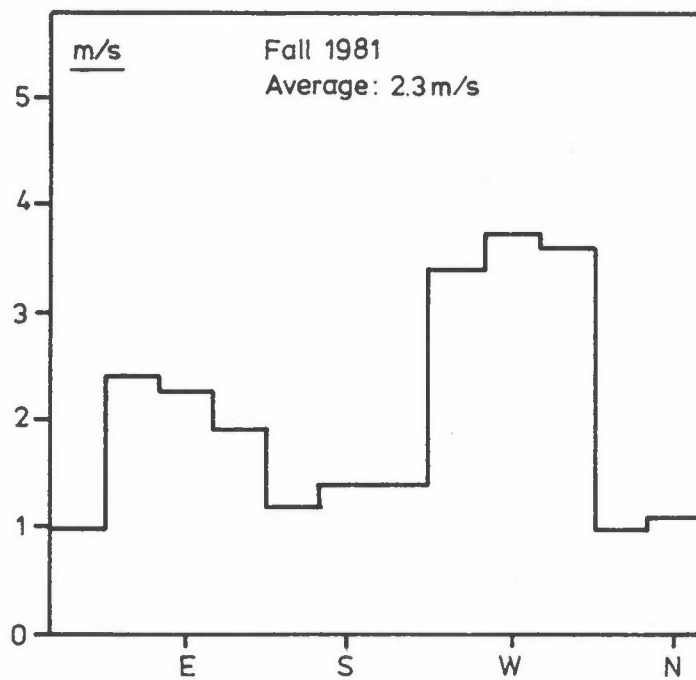
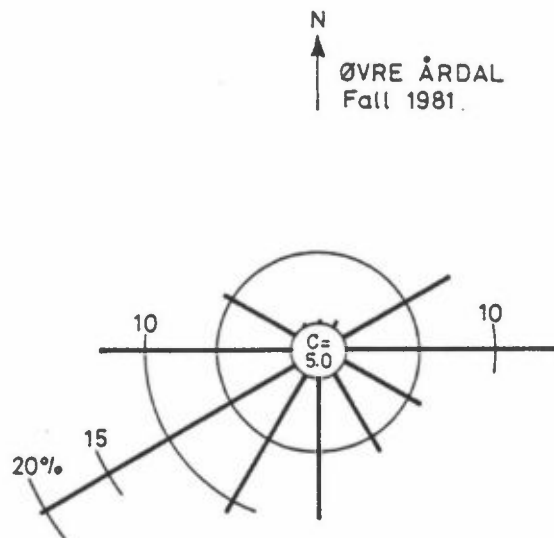


Figure A-6: Windrose and average wind speed as a function of wind direction for fall 1981 in Øvre Årdal. Source: Thrane, 1983.

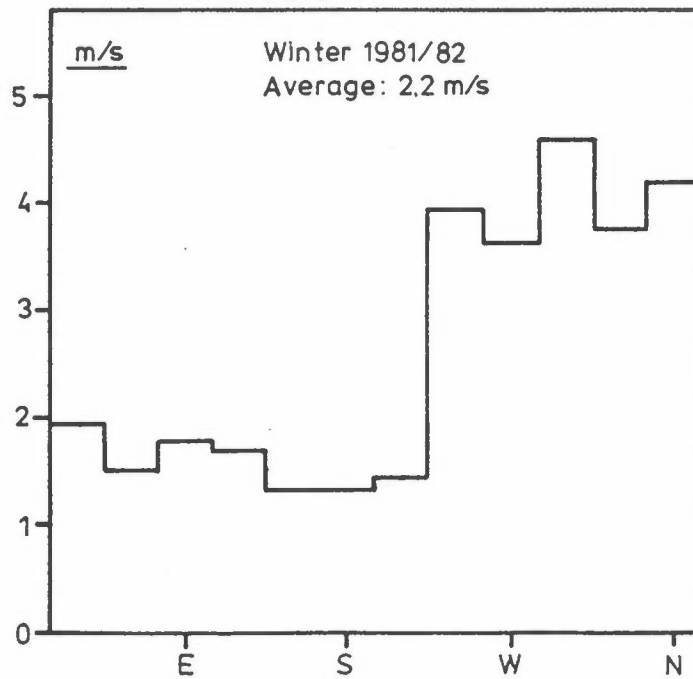
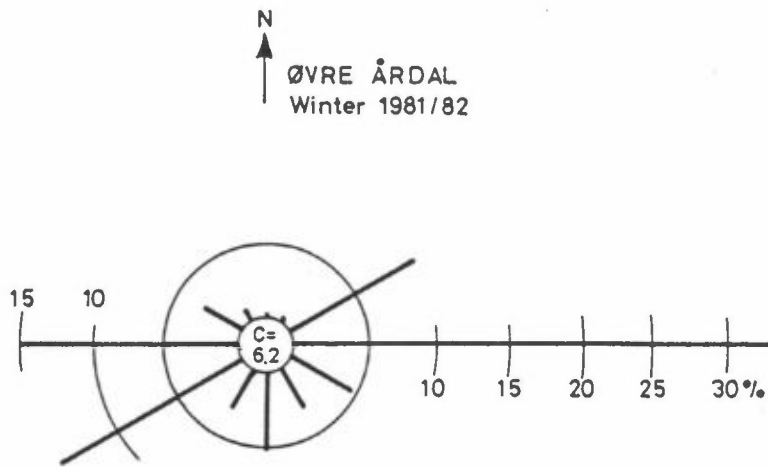


Figure A-7: Windrose and average wind speed as a function of wind direction for winter 1981/1982 in Øvre Årdal. Source: Thrane, 1983.

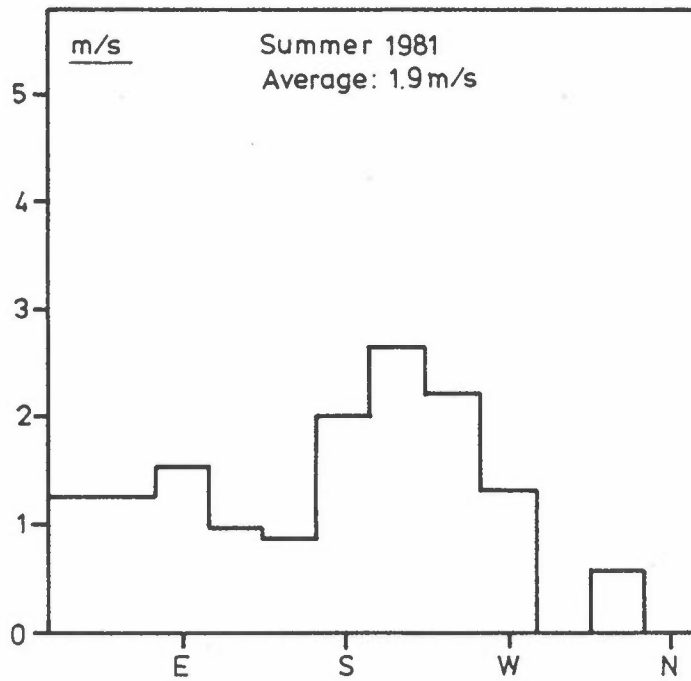
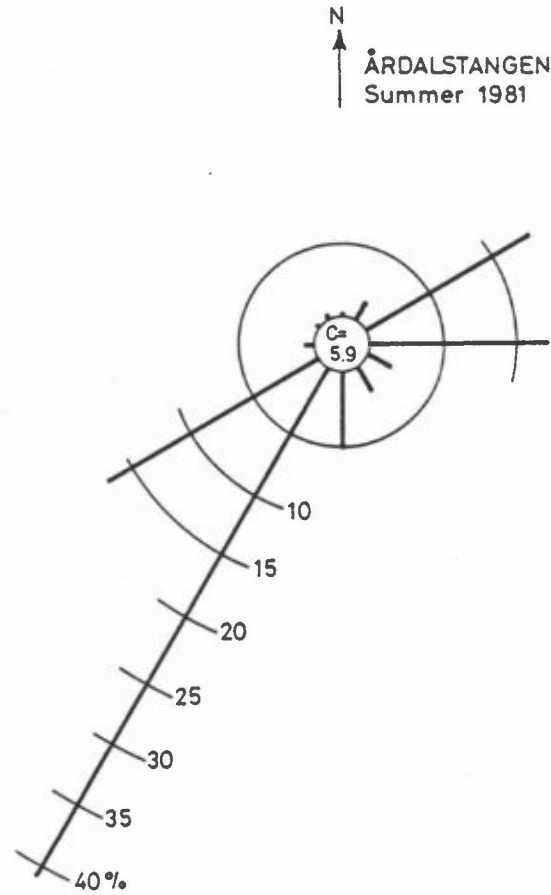


Figure A-8: Windrose and average wind speed as a function of wind direction for summer (August) 1981 in Årdalstangen. Source: Thrane, 1983.

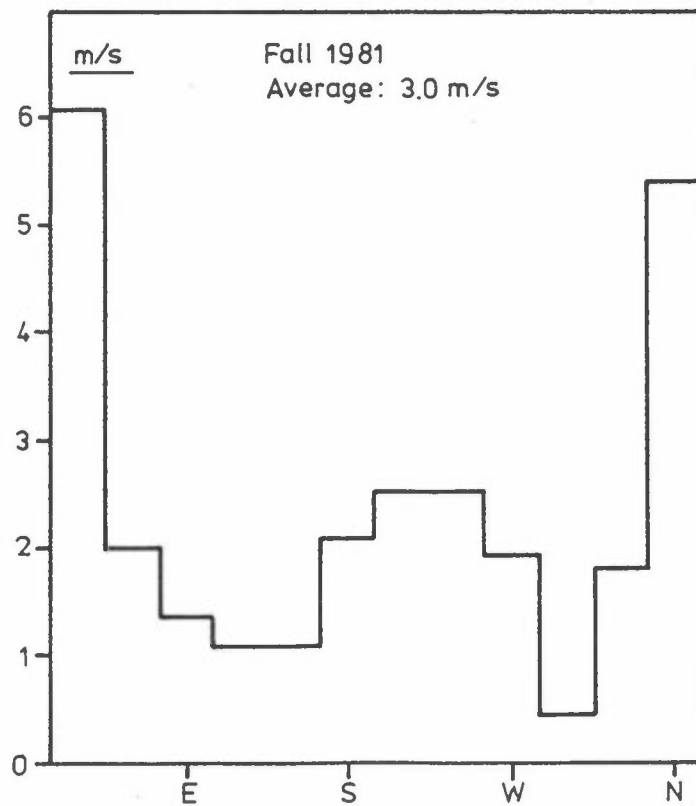
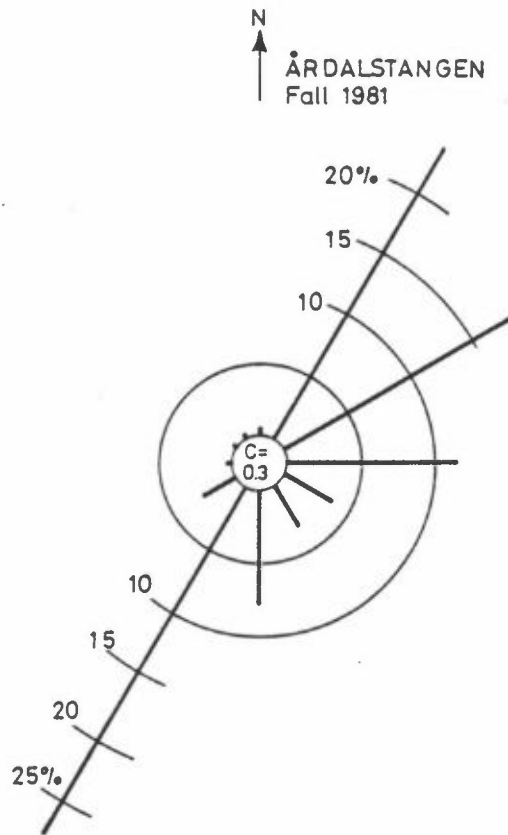


Figure A-9: Windrose and average wind speed as a function of wind direction for fall 1981 in Årdalstangen. Source: Thrane, 1983.

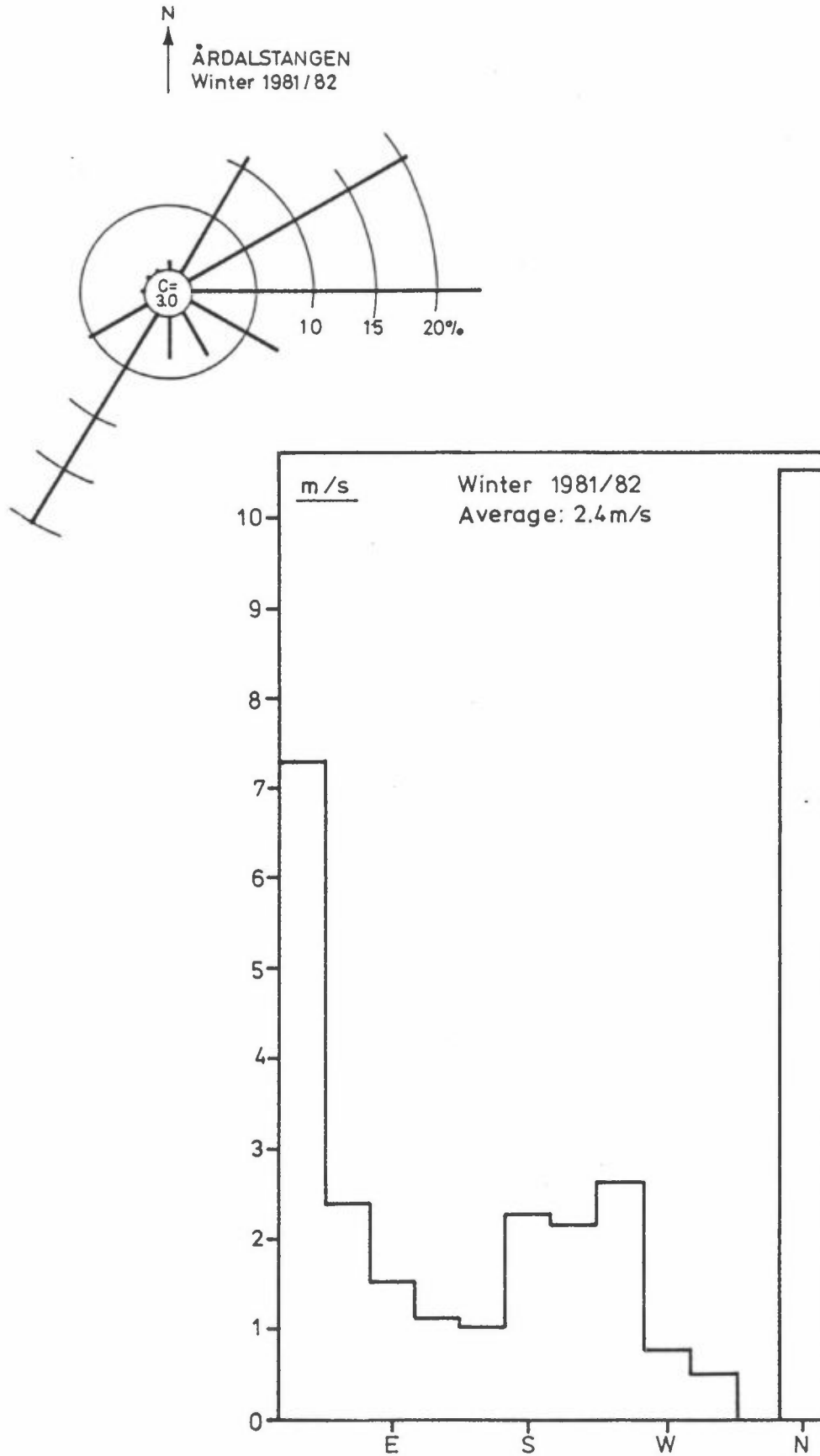


Figure A-10: Windrose and average wind speed as a function of wind direction for winter 1981/1982 in Ardalstangen. Source: Thrane, 1983.

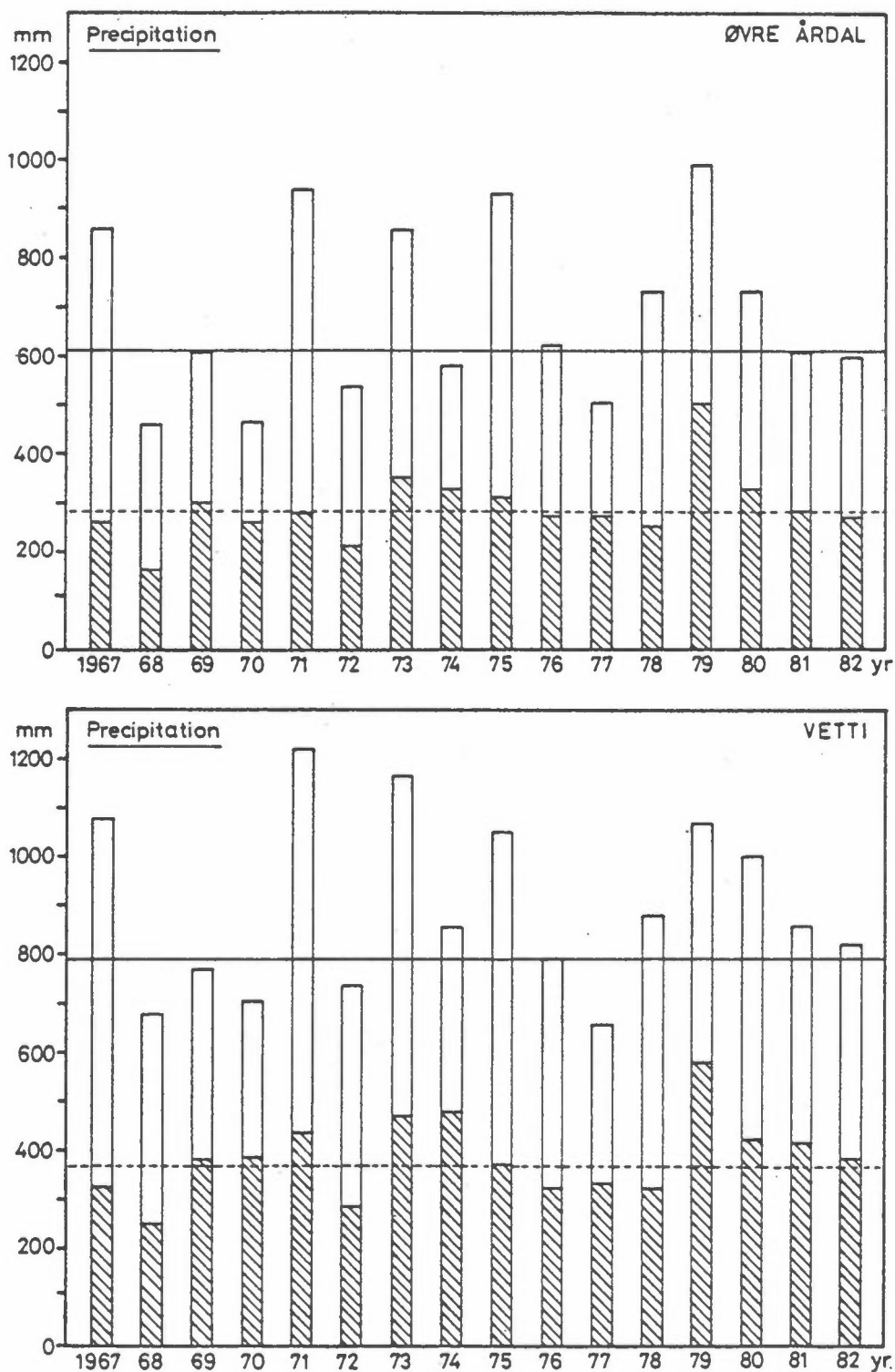


Figure A-11: Precipitation in Øvre Årdal and Vetti (in Årdal). That portion of the precipitation falling during the growing season (from April 1 to September 30) is shaded.
Source: Norwegian Meteorological Institute.

APPENDIX A II
FLORA AND FAUNA

The flora and fauna of the Årdal region is not typical for Sogn og Fjordane as a whole.

Figure A-12 indicates the locations of the major vegetation types found in the Årdal region. The major conifer is Scots pine (Pinus sylvestris) and the major deciduous tree is birch (Betula puluscens and Betula pendula).

Table A-4 and A-5 gives a partial listing of flora and fauna found in the region.

Figure A-13 shows deer movements in the area.

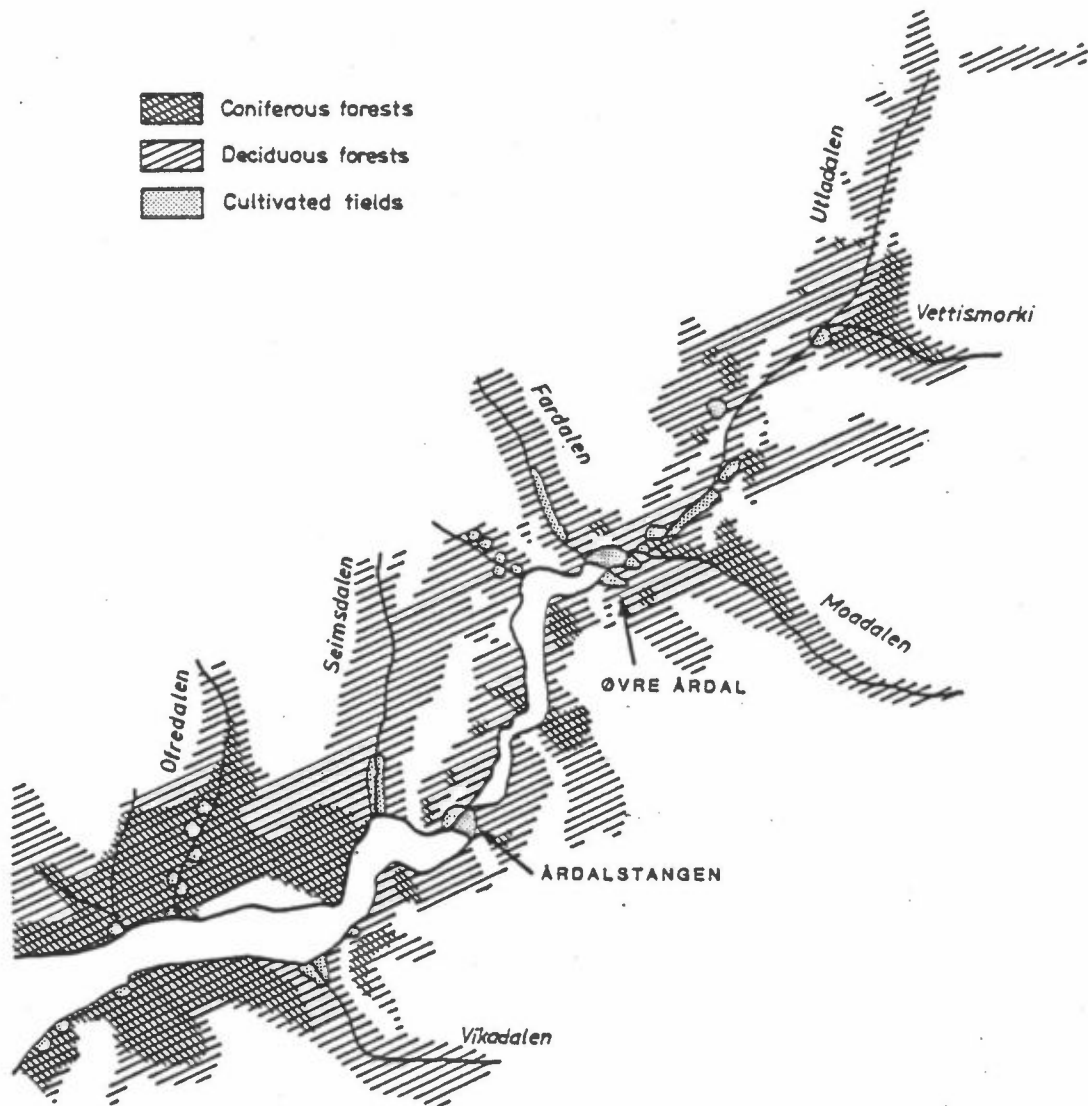


Figure A-12: Major vegetation types around Årdal.
Source: Bygdebok for Årdal, ed. Søren Ve, 1971.

Appendix A-II.

Table A-4: Partial listing of plant species found in the Årdal area (including Vettismorki).
Source: Skar (1964) and Ve (1971):

Scientific name	Norwegian name	English name	Location
<i>Rubus chamaemorus</i>	molte	cloud berry	bogs
<i>Carex pauciflora</i>	sveltstarr	sedge	"
<i>Scirpus caespitosus</i>	bjønnskjegg	bullrush	"
<i>Nardus stricta</i>	finnskjegg		"
<i>Eriophorum vaginatum</i>	torvmyrull	cotton grass	"
<i>Polytrichum strictum</i>	filtbjørnmose		" + drier land
<i>Sphagnum Girgensohnii</i>	gran-torvmose	peat moss	"
<i>Sphagnum fuscum</i>	rust-torvmose	" "	"
<i>Andromeda polifolia</i>	kvitlyng	white heather	Drier, bog area
<i>Cornus suecica</i>	skrubbar	dwarf cornel	" "
<i>Vaccinium myrtillus</i>	blåbær	blueberry	Drier fields
<i>Calluna vulgaris</i>	røsslyng	heather	" "
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	tyttebær	lingenberry	" "
<i>Empetrum nigrum</i>	kekling	crowberry	" "
<i>Phyllodoce coerulea</i>	blålyng	blue mountain heather	Widespread
<i>Hieracium foliosa</i>	sveve	hawkweed	"
<i>Pyrola secunda</i>	nikkevintergrønn	wintergreen	more unevenly spread
<i>Melampyrum pratense</i>	engmarimjelle	cow wheat	" "
<i>Maianthemum bifolium</i>	maiblom	false-lily-of-the-valley	" "
<i>Trientalis europaea</i>	skogstjerne	chickweed winter-green	" "
<i>Oxalis acetosella</i>	gjøksyre	wood-sorrel	" "
<i>Lycopodium annotinum</i>	stri kråkefot	clubmoss	" "
<i>Deschampsia flexuosa</i>	smyle	hair-grass	" "
<i>Orchis maculata</i>	flekkmarihand	spotted orchid	" "
<i>Pinquicula vulgaris</i>	tettegras	common butterwort	" "
<i>Potentilla erecta</i>	tepperot	cinquefoil	" "
<i>Vaccinium uliginosum</i>	skinstryte	bog whortleberry	" "
<i>Dryopteris Linnæana</i>	fugletelg	wood ferns	lower, humid slopes
<i>Dryopteris phegopteris</i>	hengeving	" "	" "
<i>Angelica archangelica/norvegica</i>	kvann	Norwegian angelica	" "
<i>Alnus incana</i>	gråor	grey alder	outer edges of
<i>Sorbus aucuparia</i>	rogn	rowan berry	Fleskedalen,
<i>Prunus padus</i>	hegg	bird cherry	south facing
<i>Chamaenerion augustifolium</i>	geiterams	willow herb, rosebay willow	moist, vegetation rich
<i>Fragaria vesca</i>	markjordbær	field strawberry	" "
<i>Rubus idaeus</i>	bringebær	raspberry	" "
<i>Rubus saxatilis</i>	teiebær		" "
<i>Convallaria majalis</i>	liljekonvall	lily-of-the-valley	" "
<i>Paris quadrifolia</i>	firblad	herb paris	" "
<i>Myosotis silvatica</i>	skogminneblom	wood forget-me-not	" "
<i>Melandrium rubrum</i>	rød jonsokblom		" "

Table A- 4 (cont.)

Scientific name	Norwegian name	English name	Location
Taraxacum	løvetann	dandelion	outer edges
Rumex acetosa	matsyre	sheep sorrel	of Fleskedalen
Aconitum septentrionale	torhjelm	monkshood	south facing
Geranium silvaticum	skogstorkenebb	wood craneshead	moist, vege-
Linnaea borealis	linnaea	twinflower	tation rich
Equisetum	snellearter	horsetail	" "
Comarum palustre	myrhatt		" "
Viola Riviniana	skogsfjøl	forest violet	" "
Blechnum spicant	bjønnekam	deer fern	" "
Athyrium filix-femina	skogburkne	lady fern	" "
Hylocomium Schreberi	furumose	pine moss	fields
Hylocomium splendens	etasjemose	moss	"
Ptilium crista-castrensis	fjærmose	feather moss	
Cladonia alpestris	kvitkrull, reinlav	reindeermoss	
Juniperus communis	einer	juniper	forests
Betula odorata	fjellbjørk	mountainbirch	most impor-
			tant tree
			other than
			pine
Pinus silvestris f.			
septentrionalis	furu	pine	"
Betula nana	dvergbjørk	dwarf birch	along river
Salix	vier	willows	" "
Populus tremula	osp	aspen	" "
Ulmus glabra	alm	elm	down by Vetti
Corylus avellana	hassel	hazel	" " "
Pteridium aquilenum	einstape	bracken fern	lowlying fields,
	hestespreng	ferns	and forests
			mountains and
			lowland
Struthiopteris filicastrum	strutsevinge	ostrich wing	on stones,
			old trees etc.
Polystichum vulgare	sisselrot	common poly pody	in deciduous
			forests
Dryopteris Linaeana	fugletelg	wood fern	" " "
Polystichum lonchitis	faggbregne	holly fern	mountain forests
Equisetum hiemale	skavgras	horsetail	
Lutzula pilosa	hårfrylte	woodrush	forests
Orchis maculata	flekkmarihand	spotted orchid	"
Gymnadenia conopsea	brudespore	fragrant orchid	in moist lowlands
Anthoxantum odoratum	gulaks	sweet vernal grass	forests
Phleum pratense	timotei	timothy grass	fields, lowlands
Alopecurus pratense	engrevehale	meadow fox-tail	lowlands
Dactylus glomerata	hundegrass	orchard grass	"
Nardus stricta	finntop	finn's beard	overall
Salix herbacea	musøre	least willow	high mountains,
Salix lapponum	lappvier	lapland willow	their own "willow"
Salix glauca	sølvvier	northern willow	belt
Salix lanata	ullvier	woolly willow	" " " "
Salix caprea	selje	great willow	forests
Alnus glutinosa	svartor	black alder	Seimsdalen
Betula verrucosa	hengebjørk	silver birch	lowlying forests
Humulus lupulus	humle	hop	lowlands
Urtica dioeca	stornesle	large nettle	forests

Table A-4 (cont.)

Scientific name	Norwegian name	English name	Location
Rumex domesticus	høymol	sorrel	lowlands
Polygonum viviparum	harerug	viviparous bistort	overall
Polygonum persicaria	vanlig hønsegras	lady's thumb	
Chenopodium album	meldestokk	lamb's quarters	lowland, weed
Stellaria media	vassarv	chickweed	" "
Viscaria alpina	fjelltjærebloms	mountain coccle	overall
Lychnis flos-cuculi	hanekam	ragged robin	moist areas
Silene Cucubalus	engsmelle	meadow catchfly	lowlands
Anemone nemorosa	kvitveis	wood anemone	
Ranunculus platanifolius	kvitsoleie	white buttercup	birch forests
Ranunculus acris	engesoleie	meadow buttercup	weed, lowlands
Ranunculus repens	krypsoleie	creeping buttercup	" , overall
Cardamine pratensis	engekarse	lady's smock	wet fields
Viola biflora	fjellfiol	yellow wood violet	birch forests
Viola tricolor	stemorsblomst	wild pansy	lowlands
Hypericum maculatum	firkantperikum	four-sided St John's wort	"
Hypericum perforatum	prikkperikum	common St John's wort	"
Sedum rosea	rosenrot	rose root	" , lower mountains
Saxifraga octyledon	bergfrue	mountain queen	" "
Dryas octopetala	reinrose	mountain avens	" "
Filipendula ulmaria	mjødurt	meadow sweet	sheltered hills
Alchemilla alpina	fjellmarikåpe	alpine lady's mantle	mountains
Alchemilla vulgaris	vanlig marikåpe	lady's mantle	lowlands
Rosa villosa	bustnype	rose hip	hills
Rosa Afzeliana	kjøtnype	rose hip	"
Sorbus aria	sølvasall	whitebeam	lowlands
Malus silvestris	villapal	crab apple	sunny sites
Trifolium repens	kvitkløver	white clover	fields in lowlands
Trifolium pratense	rødkløver	red clover	" " "
Lotus corniculatus	tiriltunge	bird's foot trefoil	dry hills
Vicia silvatica	skogvikke	forest vetch	lowlying forests
Anthriscus silvestris	hundekjeks	wild chervil	lowlands
Carum carvi	karve	caraway	"
Angelica silvestris	sløke	wild angelica	overall
Loiseleuria procumbens	greplyng	creeping azalea	high altitudes
Arctostaphylos uva-ursi	mjølbær	bearberry	forests and mount.
Arctostaphylos alpina	rypebær	black bearberry	mountains
Vaccinium uliginosum	blokkebær	bog whortleberry	overall
Fraxinus excelsior	ask	common ash	Utladalen
Menyanthes trifoliata	bukkeblad	bogbean	birch forests
Myosotis arvensis	åkerminneblom	field forget-me-not	dry hills and forests
Galeopsis tetrahit	kvassdå	common hemp-nettle	weed
Satureja acinosis	bakkemynte	mountain mint	lowlands
Origanum vulgare	merian	marjoram	"
Galium aparine	klengemaure	clinging bedstraw	"
Viburnum opulus	krossved	guelder rose	"
Campanula rotundifolia	blåklokke	bluebell	overall
Anthemis arvensis	kvit gåseblom	white dog-fennel	along roads
Achillea millefolium	ryllick	milfoil	overall

Table A-4 (cont.)

Scientific name	Norwegian name	English name	Location
<i>Matricaria inodora</i>	balderbrå	unscented pine-apple weed	open areas
<i>Matricaria matricariodes</i>	turnbalderbrå	pineapple weed	lowlands
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	prestekrage	marguerite	"
<i>Tussilago farfara</i>	hestehov	colts foot	"
<i>Cirsium heterophyllum</i>	kvitbladtistel	white leafed thistle	overall
<i>Lampsana communis</i>	haremat	rabbit's food	lowlands
<i>Leontodon autumnalis</i>	følblom	autumnal hawkbit	overall
<i>Mulgedium alpina</i>	turt	blue sow-thistle	birch forests

Plants that are rare in the Årdal area.

Scientific name	Norwegian name	English name
<i>Cinna latifolia</i>	huldregras	wood reed grass
<i>Viola mirabilis</i>	krattfiol	scrub violet
<i>Galium triflorum</i>	myskemaure	sweet scented bedstraw
<i>Hypericum hirsutum</i>	perikum	hairy St. John's wort
<i>Poa remota</i>	storrapp	bluegrass
<i>Campanula cervicaria</i>	stavklokke	stave bellflower
<i>Lathyrus silverstris</i>	skogskolm	forest pea
<i>Orchis fuchsii</i>	skogmarihand	forest orchid
<i>Coeloglossum viride</i>	grønkurle	frog orchid
<i>Herminium monorchis</i>	honningblomst	musk orchid
<i>Gymnadenia conopsea</i>	brudespore	fragrant orchid
<i>Listera cordata</i>	små tviblåd	lesser twayblade
<i>Neottia nidus-avis</i>	fuglereir	bird's nest orchid
<i>Goodyera repens</i>	knerot	creeping lady's tresses
<i>Corallorhiza trifida</i>	korallrot	coral-root orchid
<i>Mertensia maritima</i> *	østersurt	oyster plant

*Building of Årdalstangen removed the only site this plant grew in in the Årdal area.

Appendix A-II

Table A-5: Partial list of mammals and birds in the Årdal area
(including Vettismorki)
Source: Ø. Skar (1964) and Ve (1971).

English name	Norwegian name	Frequency of Occurrence	Comments
<u>Mammals</u>			
bear	bjørn	very rare	was previously quite common has not been seen since 1954
deer	hjort	very common	has extended its domain in the later years
domestic reindeer	tamreinen	seldom	comes down in the early spring
roe deer	rådyr	very seldom	occasional visiter
moose	elg	very seldom	occasional visiter
hare	hare	common	healthy stand
red fox	rødrev	moderate	
mountain fox	fjellrev	seldom	only in the mountains
red mouse	rødmus	moderate	on the decline since the second W.W.
house mouse	husmus	moderate	
climbing mouse	klatremus	moderate	" "
lemming	lemen	moderate	
mountain rat	fjellrotte	moderate	
lynx	gaupe	very seldom	was very common up to 1900, but still known to exist
ermine	røyskatt	moderate	hunted for fur
marten	mår	moderate	almost disappeared because of hunting pressure, until offi- cially protected in 1930.
otter	oter	unknown	was very common
wolverine	jerv	moderate	has a price on his head
wolf	ulv	very seldom	was very common in the 17th and 18 hundreds
squirrel	ekorn	common	
bat	flaggermus	moderate	
seal	fjordkobbe	moderate	was very common
porpoise	nise	exists	was very common
whale	hval	very seldom	not seen since the second world war but used to feed off of krill in the fjord

Birds from the Årdal area.

Source: Skar (1964) and Ve (1971).

English name:	Norwegian name:	Comments:
ptarmigan	fjellrype	on the decline since
willow grouse	lirype	the second W.W.
Black grouse	orrflugl	
capercallie	tiur	been low but seems on the upswing
merganser	fiskeand	
black-throated diver	storlom	
roughlegged buzzard	fjellvåk	nests in Morka- Koldedalen
great horned owl	hubro	
house sparrow	gråspurv	
yellow hammer	gulspurv	
snow bunting	snøspurv	
chaffinch	bokfink	summer time
bullfinch	dømpap	summer time
starling	stær	summer time
blackbird	svarttrost	overwinters
fieldfare	gråtrost	
great tit	kjøttmeis	
house martin	taksvale	
white wagtail	linerle	
magpie	skjære	
hooded crow	kråke	
raven	ravn	mountains
green woodpecker	grønnspekk	
heron	hegre	in Volldal and Svalheim
tern	tern	gone from the area
cuckoo	gjøk	
goshawk	hønsehauk	
golden eagle	kongeørn	

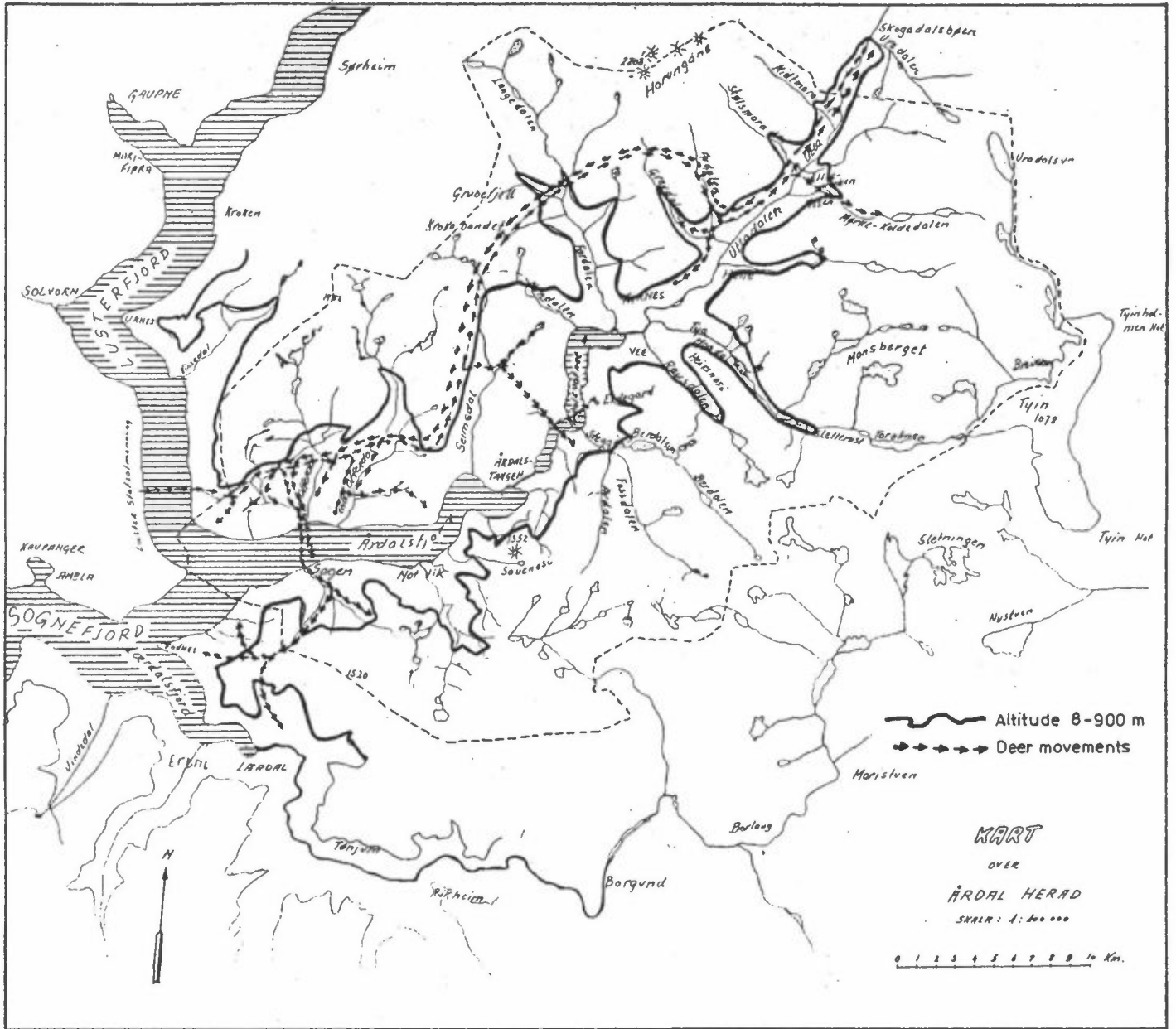


Figure A-13: Deer movements throughout Årdal.
Map drawn by Leif Leimvik.

APPENDIX B

ÅRDAL'S POPULATION
BEFORE AND AFTER THE FACTORY

Population changes in Årdal have been characterized by both an increase in numbers and changes in employment patterns.

Figure B-1 and B-2 indicate increase in population and differential population density in the region.

Table B-1 shows population by employment sector.

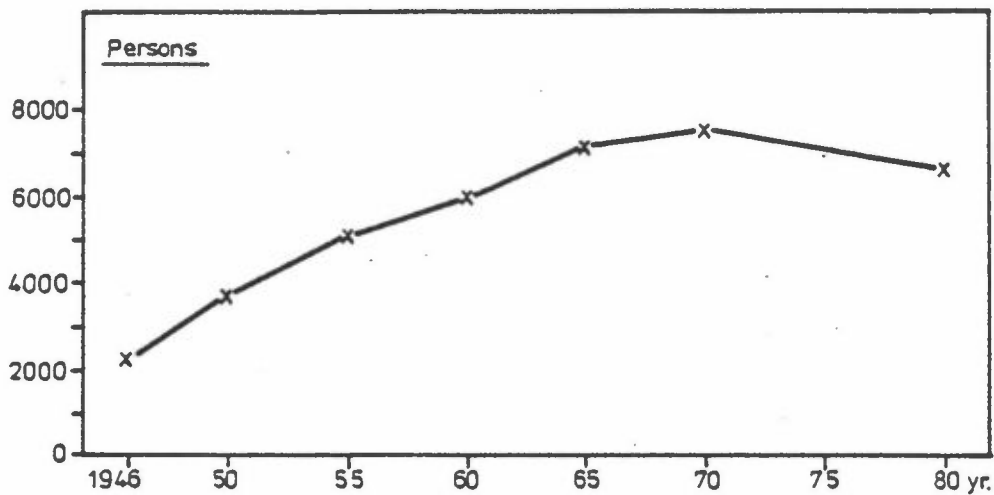


Figure B-1: Changes in population size in Årdal since 1946.
Source: NIBR-report No. 3, Årdalsprosjektet.

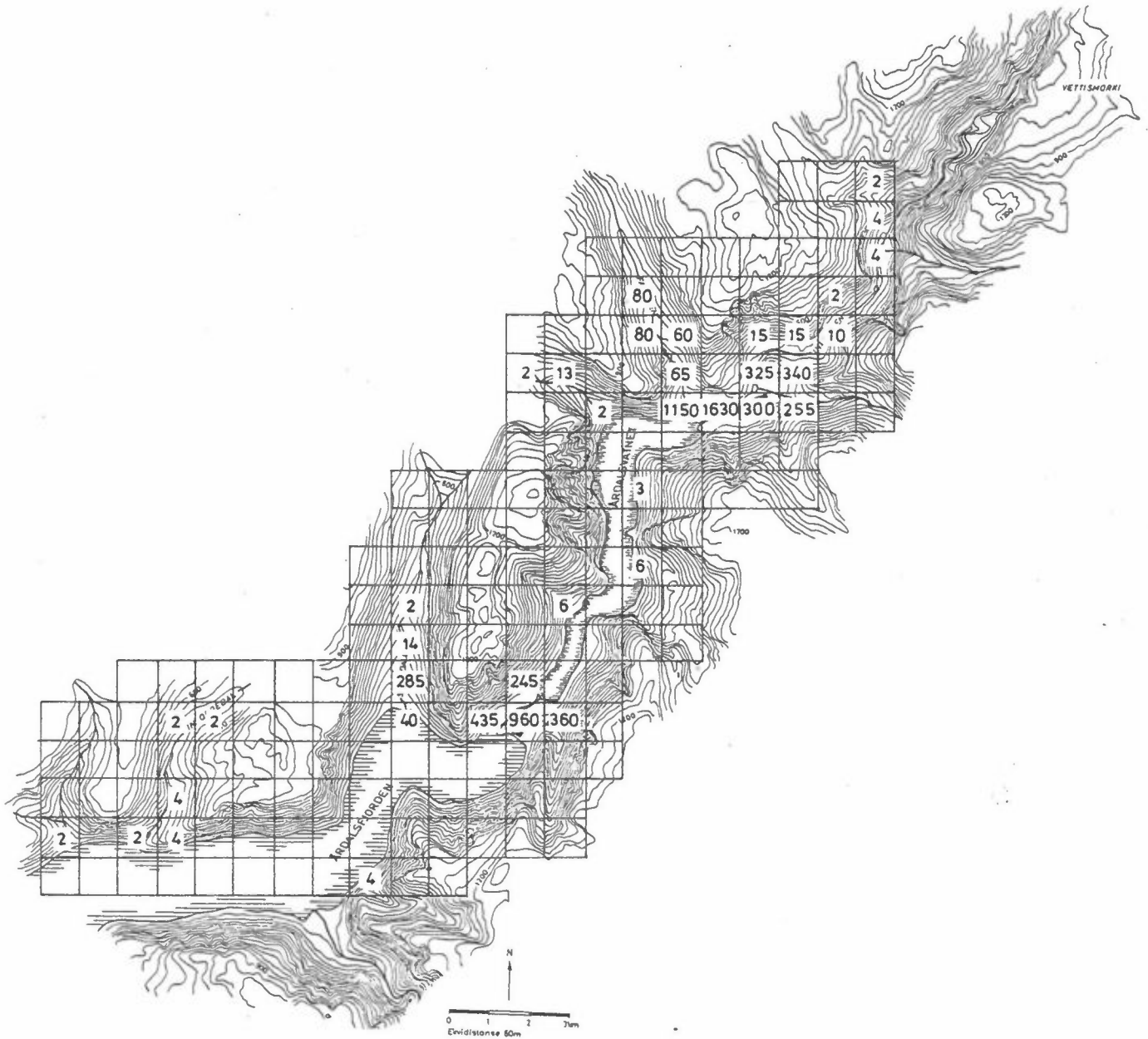


Figure B-2: Estimated numbers of persons living in the Årdal region.
Source: Kommunehefta, Folke- og bustadtelling 1980,
1424 Årdal. SSB-Kongsvinger.

Table B-1: Employment pattern in Øvre Årdal related to economic sectors.

Economic Sector	Employees December 1979	
	Number	%
Farming and gardening	60	2
Industry and mining	2190	66
(of these, ÅSV)*	(2148)	(64)
Construction	334	10
Trade and transport	368	11
Services	381	11
Sum:	3333	100

*Of total 2190 in industry and mining, 2148 work in ÅSV.
Source: From NIBR-report No. 3, Årdalsprosjektet.

APPENDIX C
THE ÅRDAL FACTORY

APPENDIX C-I
PRODUCTION AND CLEANING DEVICES

TYPES AND SIZES OF OVENS

The first ovens to be used in Årdal I were 32000 A and used Søderberg anodes with horizontal bolts. Årdal II partly used Søderberg anodes with vertical bolts with half continuous pre-baked anodes with horizontal blocks. There were 132 ovens ranging in size from 128 000 A to 150 000 A.

Årdal III uses Søderberg anodes with vertical bolts. The 168 ovens were 110 000 A. The modernized Årdal I had 340 ovens with prebaked anodes with vertical bolts and 150 000 A in size.

CLEANING DEVICES

Årdal I: The factories functioned without cleaning devices until 1951. Then, a calcium wet scrubber was installed for cleaning of emissions. It was estimated that 70% of particulate and 80% of gaseous emissions were collected. Fluoride emissions were estimated to consist of 75% gaseous and 25% particulate. Removal of particulate emissions was considered ineffective. Wet-scrubbing systems continued through 1970 at which time they were replaced with dry methods.

Årdal II: Hall D was equipped with emission removal devices right from the beginning. An estimated 70% of emissions were trapped, of these it was estimated that 98% of the gaseous and 50% of the particulate fluoride was removed. Hall C went without cleaning devices until it was stopped in 1971. Both C and D later were equipped with dry scrubbers, wet scrubbers and electrostatic precipitators.

Årdal III: Halls E and F were equipped with wet scrubbers and electrostatic precipitators from the start. It was estimated that 70% of emissions were trapped and of these 98% of gaseous and 70% of particulate fluoride emissions removed. This continued until 1971 at which point dry methods were used.

Ardalstangen: Cleaning of emissions is partly effected through wet wash scrubbers and electrofilters and partly through textile filters.

APPENDIX C-II

EMISSIONS OF FLUORIDE, SULFUR AND DUST
FROM ÅRDAL I, II AND III

Fluoride emissions hit a peak in 1970, whereafter they declined steadily until 1975, there has been a slow increase since then. Sulfur emissions on the other hand have steadily increased since 1969.

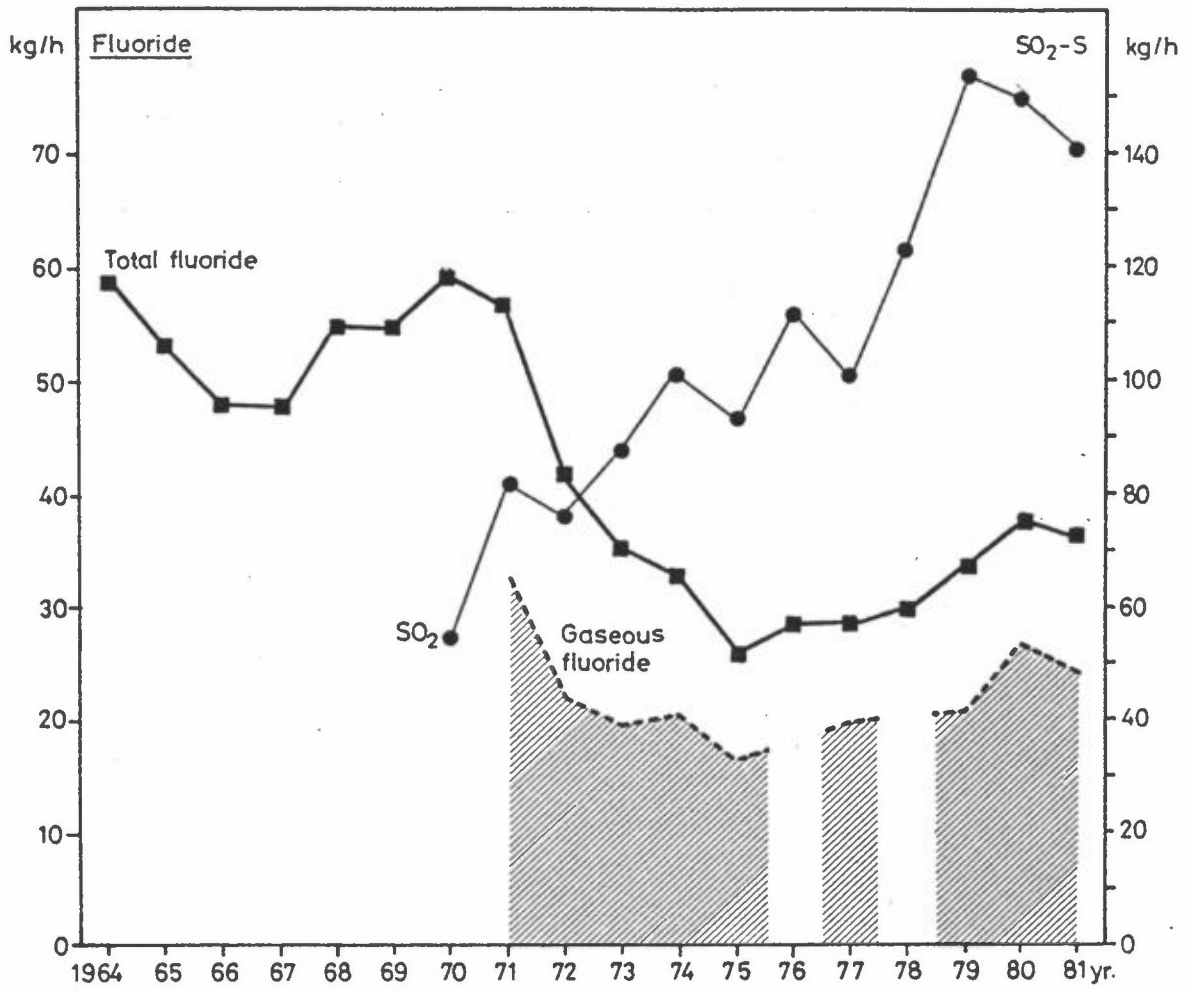


Figure C-1: Fluoride and sulfur emissions (kg/h) from Øvre Årdal between 1964 and 1981.
Source: Årsrapport, ÅSV.

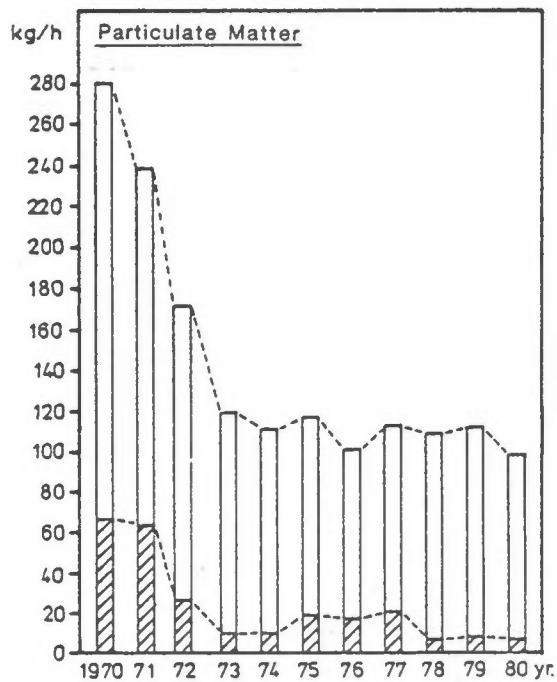
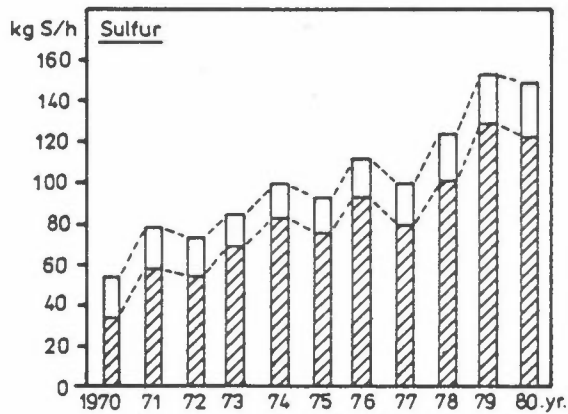
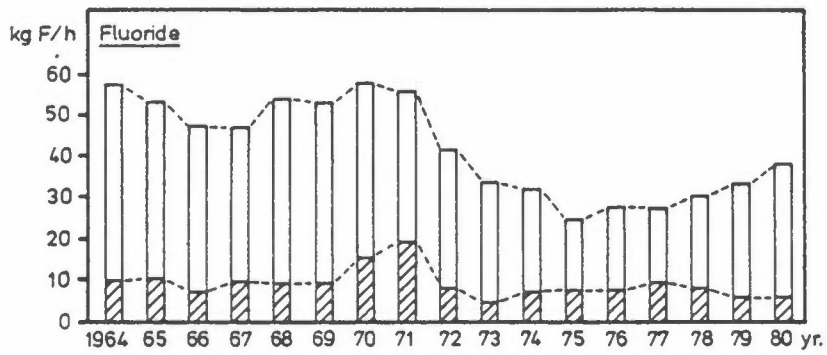


Figure C-2 : Total emissions of fluoride, sulfur and dust in kg/h from roof and pollution control device from 1964 (fluoride) and 1970 (sulfur and dust) to 1980.
Source: Sunndal og Årdal Verk, Årdal.

APPENDIX C - III
POLLUTION LEVELS IN ÅRDAL

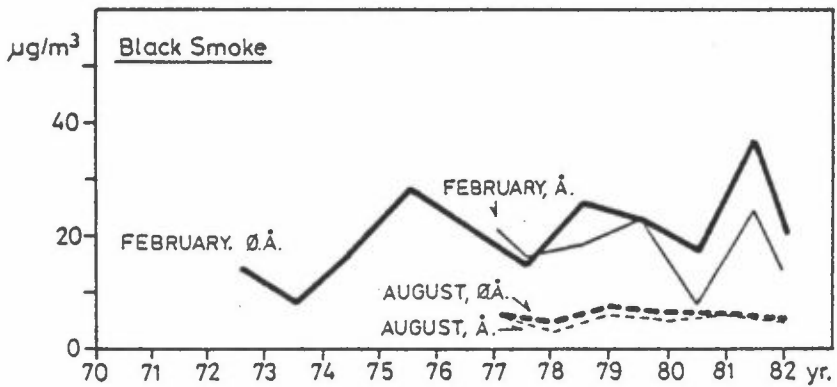
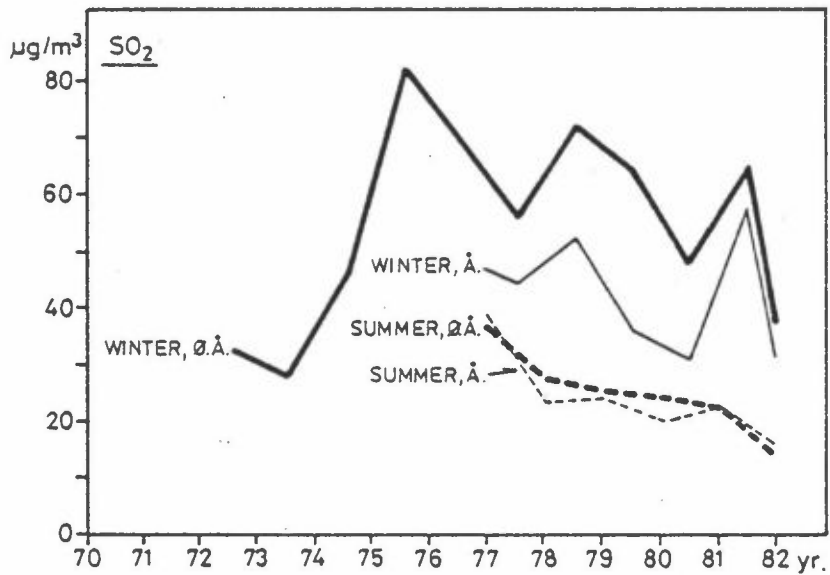
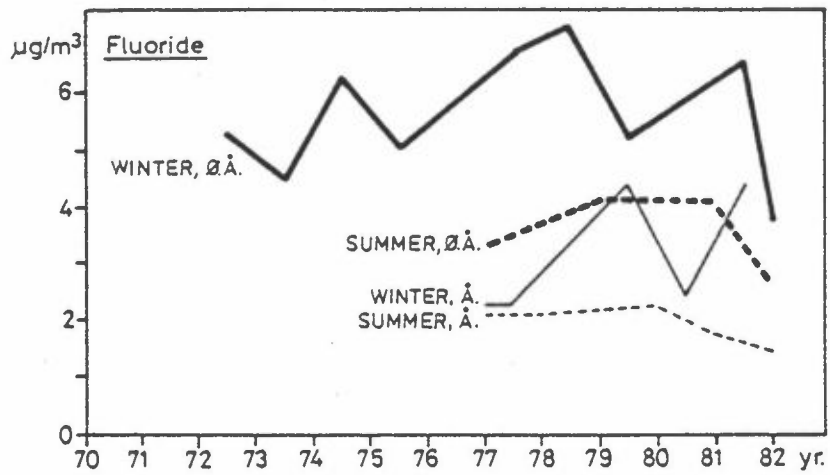


Figure C-3 : Measured pollution levels at Øvre Årdal and Årdalstangen between 1972 and 1981.
Source: Hagen, 1972 to 1983, Semb et al., 1975.

Table C-1 : Mean ambient SO₂ concentration (µg/m³) in Årdal.

Region	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S
	72/ 73	73/ 74	74/ 75	75/ 76	76/ 77	77/ 78	78/ 79	79/ 80	80/ 81	81/ 82	82/ 83																							
Ø. Årdal ¹⁾	36	46	28	83	37	57	28	26	65	25	49	23	66	18	41																			
Årdalstangen ¹⁾	41	23	39	45	24	53	25	37	21	32	23	59	19	35																				

W = winter, S = summer

Source: NILU-reports, Air Quality Monitoring in Norway 1973-1982 and NILU-report OR 9/75.

Table C-2 : Mean ambient fluoride concentration (µg/m³) in Årdal.

Region	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S
	72/ 73	73/ 74	74/ 75	75/ 76	76/ 77	77/ 78	78/ 79	79/ 80	80/ 81	81/ 82	82/ 83																					
Ø. Årdal	5.0	4.5	6.3	5.1	3.3	6.8	7.2	4.1	5.3	4.1	6.6	2.5	3.9																			
Årdalstangen	3.4	2.1	2.3	2.1	4.4	2.3	3.5	1.8	4.4	1.5																						

W = winter, S = summer

Source: NILU-reports, Air Quality Monitoring in Norway 1973-1982 and NILU-report OR 9/75.

1) The stations for the following five tables are: Øvre Årdal = Farnes; Årdalstangen = Læg Reid.

Table C-3: Ambient smoke ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Årdal.

	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F
Ø. Årdal	72	73	74	74	75	76	77	77	78	78	79	79	80	80	81	81	82	82	83	83
Årdalstangen	9	14	8	17	28		6	15	4	26	7	23	6	17	6	37	4	20		
	13	23					6	16	3	19	6	23	5	8	6	25	4	14		

A = August, F = February.
 Source: NILU-reports, Air Quality Monitoring in Norway 1973-1982 and NILU report OR 9/75.

Table C-4 : Ambient Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Årdal. Mean values.

	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
Ø. Årdal	75	77	78	78	79	79	80	80	81	81	82	82		
Årdalstangen	0.13	0.05	0.07	0.04	0.15	0.05	0.15	0.05	0.15	0.05	0.09	0.04	0.13	0.02
		0.06	0.11	0.03	0.18	0.05	0.19	0.04	0.05	0.03	0.06	0.02		

A = August, F = February.
 Source: NILU-reports, Air Quality Monitoring in Norway 1973-1982 and NILU-report OR 9/75.

Table C-5: Ambient SO_4 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Årdal. Mean values.

	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
Ø. Årdal	75	77	78	78	79	79	80	80	81	81	82			
Årdalstangen	5	3	4	3	5	3	6	4	5					
		2	3	2	3	2	6	3	3					

A = August, F = February
 Source: NILU-reports, Air Quality Monitoring in Norway 1973-1982 and NILU-report OR 9/75.

Table C-6 : Dust, fluoride and SO₂-concentrations in
Øvre Årdal 1954-1969.

Date	Sample station	Particulate phase		Gaseous phase		Tot. fluoride mg F/Nm ³
		mg dust/Nm ³	mg F/Nm ³	mg F/Nm ³	mg S/Nm ³	
2-3/6 1954	1 km east of the factories	0.560				0.021
12-19/6 1958	0.5 km west of the factories		0.002	0.009		0.011
26/8- 1/9 1958	0.5 km west of the factories		0.005	0.006		0.011
16-24/9 1958	0.5 km west of the factories		0.004	0.004		0.008
21-23/10 1959	0.5 km west of the factories		0.004	0.005		0.009
24-28/10 1959	2 km west of the factories (Farnes)		0.006	0.006		0.012
11-23/11 1959	2 km west of the factories (Farnes)		0.008	0.004		0.012
28/11- 6/12 1959	2 km west of the factories (Farnes)		0.013	0.005		0.018
30/8-6/9 1960	2 km west of the factories (Farnes)		0.030	0.010		0.040
14-21/9 1960	2 km west of the factories (Farnes)		0.007	0.016		0.023
21-27/9 1960	2 km west of the factories (Farnes)		0.007	0.040		0.047
20-28/10 1960	2 km west of the factories (Farnes)		0.011	0.008		0.019
15-22/2 1963	2 km west of the factories (Farnes)	0.170	0.013	0.150	0.026	0.163
20-21/1 1964	2 km west of the factories (Farnes)	0.080	0.045	0.055	Trace	0.100
13-14/2 1964	2 km west of the factories (Farnes)		0.008	0.080	Trace	0.088
26-28/10 1965	2 km west of the factories (Farnes)		0.007	0.015	0.009	0.022 ^{x)}
25-26/10 1965	0.5 km west of the factories		0.021	0.150	0.070	0.171 ^{x)}
12-16/5 1967	2 km west of the factories (Farnes)	0.073	0.002	0.040	Trace	0.042 ^{x)}
16-19/5 1967	2 km west of the factories (Farnes)	0.025	0.009	0.004	0.006	0.013 ^{x)}
26/3-2/4 1968	1 km west of the factories (Ve-side)	0.068	0.006	0.008		0.014
21-26/3 1968	1 km west of the factories (Ve-side)	0.068	0.004	0.020		0.024
21-30/8 1968	1 km west of the factories (Ve-side)	0.262	0.030	0.007	Trace	0.037
2-5/9 1968	1 km west of the factories (Ve-side)	0.078	0.007	0.070	0.013	0.077
24-30/10 1968	1 km west of the factories (Ve-side)	0.047	0.009	0.020	0.009	0.029
19-22/11 1968	1 km west of the factories (Ve-side)	0.511	0.080	0.050	0.060	0.130 ^{xx)}
8-10/7 1969	1 km west of the factories (Ve-side)		0.004	0.001		0.005
	Min.:	0.025	0.002	0.001	Trace	0.005
	Max.:	0.511	0.080	0.150	0.070	0.171
	Average:	0.187	0.014	0.031	0.018	0.045

x) Quiet dim weather

xx) Smoglike weather

Source: Information provided by Smoke Control Council.

Table C-7: Composition ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) of Årdal air, five different days in February 1975.

Ø. Årdal Farnes	Smoke (particulates)	SO ₄	Pb	Cd	Al
6- 7	17	6.9	0.05	0.0010	<0.04
7- 8	30	6.8	0.12	0.0030	<0.04
18-19	4	0.4	<0.04	<0.0005	0.25
20-21	28	3.5	0.16	0.0015	1.90
21-22	34	5.9	0.28	0.0030	1.90
Mean	23	4.7	0.13	0.0020	0.83

Source: From NILU-report OR 14/77.

The following is a report from ASV that gives monthly water soluble sulfate fluoride, tar, dust and pH in precipitation, collected from 9 stations in Øvre Årdal and Årdalstangen during 1978. Yearly totals are compared to 1977 values.

The English translation of the Conclusion is as follows:

Dust fall in 1978 showed a clear decline as compared to 1977 values. Seven out of nine measuring stations showed a decline in total water soluble dust, tar and fluoride. Total ashed dust declined in eight of nine stations. pH of precipitation averaged about 5.0 (4.7-5.2), which it has also done earlier.

The pH values from the precipitation station in Øvre Årdal was a little higher, pH 5.5-6.0. Fluoride washout in mgF/m^2 -week showed a clear decline from 1977, as did SO₂ (expressed as mgS/m^2 -week). Precipitation was approximately 30% higher in 1978 than in 1977.

DOKUMENTASJON - 64 -		F. Bøhm M. Asperheim		ABIE 118	
Art	ANALYSERAPPORT	Prosjektleder	H. Berg	Sted	ÅRDAL
Nr.	RAPÅ 79/016	Ansvarlig	F. Bøhm	Dato	08.02.79
Metode			Fasetter		

Emneord

Støvnedfall Analysemetode Nedbørsmålinger X Årdalstangen Øvre Årdal

6-01

Tittel, sak STØVNEDFALLSMÅLINGER OG NEDBØRSMÅLINGER I OG OMKRING FABRIKKOMRÅDET PÅ ÅRDALSTANGEN OG I ØVRE ÅRDAL FOR ÅRET 1978 SAMT GJENNOMSNIITT 1976 - 1977.

Hensikt, omfang, konklusjon, anbefaling

1 HENSIKT

- a Kartlegging av støvnedfall fra fabrikkene på Årdalstangen og i Øvre Årdal. Verdiene som fremkommer skal danne grunnlag for sammenligning med målte verdier ved andre Aluminiumsverk og senere og tidligere målte verdier i Årdal.
- b Kartlegging og kontroll av forurensning i nedbør omkring fabrikkanleggene i Øvre Årdal.

2 OMFANG

- a Undersøkelsen omfatter månedsmiddelverdier for 1978 av Vannuløselig Støvnedfall og Tjære, samt HF, SO₂ og pH i Vannfasen ved 7 målesteder på Årdalstangen og 2 i Øvre Årdal. Se forøvrig RAPÅ 72/010, Tillegg RAPÅ 78/008.
- b Nedbørsundersøkelsen omhandler oversikt over nedfall av Fluorid og Svovelforbindelser samt surhetsgrad. Nedbøren er innhentet fra 7 målesteder omkring fabrikkanleggene og fra perifere strøk omkring Øvre Årdal.

3 KONKLUSJON

Støvnedfallsmålingene viste i 1978 en merkbar nedgang fra 1977. For "Totalt vannuløselig støv, vannløselig tjære og fluorid" var det en nedgang på 7 av de 9 målestasjonene, og for "Totalt glødet støv" var det en nedgang på 8 av de 9 stasjonene. PH i nedbøren pendler omkring 5,0 (4,7-5,2), hvilket det også har gjort tidligere.

PH-verdiene fra nedbørsstasjonene i Øvre Årdal ligger noe høyere, pH 5,5-6,0. Utvasket fluoridnedfall, mg F/m²-uke, viser merkbar nedgang fra 1977, og det samme gjelder SO₂, uttrykt i mg S/m²-uke. Nedbøren var ca 30 % høyere i 1978 i forhold til 1977.

Sted	Nr.	K/F	Fordeling	Sign	Sted	Nr.	K/F	Fordeling	Sign	Sted	Nr.	K/F	Fordeling	Sign
Hk		K	Glenjen DM4		Hø	K	Laboratoriesjef							
"		K	Fl											
								Kommunegartner Ellingsen Årdal						
A		K	Tokvam					Fylkesgartner E. Johansen Leikanger						
"		K	Bøhm					Distriktslege Werdeland Årdal						
"		K	E. Hareid					Heredsskogmesteren i Indre Sogn, Sogndal						
"		K	H. Berg					Distriktsveterinær Østensvik, Lærdal						
"		K	P. Malterud							Hk	K	Bibliotek		
"		K	Bedriftslege							Hø	K	Arkiv		
										Su	K	Arkiv		
Su		K	Jarp							Su	K	Bibliotek		
										A	K	Arkiv		
										A	K	Bibliotek		

K = Komplette F = Forside

Struk de faste adresser som ikke endrer

Totalt vannløselig svoveldioksyd som S i g/c³, pr. 30 døgn ved
9 målesteder Øvre Ardal og på Ardalstange 1978

Måned	M A L E S T E D E R								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Januar	1,17	0,07	0,05	0,06	0,07	1,46	0,08	0,11	0,09
Februar	Δ	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,01
Mars	0,05	0,06	0,02	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04	0,07
April	0,06	0,03	0,05	0,03	0,02	0,05	0,07	0,02	0,03
Mai	0,11	0,05	0,06	0,05	0,21	0,11	0,43	0,11	0,11
Juni	0,19	0,12	0,15	0,14	0,02	0,16	0,18	0,23	0,10
Juli	0,08	0,04	0,06	0,05	0,05	0,06	0,12	0,17	0,13
August	0,23	0,13	0,12	0,13	0,13	0,17	0,12	0,13	0,12
September	0,40	0,18	0,21	0,24	0,16	0,24	0,17	0,26	0,18
Oktober	Δ	0,31	0,20	0,23	0,18	0,28	0,24	0,25	Δ
November	0,15	0,13	0,06	0,13	0,09	0,17	0,11	0,09	0,09
Desember	0,07	0,06	0,03	0,02	0,03	0,09	0,06	0,03	0,03
Gj.snitt 1978	0,25	0,10	0,09	0,10	0,09	0,24	0,14	0,12	0,09
" 1977	0,22	0,18	0,18	0,14	0,20	0,22	0,17	0,15	0,12
" 1976	0,16	0,10	0,09	0,10	0,04	0,12	0,11	0,15	0,09

*: Prøven hadde høyt sandinnhold og er ikke tatt med i gjennomsnittet
Δ: Prøven ødelagt, ingen analyse tatt.

Totalt vannløst Fluorid, som (F) i g/m³ pr. 50 oppgull
ved 9 målesteder i vvr. Ardal og på Ardalstangen 1978

Måned	MÅLESTEDER								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Januar	0,46	0,23	0,09	0,07	0,11	0,13	0,11	0,09	0,11
Februar	Δ	0,09	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02
Mars	0,36	0,19	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07
April	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02
Mai	0,16	0,10	0,03	0,02	0,05	0,05	0,12	0,07	0,03
Juni	0,25	0,20	0,06	0,05	0,02	0,07	0,07	0,08	0,09
Juli	0,23	0,12	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
August	0,30	0,16	0,06	0,03	0,05	0,05	0,08	0,03	0,06
September	0,47	0,27	0,07	0,06	0,06	0,08	0,09	0,09	0,09
Oktober	Δ	0,40	0,07	0,07	0,07	0,09	0,08	0,09	Δ
November	0,52	0,21	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06
Desember	0,19	0,19	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Gj.snitt 1978	0,30	0,18	0,05	0,04	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06
" 1977	0,34	0,22	0,06	0,05	0,06	0,08	0,05	0,06	0,07
" 1976	0,35	0,23	0,06	0,05	0,06	0,07	0,05	0,07	0,06

*: Prøven hadde høyt sandinnhold og er ikke tatt med i gjennomsnittet

Δ: Prøven ødelagt, ingen analyse tatt.

Totalt vannløselig tjære $1,3 \text{ g/m}^2$ pr. 30 døgn ved 9 målestøder i Øvre Ardal og på Ardalstangen 1978.

Måned	M A L F S T E D E R								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Januar	0,25	0,16	0,27	0,03	0,03	0,05	0,12	0,07	0,12
Februar	Δ	0,10	0,00	0,02	0,02	0,09	0,20	0,06	0,17
Mars	0,16	0,13	0,17	0,03	0,02	0,20	0,36	0,13	0,18
April	0,11	0,02	0,01	0,00	0,06	0,07	0,23	0,04	0,08
Mai	0,11	0,05	0,15	0,12	0,06	0,27	0,54	0,45	0,34
Juni	0,15	0,07	0,26	0,07	0,15	0,35	0,51	0,20	0,15
Juli	0,10	0,12	0,15	0,08	0,10	0,38	0,53	0,38	0,10
August	0,11	0,07	0,11	0,02	0,06	0,19	0,32	0,11	0,15
September	0,10	0,10	0,13	0,04	0,10	0,49	0,46	0,26	0,33
Oktober	Δ	0,14	0,02	0,00	0,02	0,13	0,16	0,13	Δ
November	0,12	0,07	0,07	0,02	0,02	0,21	0,26	0,09	0,12
Desember	0,14	0,07	0,05	0,02	0,05	0,08	0,07	0,10	0,12
Gj.snitt 1978	0,14	0,09	0,12	0,04	0,06	0,21	0,31	0,17	0,16
" 1977	0,13	0,12	0,19	0,08	0,12	0,24	0,32	0,12	0,26
" 1976	0,24	0,21	0,38	0,22	0,29	0,62	1,36	0,51	0,18

#: Prøven hadde høyt sandinnhold og er ikke tatt med i gjennomsnittet
 Δ: Prøven ødelagt, ingen analyse tatt.

Totalt gløda Vannu-sellig støvnedfall i g/m² pr. 30 døgn ved 9 målesteder i vre Ardal og på Ardalstangen 1978.

Måned	MÅLESTEDER								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Januar	8,5	5,1	4,2	0,4	1,5	5,8	15,9	1,9	8,8 *
Februar	Δ	4,0	2,3	0,4	1,8	5,2	12,3	2,5	11,1 *
Mars	6,8	4,5	5,7	1,3	4,6	8,9	12,3	7,1	23,9 *
April	5,4 *	2,3	6,5	0,5	2,6	14,5	32,4	3,9	9,6 *
Mai	4,3	2,1	4,9	1,4	2,2	9,5	27,5	4,0	5,1
Juni	4,0	4,6	10,1	0,8	1,6	8,7	19,1	4,2	11,0
Juli	3,5	2,7	3,5	0,5	2,5	5,6	16,9	3,0	5,5
August	3,9	3,1	3,5	0,6	1,3	5,2	13,5	5,3	9,1 *
September	4,8	3,5	3,4	0,6	2,1	9,0	18,7	7,1	10,1 *
Oktober	Δ	2,4	1,1	0,2	0,9	2,4	7,4	3,0	Δ
November	2,4	2,2	1,4	0,2	0,6	3,1	4,7	1,2	1,0
Desember	5,6	3,1	0,8	0,3	0,9	2,4	2,2	1,3	8,5 *
Gj.snitt 1978	4,9	3,3	4,0	0,6	1,9	6,7	15,2	3,7	5,7
" 1977	6,8	4,9	7,0	0,8	3,3	11,3	29,3	4,1	4,5
" 1976	6,9	4,6	7,0	0,8	2,3	11,4	29,7	4,1	4,3

*: Prøven hadde høyt sandinnhold og er ikke tatt med i gjennomsnittet
 Δ: Prøven øuelagt, ingen analyse tatt.

Totalt vannløselig silt nedfall i g/m² pr. 30 døgn v. 9 målesteder
i Øvre Årdal og på Årdalstangen 1978

Måned	M A L L E S T E D E R								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Januar	9,8	5,7	4,7	0,7	2,0	6,6	17,2	2,9	11,1 *
Februar	Δ	4,4	2,8	0,6	1,8	5,6	12,9	2,8	11,5 *
Mars	7,6	5,1	6,6	2,6	5,0	10,3	13,4	8,1	24,9 *
April	5,8 *	3,0	7,7	1,1	3,0	16,2	34,5	4,9	12,3 *
Mai	5,6	3,5	7,6	4,0	2,9	12,6	33,7	8,3	8,9
Juni	6,0	9,7	14,2	2,7	2,4	12,8	23,5	18,6	13,5 *
Juli	4,8	5,1	7,4	3,7	5,1	9,5	21,4	9,6	6,1
August	5,8	5,2	6,8	2,3	2,5	7,9	16,6	7,9	10,6 *
September	6,1	5,1	6,7	2,0	4,4	12,8	22,0	9,9	13,5 *
Oktober	Δ	4,1	2,5	1,1	2,0	5,1	9,2	5,1	Δ
November	3,4	1,0	2,4	0,5	1,1	5,2	6,9	3,0	1,8
Desember	6,2	3,5	1,0	0,5	1,2	2,9	2,7	1,9	9,1 *
Gj.snitt 1978	6,1	4,6	5,9	1,8	2,8	9,0	17,8	6,9	7,6
" 1977	8,0	6,2	10,7	2,1	4,4	14,6	33,5	5,7	6,6
" 1976	8,6	6,5	9,7	2,6	4,0	15,0	30,1	9,1	5,6

*: Prøven hadde høyt sandinnhold og er ikke tatt med i gjennomsnittet
Δ: Prøven ødelagt, ingen analyse tatt.

pH i nedbøren ved 7 målesteder i Øvre Ardal og p^a
Ardalstangen 1978

Måned	MÅLESTEDER								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Januar	5,1	5,5	5,3	4,5	4,6	5,1	5,3	4,6	4,6
Februar	Δ	6,2	6,1	6,1	6,1	5,8	6,1	5,4	5,4
Mars	5,7	5,7	5,5	5,6	5,1	5,1	5,2	5,4	5,4
April	5,1	4,7	7,2	4,5	5,4	5,1	5,5	4,3	4,4
Mai	5,0	4,3	4,4	4,1	4,6	4,5	4,7	4,1	3,8
Juni	5,2	5,2	5,4	5,2	5,5	5,3	5,0	5,1	5,2
Juli	4,4	4,2	4,5	4,3	4,2	4,2	4,4	4,4	3,8
August	4,2	4,3	4,4	4,0	4,2	4,1	4,5	4,1	4,3
September	4,0	4,1	4,2	4,2	4,1	4,1	4,3	4,1	4,1
Oktober	Δ	4,2	4,4	4,2	4,3	4,2	4,3	4,2	Δ
November	4,3	5,2	4,6	4,6	4,5	4,3	4,6	4,5	4,5
Desember	5,9	6,1	5,8	6,2	6,0	5,9	5,7	5,8	5,8
Gj.snitt 1978	4,9	5,0	5,2	4,8	4,9	4,8	5,0	4,7	4,7
" 1977	5,2	5,0	4,9	4,5	4,8	5,0	5,3	4,8	4,7
" 1976	5,2	5,2	4,7	4,5	4,4	4,8	5,0	4,6	4,4

*: Prøven hadde høyt sandinnhold og er ikke tatt med i gjennomsnittet
Δ: Prøven utelagt, ingen analyse tatt.

Ardal og Sunndal Verk a.s.
Ardal Verk

Analyse av fluorider, svovelforbindelser og surhetsgrad
i nedbør i Øvre Ardal, 1978

						1977
	1.kv.	2.kv.	3.kv.	4.kv.	Gj.sn.	Gj.sn.
<u>Lab., Øvre Ardal</u>						
Nedbør, mm gj.sn./uke	8,4	4,6	14,4	28,2	13,9	9,8
p.p.m. F_2 (mg F/l) min - max	18-87	7-83	5-37	3-63	3-87	7-109
mg F/m_2 , gj.sn./uke	253	146	176	308	221	172
mg S/m_2 , "	102	25	31	58	54	73
pH, "	5,9	5,8	5,3	5,4	5,6	5,5
<u>Moa</u>						
Nedbør, mm gj.sn./uke	6,1	4,8	14,4	28,7	13,5	8,7
p.p.m. F_2 (mg F/l) min - max	6-15	11-12	5-10	4-10	4-15	4-13
mg F/m_2 , gj.sn./uke	59	55	91	138	86	59
mg S/m_2 , "	36	43	45	73	49	66
pH, "	4,9	6,5	5,6	5,0	5,5	5,2
<u>Strandvegen, Farnes</u>						
Nedbør, mm gj.sn./uke	7,4	4,3	14,6	32,1	14,6	9,3
p.p.m. F_2 (mg F/l) min - max	3-15	6-8	2-11	1-5	1-15	2-14
mg F/m_2 , gj.sn./uke	52	29	48	68	49	43
mg S/m_2 , "	26	28	52	35	35	57
pH, "	5,5	6,4	6,3	5,8	6,0	5,6
<u>Bukta</u>						
Nedbør, mm gj.sn./uke	8,4	6,0	14,6	36,8	16,5	11,1
p.p.m. F_2 (mg F/l) min - max	3-12	4-6	2-3	1-7	1-12	1-13
mg F/m_2 , gj.sn./uke	54	28	35	92	52	50
mg S/m_2 , "	38	18	22	42	30	67
pH, "	5,1	6,9	5,7	5,2	5,7	5,3
<u>Øvgården, Utladal</u>						
Nedbør, mm gj.sn./uke	8,4	6,8	16,9	36,6	17,2	12,4
p.p.m. F_2 (mg F/l) min - max	2-3	2-3	1-4	0,56-2	0,56-4	0,8-3
mg F/m_2 , gj.sn./uke	20	17	31	42	28	23
mg S/m_2 , "	17	6	20	31	19	56
pH, "	4,8	7,0	5,7	5,0	5,6	5,4
<u>Melheim, Fardal</u>						
Nedbør, mm gj.sn./uke	7,1	6,3	17,1	34,9	16,4	12,2
p.p.m. F_2 (mg F/l) min - max	0,6-3	1-2	0,6-2	0,15-0,80	0,15-3	0,3-2
mg F/m_2 , gj.sn./uke	10	10	17	11	12	12
mg S/m_2 , "	12	10	22	17	15	60
pH, "	4,8	6,8	6,6	4,7	5,7	5,1
<u>Haug, Fardal</u>						
Nedbør, mm gj.sn./uke	7,9	6,5	21,1	30,8	16,6	12,6
p.p.m. F_2 (mg F/l) min - max	0,2-0,7	0,5-0,8	0,15-0,8	0,06-0,23	0,06-0,8	0,15-0,9
mg F/m_2 , gj.sn./uke	4	4	8	4	5	6
mg S/m_2 , "	7	10	9	10	9	53
pH, "	4,8	6,9	5,7	5,2	5,7	5,5

Analyse:

ARKIV
00897
KAN ARKIVERE
OFF.
U.C.

1.0280

Tillegg til RAPÅ 79/016

Støvnedfallsmålinger og Nedbørsmålinger I og omkring Fabrikkområdet på Årdalstangen og i Øvre Årdal for året 1978, samt gjennomsnitt 1976 og 1977.

På rapporten for Tjære skal det stå Vannuløslig Tjære.

Sted	Nr	K/F	Forsending	Sign	Sted	Nr	K/F	Forsending	Sign	Sted	Nr	K/F	Forsending	Sign
Hk		K	Glenjen DM4		HØ	K	Laboratoriesjer							
"		K	Pl				Kommunegartner Ellingsen Årdal							
Å		K	Tokvam				Fylkesgartner E. Johansen Leikanger							
"		K	Böhm				Distriktslege Wergeldsund Årdal							
"		K	E. Wæreid				Herrneds-kogmesteren i Indre Sogn, Sogndal							
"		K	H. Berg				Distriktsveterinar Østensvik, Lærdal							
"		K	P. Malterud					Hk	K			Bibliotek		
"		K	Bedriftslege					HØ	K			Bibliotek		
Su		K	Jarp					Su	K			Arkiv		
								Su	K			Bibliotek		
								Å	K			Arkiv		
								Å	K			Bibliotek		

219

MALESTASJONENE

Måleutstyret på de respektive målestasjoner er plassert slik at ikke nærliggende trær og bygninger skal forstyrre resultatet.

Rapporten omfatter følgende målestasjoner.

Stasjon nr.	I	Vee Side	F. Bøhm's	hage	ØA
"	"	II	Farnes Side	O. Midtun's	hage ØA
"	"	III	Lågreid	W. Lund-Johansen's	hage TA
"	"	IV	Håreid	J. Thorkildsen's	hage TA
"	"	V	Rindegjerdet		
"	"	VI	Lågreid	T. Lågreid's	hage TA
"	"	VII	Sekundærstasjonsområdet		TA
"	"	VIII	Ved kirke		TA
"	"	IX	Ved gamle hovedlab.		

Bilagene 1 og 2 viser kart over de to nedfallsområder rapporten omfatter.

OPPSAMLINGEN AV NEDFALLET

Oppsamlingen utføres med nedfallsmålere av typen "Standard Deposit Gauge". Utformingen vil fremgå av skisse og bilde på bilag 3.

Utstyret består av en oppsamlingstrakt av polyetylen forsynt med fuglebeskyttelse, en oppsamlingsflaske av polyetylen og et metallstativ. Traktens oppsamlingsflate = $0,0165 \text{ m}^2$.

Nedfallende støv oppsamles i trakten og videreføres til flaske med regnvann samt nedspyling med vann ved slutten av hver måleperiode.

Fuglebeskyttelsen skal være en forsikring for at ingen fugler skal sette seg på trakten og bidra til nedfallet. Ved slutten av hver måned byttes oppsamlingsflasken og prøven bringes til laboratoriet for analyse.

ANALYSE AV NEDFALLET

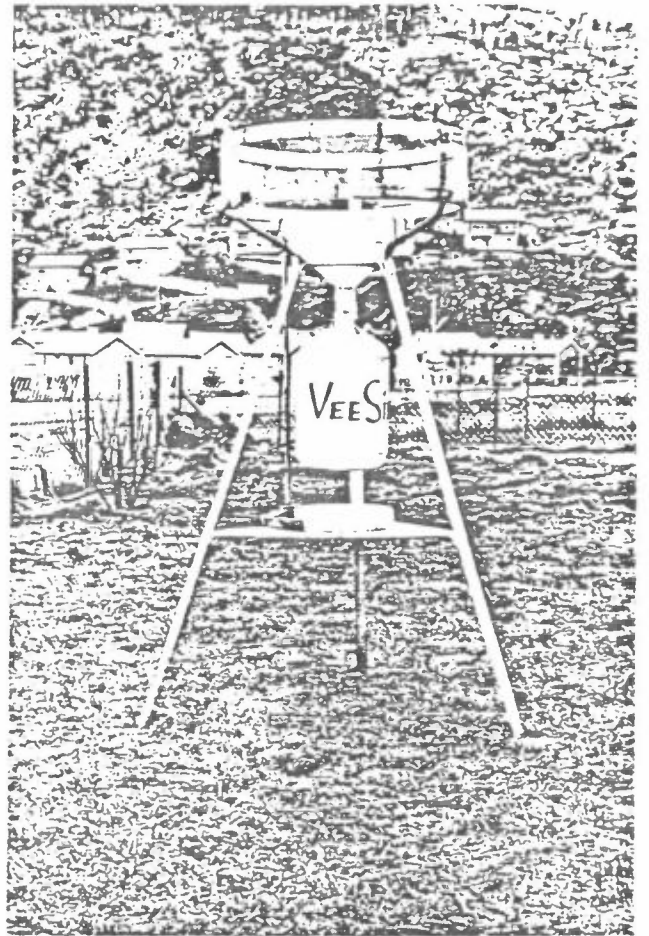
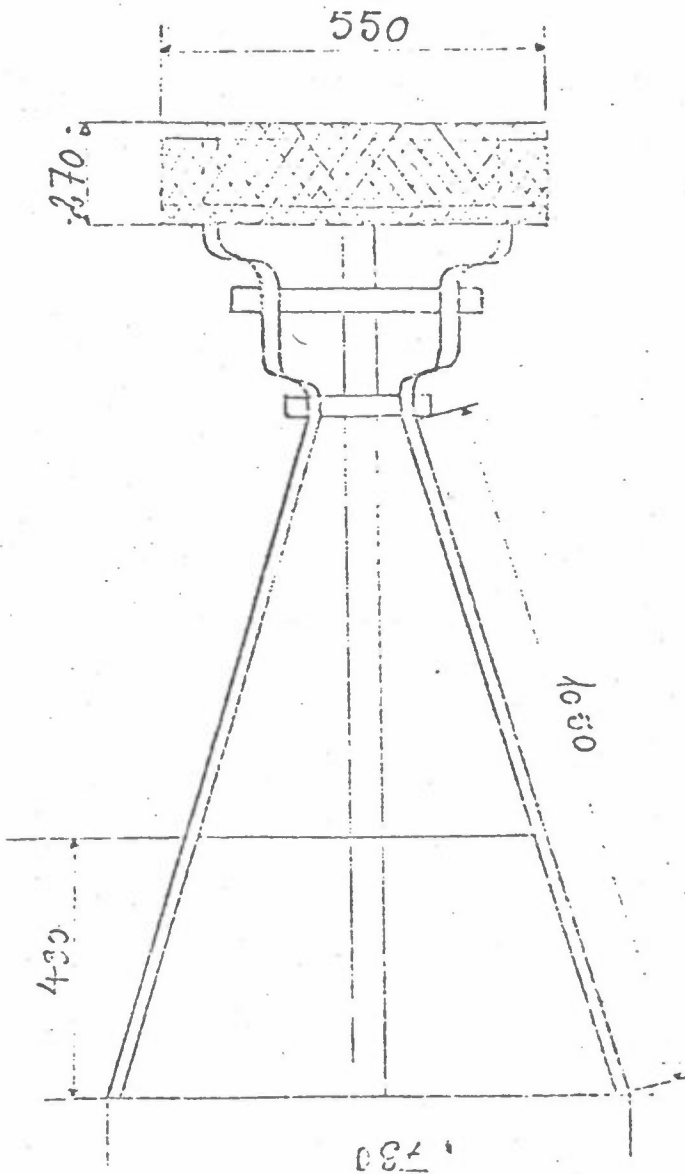
Prøven filtreres gjennom et veid 7,0 cm glassfiberfilter GF/A i büchnertrakt. Filtratmengden måles. (Vanlig mengde 3-10 l). Filter med uløst nedfall tørkes ved 110°C og veies. Derav beregnes vannuløselig nedfall uttrykt i g/m².

Filteret plasseres i trakten igjen og vaskes med varm toluene. Filteret tørkes og veies på ny. Derav beregnes g tjære/m² i nedfallet.

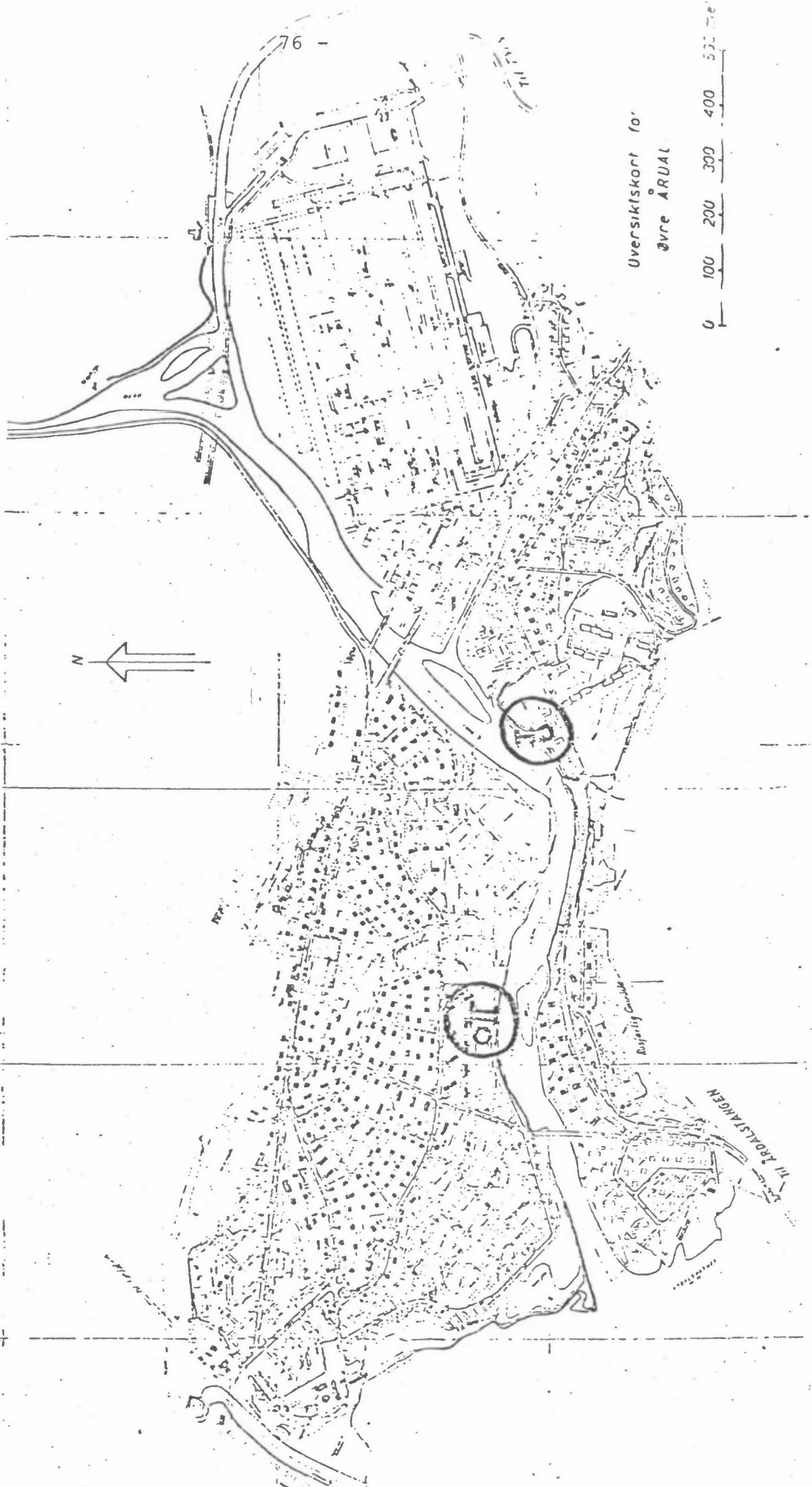
Filteret glødes ved 590°C og veies etter avkjøling. Det beregnes glødet vannuløslig nedfall, uttrykt i g/m². pH for filtratet måles og det blir analysert med hensyn på vannløst fluorid som g F/m² og Svoveldioksyd som g S/M².

B I L A G 3

Støvnedfallsmåler type S.D.G.



OVERSIKTSKART FOR ØVRE ÅRDAL



ØVRE ÅRDAL
OVERSIKTSKORT FOR

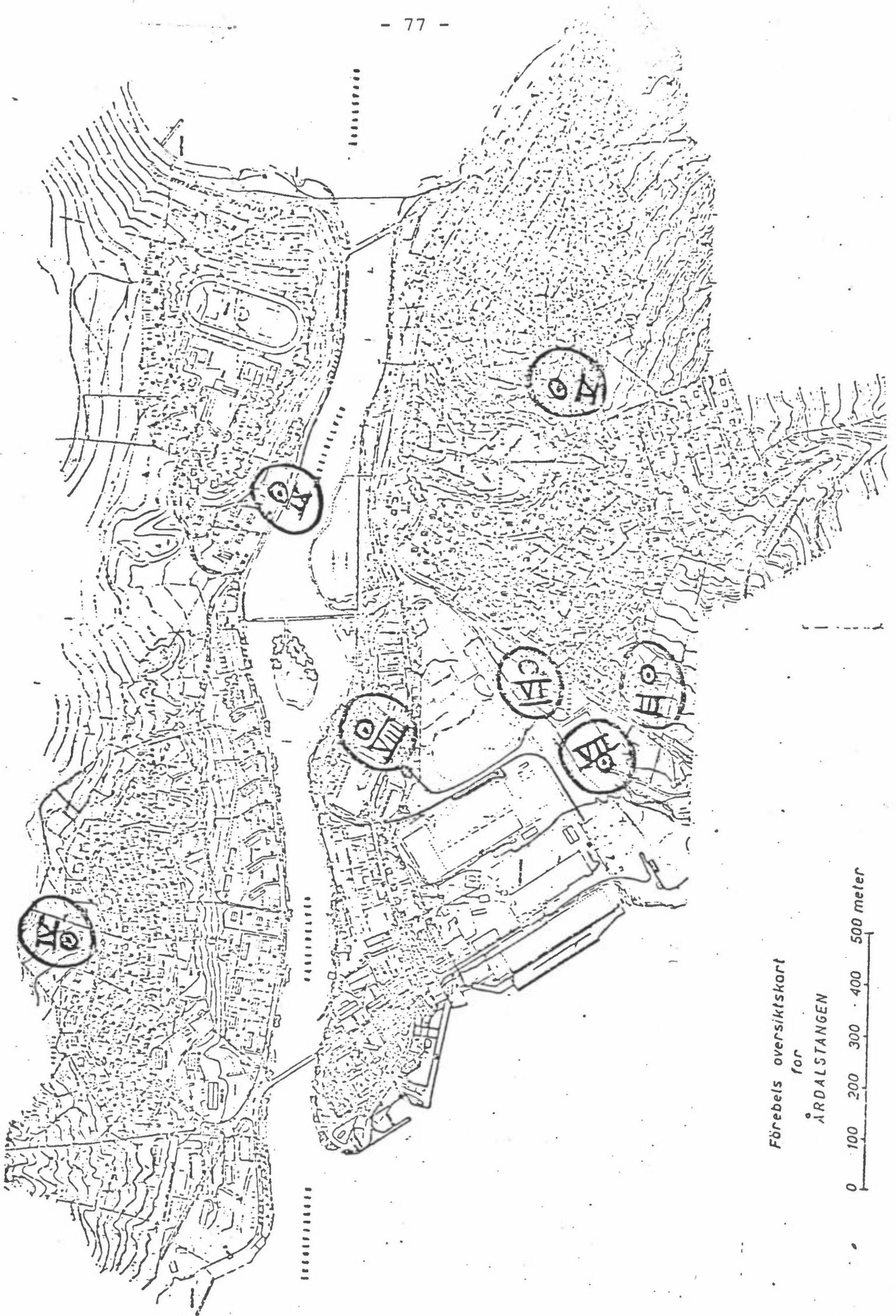
0 100 200 300 400 500 METER

10

11

ØVRE ÅRDAL
KOPPELSTANGEN





Förebels översiktskort
for
ÅRDALSTANGEN

0 100 200 300 400 500 meter

In 1981 and 1982 a multifaceted study of air quality was done in the areas surrounding four aluminum companies in Norway - Årdal, Årdalstangen, Høyanger and Mosjøen. Air quality, with special emphasis on polycyclic hydrocarbons, was measured during all four seasons. In addition winter and summer samples were also tested for mutagenicity (see Appendix G-VII for these results).

The following pages are taken from four NILU-reports (Thrane, 1983) entitled:

Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk.

- I : Luftkvalitet i Høyanger
- II : Luftkvalitet i Mosjøen
- III: Luftkvalitet i Øvre Årdal
- IV : Luftkvalitet i Årdalstangen

as well as a summary report -

Figures C-4 to C-6 present means of total PAH, fluoranthene and benzo-a-pyrene (ng/m^3) in ambient air surrounding the four factories for the four seasons in the order of: winter, spring, summer and fall.

Tables C-7 to C-14 present means for winter, spring, summer and fall around the four factories. Since winter and fall means are over two years, a table is also furnished separating the values for each year 1980 and 1981.

Finally the conclusions from the reports on Øvre Årdal and Årdalstangen are given. Pollutant values are higher at Øvre Årdal and Årdalstangen than at the other two stations. The unexpectedly low summer values at Øvre Årdal are probably related to unusual wind directions during the sampling period.

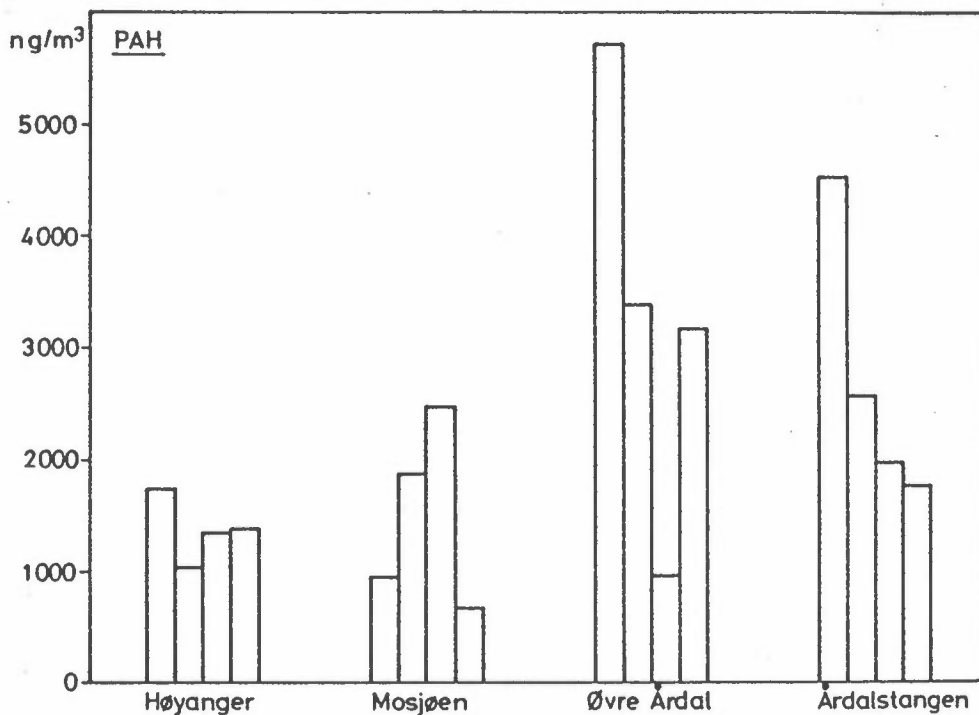


Figure C-4: Average concentrations of total polyaromatic hydrocarbons for each season around four Norwegian factories. Results in the order: winter, spring, summer and fall. Source: Thrane, 1983.

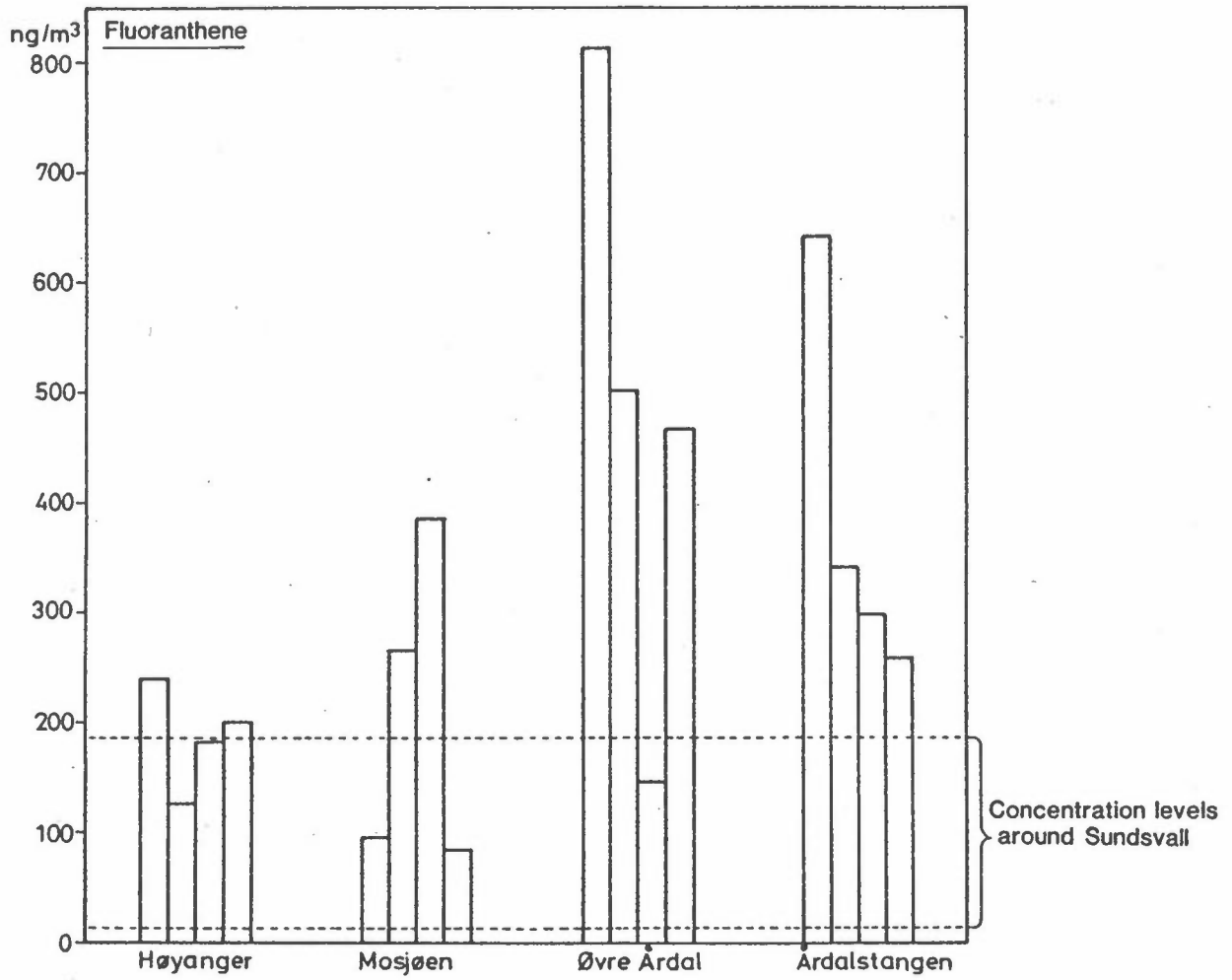


Figure C-5: Average concentrations of fluorethane for each season around four Norwegian factories. Results in the order: winter, spring, summer and fall. Source: Thrane, 1983.

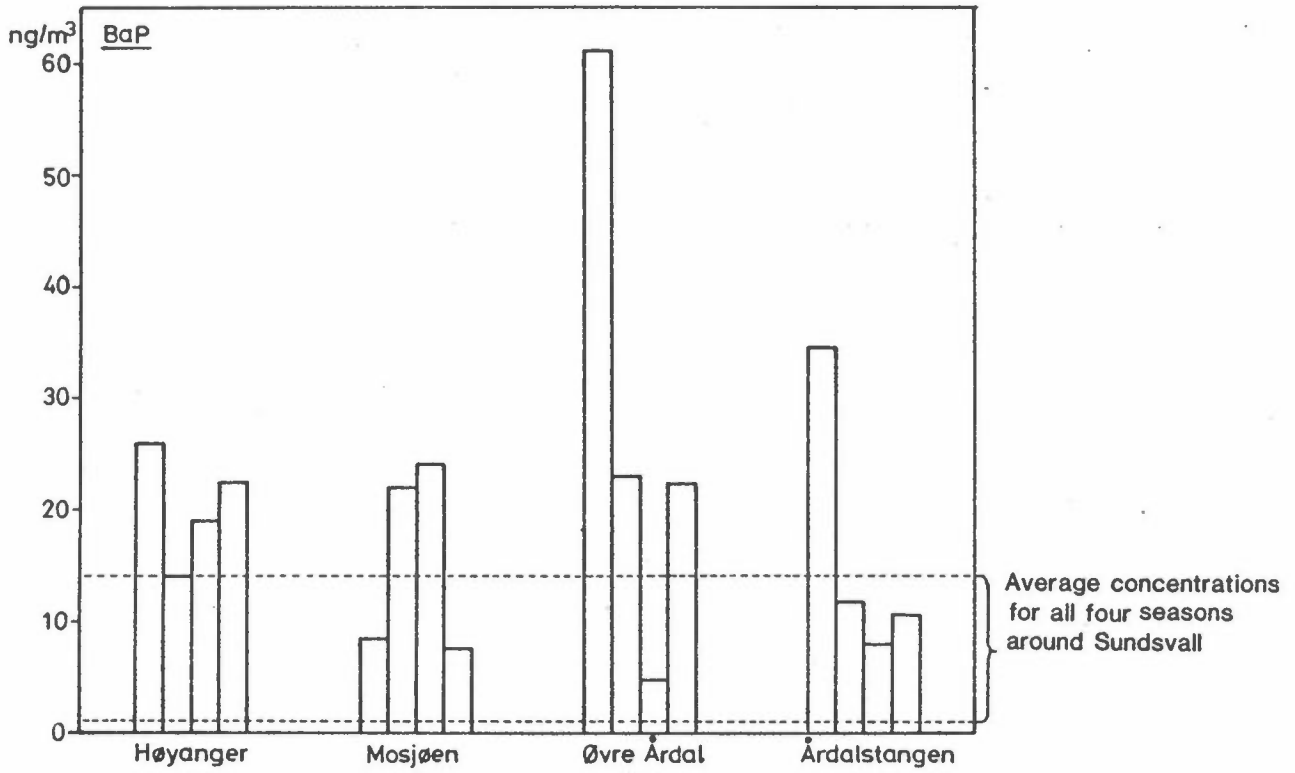


Figure C-6: Average concentrations of benzo-a-pyrene for each season around four Norwegian factories. Results in the order: winter, spring, summer and fall. Source: Thrane, 1983.

Table C-7: Øvre Årdal: Means of air quality, measurements for each season. Winter and fall values represent two year averages (1980 and 1981). Source: Thrane, 1983.

Vinter				Vår			
SA;KET2;0A100;SITE,ØVRE AARDAL PUR;MEAN-VALUE;*				SA;KET2;0A100;SITE,ØVRE AARDAL PUR;MEAN-VALUE;*			
33 VARIABLES:				33 VARIABLES:			
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION
1	900	88.884	SUSPENDED PARTICLES;HYG M-3	1	900	53.436	SUSPENDED PARTICLES;HYG M-3
2	910	21.313	CARBON;HYG M-3	2	910	11.082	CARBON;HYG M-3
3	920	8.379	PARTICULATE FLUORIDE;HYG M-3	3	920	1.982	PARTICULATE FLUORIDE;HYG M-3
4	1000		FLUORIDE;HYG M-3	4	1000		FLUORIDE;HYG M-3
5	1010	104.989	1-NAPHTHALENE;PAH;NG M-3	5	1010	62.254	1-NAPHTHALENE;PAH;NG M-3
6	1020	193.284	2-METHYL NAPHTHALENE;PAH;NG M-3	6	1020	68.864	2-METHYL NAPHTHALENE;PAH;NG M-3
7	1030	39.789	1-METHYL NAPHTHALENE;PAH;NG M-3	7	1030	38.073	1-METHYL NAPHTHALENE;PAH;NG M-3
8	1040	67.200	BIPHENYL;PAH;NG M-3	8	1040	36.864	BIPHENYL;PAH;NG M-3
9	1050	372.031	ACENAPHTENE;PAH;NG M-3	9	1050	193.454	ACENAPHTENE;PAH;NG M-3
10	1060	419.205	FLUORENE;PAH;NG M-3	10	1060	278.882	FLUORENE;PAH;NG M-3
11	1070	214.131	DIBENZOTHIOPHENE;PAH;NG M-3	11	1070	134.064	DIBENZOTHIOPHENE;PAH;NG M-3
12	1080	1760.952	PHENANTHRENE;PAH;NG M-3	12	1080	1232.363	PHENANTHRENE;PAH;NG M-3
13	1090	33.489	ANTHRACENE;PAH;NG M-3	13	1090	43.853	ANTHRACENE;PAH;NG M-3
14	1100	0.000	CARBAZOLE;PAH;NG M-3	14	1100	0.000	CARBAZOLE;PAH;NG M-3
15	1110	11.842	2-METHYL ANTHRACENE;PAH;NG M-3	15	1110	0.000	2-METHYL ANTHRACENE;PAH;NG M-3
16	1120	37.353	1-METHYL PHENANTHRENE;PAH;NG M-3	16	1120	31.745	1-METHYL PHENANTHRENE;PAH;NG M-3
17	1130	811.737	FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	17	1130	494.436	FLUORANTHENE;PAH;NG M-3
18	1140	490.631	PYRENE;PAH;NG M-3	18	1140	266.743	PYRENE;PAH;NG M-3
19	1150	178.353	BENZO A FLUORENE;PAH;NG M-3	19	1150	56.682	BENZO A FLUORENE;PAH;NG M-3
20	1160	122.210	BENZO B FLUORENE;PAH;NG M-3	20	1160	46.727	BENZO B FLUORENE;PAH;NG M-3
21	1170	158.347	BENZO A ANTHRACENE;PAH;NG M-3	21	1170	45.618	BENZO A ANTHRACENE;PAH;NG M-3
22	1180	263.179	CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAH;NG M-3	22	1180	118.973	CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAH;NG M-3
23	1190	183.974	BENZO J / K / B FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	23	1190	91.727	BENZO J / K / B FLUORANTHENE;PAH;NG M-3
24	1200	0.000	BENZO CHI FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	24	1200	0.000	BENZO CHI FLUORANTHENE;PAH;NG M-3
25	1210	86.238	BENZO E PYRENE BEP;PAH;NG M-3	25	1210	33.936	BENZO E PYRENE BEP;PAH;NG M-3
26	1220	61.068	BENZO A PYRENE BAP;PAH;NG M-3	26	1220	23.173	BENZO A PYRENE BAP;PAH;NG M-3
27	1230	8.274	PERYLENE;PAH;NG M-3	27	1230	2.336	PERYLENE;PAH;NG M-3
28	1240	37.647	O-PHENYLENE PYRENE;PAH;NG M-3	28	1240	15.327	O-PHENYLENE PYRENE;PAH;NG M-3
29	1250	10.893	DIBENZO AC / AB ANTHRACENE;PAH;NG M-3	29	1250	4.318	DIBENZO AC / AB ANTHRACENE;PAH;NG M-3
30	1260	44.589	BENZO CHI PERYLENE;PAH;NG M-3	30	1260	13.453	BENZO CHI PERYLENE;PAH;NG M-3
31	1270	3.911	ANTHRANTHRENE;PAH;NG M-3	31	1270	0.391	ANTHRANTHRENE;PAH;NG M-3
32	1280	8.995	CORONENE;PAH;NG M-3	32	1280	3.009	CORONENE;PAH;NG M-3
33	2000	3698.028	TOTAL PAH;NG M-3	33	2000	3363.867	TOTAL PAH;NG M-3
Sommer				Høst			
SA;KET2;0A100;SITE,ØVRE AARDAL PUR;MEAN-VALUE;*				SA;KET2;0A100;SITE,ØVRE AARDAL PUR;MEAN-VALUE;*			
33 VARIABLES:				33 VARIABLES:			
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION
1	900	32.600	SUSPENDED PARTICLES;HYG M-3	1	900	42.053	SUSPENDED PARTICLES;HYG M-3
2	910	7.056	CARBON;HYG M-3	2	910	11.697	CARBON;HYG M-3
3	920	0.433	PARTICULATE FLUORIDE;HYG M-3	3	920	2.319	PARTICULATE FLUORIDE;HYG M-3
4	1000		FLUORIDE;HYG M-3	4	1000		FLUORIDE;HYG M-3
5	1010	9.311	1-NAPHTHALENE;PAH;NG M-3	5	1010	29.859	1-NAPHTHALENE;PAH;NG M-3
6	1020	6.203	2-METHYL NAPHTHALENE;PAH;NG M-3	6	1020	9.018	2-METHYL NAPHTHALENE;PAH;NG M-3
7	1030	3.822	1-METHYL NAPHTHALENE;PAH;NG M-3	7	1030	3.388	1-METHYL NAPHTHALENE;PAH;NG M-3
8	1040	7.856	BIPHENYL;PAH;NG M-3	8	1040	14.347	BIPHENYL;PAH;NG M-3
9	1050	30.467	ACENAPHTENE;PAH;NG M-3	9	1050	166.459	ACENAPHTENE;PAH;NG M-3
10	1060	77.344	FLUORENE;PAH;NG M-3	10	1060	249.459	FLUORENE;PAH;NG M-3
11	1070	42.956	DIBENZOTHIOPHENE;PAH;NG M-3	11	1070	130.712	DIBENZOTHIOPHENE;PAH;NG M-3
12	1080	398.644	PHENANTHRENE;PAH;NG M-3	12	1080	1114.376	PHENANTHRENE;PAH;NG M-3
13	1090	0.433	ANTHRACENE;PAH;NG M-3	13	1090	60.841	ANTHRACENE;PAH;NG M-3
14	1100	0.000	CARBAZOLE;PAH;NG M-3	14	1100	0.000	CARBAZOLE;PAH;NG M-3
15	1110	0.000	2-METHYL ANTHRACENE;PAH;NG M-3	15	1110	16.653	2-METHYL ANTHRACENE;PAH;NG M-3
16	1120	10.922	1-METHYL PHENANTHRENE;PAH;NG M-3	16	1120	36.900	1-METHYL PHENANTHRENE;PAH;NG M-3
17	1130	144.700	FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	17	1130	466.641	FLUORANTHENE;PAH;NG M-3
18	1140	71.011	PYRENE;PAH;NG M-3	18	1140	293.376	PYRENE;PAH;NG M-3
19	1150	10.222	BENZO A FLUORENE;PAH;NG M-3	19	1150	86.971	BENZO A FLUORENE;PAH;NG M-3
20	1160	10.489	BENZO B FLUORENE;PAH;NG M-3	20	1160	37.094	BENZO B FLUORENE;PAH;NG M-3
21	1170	12.909	BENZO A ANTHRACENE;PAH;NG M-3	21	1170	70.688	BENZO A ANTHRACENE;PAH;NG M-3
22	1180	33.000	CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAH;NG M-3	22	1180	116.723	CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAH;NG M-3
23	1190	27.789	BENZO J / K / B FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	23	1190	118.841	BENZO J / K / B FLUORANTHENE;PAH;NG M-3
24	1200	0.000	BENZO CHI FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	24	1200	0.000	BENZO CHI FLUORANTHENE;PAH;NG M-3
25	1210	9.422	BENZO E PYRENE BEP;PAH;NG M-3	25	1210	31.300	BENZO E PYRENE BEP;PAH;NG M-3
26	1220	4.800	BENZO A PYRENE BAP;PAH;NG M-3	26	1220	22.253	BENZO A PYRENE BAP;PAH;NG M-3
27	1230	0.322	PERYLENE;PAH;NG M-3	27	1230	4.282	PERYLENE;PAH;NG M-3
28	1240	3.911	O-PHENYLENE PYRENE;PAH;NG M-3	28	1240	15.329	O-PHENYLENE PYRENE;PAH;NG M-3
29	1250	1.111	DIBENZO AC / AB ANTHRACENE;PAH;NG M-3	29	1250	3.076	DIBENZO AC / AB ANTHRACENE;PAH;NG M-3
30	1260	4.444	BENZO CHI PERYLENE;PAH;NG M-3	30	1260	16.318	BENZO CHI PERYLENE;PAH;NG M-3
31	1270	0.411	ANTHRANTHRENE;PAH;NG M-3	31	1270	0.900	ANTHRANTHRENE;PAH;NG M-3
32	1280	1.044	CORONENE;PAH;NG M-3	32	1280	4.347	CORONENE;PAH;NG M-3
33	2000	931.854	TOTAL PAH;NG M-3	33	2000	3144.948	TOTAL PAH;NG M-3

Table C-8: Øvre Årdal: Means of air quality measurements for each of the two sampling years (1980 and 1981) for fall (upper set) and winter (lower set). Source: Thrane, 1983.

Table with 4 main sections: Høst 1980, Høst 1981, Vinter 1980/81, and Vinter 1981/82. Each section contains a table with columns for Variable, Index, Value, and Variable Description. The descriptions list various pollutants such as suspended particles, carbon, and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).

Table C-9: Årdalstangen: Means of air quality measurements for each season. Winter and fall values represent two year averages (1980 and 1981). Source: Thrane, 1983.

Vinter				Vår			
SA:KET2;AT100;SITE:AARDALSTANGEN 24H.FOR:MEAN-VALUE:*				SA:KET2;AT100;SITE:AARDALSTANGEN 24H.FOR:MEAN-VALUE:*			
33 VARIABLES:				33 VARIABLES:			
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION
1	900	72.829	SUSPENDED PARTICLES;NYC M-3	1	900	62.069	SUSPENDED PARTICLES;NYC M-3
2	910	17.819	CARBON;NYC M-3	2	910	10.700	CARBON;NYC M-3
3	920	3.080	PARTICULATE FLUORIDE;NYC M-3	3	920	0.436	PARTICULATE FLUORIDE;NYC M-3
4	1000	0.000	FLUORIDE;NYC M-3	4	1000	0.000	FLUORIDE;NYC M-3
5	1010	116.600	1-NAPHTALENE;PAR;NG M-3	5	1010	72.233	1-NAPHTALENE;PAR;NG M-3
6	1020	77.080	2-METHYL NAPHTALENE;PAR;NG M-3	6	1020	49.800	2-METHYL NAPHTALENE;PAR;NG M-3
7	1030	43.950	1-METHYL NAPHTALENE;PAR;NG M-3	7	1030	28.275	1-METHYL NAPHTALENE;PAR;NG M-3
8	1040	87.280	BIPHENYL;PAR;NG M-3	8	1040	56.817	BIPHENYL;PAR;NG M-3
9	1050	326.583	ACENAPHTENE;PAR;NG M-3	9	1050	157.608	ACENAPHTENE;PAR;NG M-3
10	1060	385.190	FLUORENE;PAR;NG M-3	10	1060	211.228	FLUORENE;PAR;NG M-3
11	1070	181.780	DIBENZOTHIOPHENE;PAR;NG M-3	11	1070	114.908	DIBENZOTHIOPHENE;PAR;NG M-3
12	1080	1810.149	PHENANTHRENE;PAR;NG M-3	12	1080	1048.750	PHENANTHRENE;PAR;NG M-3
13	1090	48.183	ANTHRACENE;PAR;NG M-3	13	1090	27.450	ANTHRACENE;PAR;NG M-3
14	1100	0.000	CARBAZOLE;PAR;NG M-3	14	1100	0.000	CARBAZOLE;PAR;NG M-3
15	1110	1.770	2-METHYL ANTHRACENE;PAR;NG M-3	15	1110	0.000	2-METHYL ANTHRACENE;PAR;NG M-3
16	1120	40.760	1-METHYL PHENANTHRENE;PAR;NG M-3	16	1120	18.183	1-METHYL PHENANTHRENE;PAR;NG M-3
17	1130	637.925	FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3	17	1130	337.975	FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3
18	1140	332.345	PYRENE;PAR;NG M-3	18	1140	165.858	PYRENE;PAR;NG M-3
19	1150	106.003	BENZO A FLUORENE;PAR;NG M-3	19	1150	17.400	BENZO A FLUORENE;PAR;NG M-3
20	1160	76.343	BENZO B FLUORENE;PAR;NG M-3	20	1160	18.242	BENZO B FLUORENE;PAR;NG M-3
21	1170	92.483	BENZO A ANTHRACENE;PAR;NG M-3	21	1170	21.600	BENZO A ANTHRACENE;PAR;NG M-3
22	1180	168.870	CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAR;NG M-3	22	1180	61.742	CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAR;NG M-3
23	1190	124.935	BENZO J / K / B FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3	23	1190	54.033	BENZO J / K / B FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3
24	1200	0.000	BENZO GHI FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3	24	1200	0.000	BENZO GHI FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3
25	1210	51.230	BENZO E PYRENE BAP;PAR;NG M-3	25	1210	18.742	BENZO E PYRENE BAP;PAR;NG M-3
26	1220	34.433	BENZO A PYRENE BAP;PAR;NG M-3	26	1220	11.717	BENZO A PYRENE BAP;PAR;NG M-3
27	1230	5.070	PERYLENE;PAR;NG M-3	27	1230	0.958	PERYLENE;PAR;NG M-3
28	1240	22.495	0-PHENYLENE PYRENE;PAR;NG M-3	28	1240	8.947	0-PHENYLENE PYRENE;PAR;NG M-3
29	1250	5.560	DIBENZO AC / AB ANTHRACENE;PAR;NG M-3	29	1250	1.423	DIBENZO AC / AB ANTHRACENE;PAR;NG M-3
30	1260	24.480	BENZO GHI PERYLENE;PAR;NG M-3	30	1260	9.583	BENZO GHI PERYLENE;PAR;NG M-3
31	1270	1.180	ANTHANTHRENE;PAR;NG M-3	31	1270	0.367	ANTHANTHRENE;PAR;NG M-3
32	1280	3.600	CORONENE;PAR;NG M-3	32	1280	2.042	CORONENE;PAR;NG M-3
33	2000	4497.371	TOTAL PAR;NG M-3	33	2000	2836.098	TOTAL PAR;NG M-3

Sommer				Høst			
SA:KET2;AT100;SITE:AARDALSTANGEN 24H.FOR:MEAN-VALUE:*				SA:KET2;AT100;SITE:AARDALSTANGEN 24H.FOR:MEAN-VALUE:*			
33 VARIABLES:				33 VARIABLES:			
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION
1	900	39.700	SUSPENDED PARTICLES;NYC M-3	1	900	52.768	SUSPENDED PARTICLES;NYC M-3
2	910	10.210	CARBON;NYC M-3	2	910	12.004	CARBON;NYC M-3
3	920	0.237	PARTICULATE FLUORIDE;NYC M-3	3	920	0.971	PARTICULATE FLUORIDE;NYC M-3
4	1000	0.000	FLUORIDE;NYC M-3	4	1000	0.000	FLUORIDE;NYC M-3
5	1010	30.900	1-NAPHTALENE;PAR;NG M-3	5	1010	26.482	1-NAPHTALENE;PAR;NG M-3
6	1020	15.740	2-METHYL NAPHTALENE;PAR;NG M-3	6	1020	8.435	2-METHYL NAPHTALENE;PAR;NG M-3
7	1030	8.980	1-METHYL NAPHTALENE;PAR;NG M-3	7	1030	5.141	1-METHYL NAPHTALENE;PAR;NG M-3
8	1040	37.110	BIPHENYL;PAR;NG M-3	8	1040	22.029	BIPHENYL;PAR;NG M-3
9	1050	59.220	ACENAPHTENE;PAR;NG M-3	9	1050	73.204	ACENAPHTENE;PAR;NG M-3
10	1060	123.630	FLUORENE;PAR;NG M-3	10	1060	123.338	FLUORENE;PAR;NG M-3
11	1070	93.900	DIBENZOTHIOPHENE;PAR;NG M-3	11	1070	79.288	DIBENZOTHIOPHENE;PAR;NG M-3
12	1080	887.500	PHENANTHRENE;PAR;NG M-3	12	1080	708.588	PHENANTHRENE;PAR;NG M-3
13	1090	49.640	ANTHRACENE;PAR;NG M-3	13	1090	34.338	ANTHRACENE;PAR;NG M-3
14	1100	0.000	CARBAZOLE;PAR;NG M-3	14	1100	0.000	CARBAZOLE;PAR;NG M-3
15	1110	0.000	2-METHYL ANTHRACENE;PAR;NG M-3	15	1110	3.094	2-METHYL ANTHRACENE;PAR;NG M-3
16	1120	16.900	1-METHYL PHENANTHRENE;PAR;NG M-3	16	1120	17.941	1-METHYL PHENANTHRENE;PAR;NG M-3
17	1130	296.800	FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3	17	1130	287.118	FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3
18	1140	149.280	PYRENE;PAR;NG M-3	18	1140	140.982	PYRENE;PAR;NG M-3
19	1150	16.480	BENZO A FLUORENE;PAR;NG M-3	19	1150	33.476	BENZO A FLUORENE;PAR;NG M-3
20	1160	14.420	BENZO B FLUORENE;PAR;NG M-3	20	1160	20.083	BENZO B FLUORENE;PAR;NG M-3
21	1170	21.880	BENZO A ANTHRACENE;PAR;NG M-3	21	1170	31.197	BENZO A ANTHRACENE;PAR;NG M-3
22	1180	87.170	CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAR;NG M-3	22	1180	83.223	CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAR;NG M-3
23	1190	30.310	BENZO J / K / B FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3	23	1190	44.288	BENZO J / K / B FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3
24	1200	0.000	BENZO GHI FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3	24	1200	0.000	BENZO GHI FLUORANTHRENE;PAR;NG M-3
25	1210	12.480	BENZO E PYRENE BAP;PAR;NG M-3	25	1210	16.500	BENZO E PYRENE BAP;PAR;NG M-3
26	1220	7.900	BENZO A PYRENE BAP;PAR;NG M-3	26	1220	10.682	BENZO A PYRENE BAP;PAR;NG M-3
27	1230	1.300	PERYLENE;PAR;NG M-3	27	1230	2.024	PERYLENE;PAR;NG M-3
28	1240	6.640	0-PHENYLENE PYRENE;PAR;NG M-3	28	1240	8.188	0-PHENYLENE PYRENE;PAR;NG M-3
29	1250	2.940	DIBENZO AC / AB ANTHRACENE;PAR;NG M-3	29	1250	2.924	DIBENZO AC / AB ANTHRACENE;PAR;NG M-3
30	1260	6.480	BENZO GHI PERYLENE;PAR;NG M-3	30	1260	14.441	BENZO GHI PERYLENE;PAR;NG M-3
31	1270	0.820	ANTHANTHRENE;PAR;NG M-3	31	1270	0.429	ANTHANTHRENE;PAR;NG M-3
32	1280	3.300	CORONENE;PAR;NG M-3	32	1280	1.971	CORONENE;PAR;NG M-3
33	2000	1940.136	TOTAL PAR;NG M-3	33	2000	1744.096	TOTAL PAR;NG M-3

Table C-10: Årdalstangen: Means of air quality measurements for each of the two sampling years (1980 and 1981) for fall (upper set) and winter (lower set). Source: Thrane, 1983.

Table with four main sections: Høst 1980, Høst 1981, Vinter 1980/81, and Vinter 1981/82. Each section contains a table of 33 variables with columns for variable index, value, and variable description. The descriptions include various pollutants like suspended particles, carbon, and organic compounds.

Table C-11: Høyanger: Means of air quality measurements for each season. Winter and fall values represent two year average (1980 and 1981). Source: Thrane, 1983.

Vinter					Vår				
SA;KET2;C100;SITE.HOYANGER MEAN-VALUE;*					SA;KET2;C100;SITE.HOYANGER MEAN-VALUE;*				
33 VARIABLES:					33 VARIABLES:				
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION		VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	
1	900	32.195	SUSPENDED PARTICLES;HYC M-3		1	900	92.982	SUSPENDED PARTICLES;HYC M-3	
2	910	14.474	CARBON;HYC M-3		2	910	9.973	CARBON;HYC M-3	
3	920	1.339	PARTICULATE FLUORIDE;HYC M-3		3	920	0.535	PARTICULATE FLUORIDE;HYC M-3	
4	1000		;FLUORIDE;HYC M-3		4	1000		;FLUORIDE;HYC M-3	
5	1010	44.886	;NAPHTALENE;PAH;NG M-3		5	1010	15.609	;NAPHTALENE;PAH;NG M-3	
6	1020	26.091	;2-METHYL NAPHTALENE;PAH;NG M-3		6	1020	20.335	;2-METHYL NAPHTALENE;PAH;NG M-3	
7	1030	17.223	;1-METHYL NAPHTALENE;PAH;NG M-3		7	1030	12.055	;1-METHYL NAPHTALENE;PAH;NG M-3	
8	1040	20.186	;BIPHENYL;PAH;NG M-3		8	1040	11.073	;BIPHENYL;PAH;NG M-3	
9	1050	128.491	;ACENAPHTENE;PAH;NG M-3		9	1050	121.191	;ACENAPHTENE;PAH;NG M-3	
10	1060	132.068	;FLUORENE;PAH;NG M-3		10	1060	95.889	;FLUORENE;PAH;NG M-3	
11	1070	52.914	;DIBENZOTHIOPHENE;PAH;NG M-3		11	1070	34.569	;DIBENZOTHIOPHENE;PAH;NG M-3	
12	1080	429.318	;PHENANTHRENE;PAH;NG M-3		12	1080	281.169	;PHENANTHRENE;PAH;NG M-3	
13	1090	23.123	;ANTHRACENE;PAH;NG M-3		13	1090	12.944	;ANTHRACENE;PAH;NG M-3	
14	1100	3.823	;CARBAZOLE;PAH;NG M-3		14	1100	0.060	;CARBAZOLE;PAH;NG M-3	
15	1110	1.082	;2-METHYL ANTHRACENE;PAH;NG M-3		15	1110	0.000	;2-METHYL ANTHRACENE;PAH;NG M-3	
16	1120	23.764	;1-METHYL PHENANTHRENE;PAH;NG M-3		16	1120	7.782	;1-METHYL PHENANTHRENE;PAH;NG M-3	
17	1130	239.918	;FLUORANTHENE;PAH;NG M-3		17	1130	126.245	;FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	
18	1140	151.459	;PYRENE;PAH;NG M-3		18	1140	76.282	;PYRENE;PAH;NG M-3	
19	1150	34.650	;BENZO A FLUORENE;PAH;NG M-3		19	1150	10.773	;BENZO A FLUORENE;PAH;NG M-3	
20	1160	25.535	;BENZO B FLUORENE;PAH;NG M-3		20	1160	8.400	;BENZO B FLUORENE;PAH;NG M-3	
21	1170	48.945	;BENZO A ANTHRACENE;PAH;NG M-3		21	1170	16.327	;BENZO A ANTHRACENE;PAH;NG M-3	
22	1180	36.691	;CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAH;NG M-3		22	1180	47.791	;CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAH;NG M-3	
23	1190	96.054	;BENZO J / K / B FLUORANTHENE;PAH;NG M-3		23	1190	57.180	;BENZO J / K / B FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	
24	1200	0.000	;BENZO GRI FLUORANTHENE;PAH;NG M-3		24	1200	0.000	;BENZO GRI FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	
25	1210	40.964	;BENZO E PYRENE BEP;PAH;NG M-3		25	1210	24.682	;BENZO E PYRENE BEP;PAH;NG M-3	
26	1220	23.714	;BENZO A PYRENE BAP;PAH;NG M-3		26	1220	13.982	;BENZO A PYRENE BAP;PAH;NG M-3	
27	1230	4.936	;PERYLENE;PAH;NG M-3		27	1230	1.964	;PERYLENE;PAH;NG M-3	
28	1240	26.395	;O-PHENYLENE PYRENE;PAH;NG M-3		28	1240	15.482	;O-PHENYLENE PYRENE;PAH;NG M-3	
29	1250	7.400	;DIBENZO AC / AH ANTHRACENE;PAH;NG M-3		29	1250	3.918	;DIBENZO AC / AH ANTHRACENE;PAH;NG M-3	
30	1260	30.823	;BENZO GRI PERYLENE;PAH;NG M-3		30	1260	16.300	;BENZO GRI PERYLENE;PAH;NG M-3	
31	1270	2.183	;ANTHANTHRENE;PAH;NG M-3		31	1270	0.335	;ANTHANTHRENE;PAH;NG M-3	
32	1280	7.341	;CORONENE;PAH;NG M-3		32	1280	2.873	;CORONENE;PAH;NG M-3	
33	2000	1731.914	;TOTAL PAH;NG M-3		33	2000	1035.125	;TOTAL PAH;NG M-3	

Sommer					Høst				
SA;KET2;C100;SITE.HOYANGER MEAN-VALUE;*					SA;KET2;C100;SITE.HOYANGER MEAN-VALUE;*				
33 VARIABLES:					33 VARIABLES:				
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION		VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	
1	900	83.292	SUSPENDED PARTICLES;HYC M-3		1	900	81.371	SUSPENDED PARTICLES;HYC M-3	
2	910	8.603	CARBON;HYC M-3		2	910	10.994	CARBON;HYC M-3	
3	920	1.000	PARTICULATE FLUORIDE;HYC M-3		3	920	1.088	PARTICULATE FLUORIDE;HYC M-3	
4	1000		;FLUORIDE;HYC M-3		4	1000		;FLUORIDE;HYC M-3	
5	1010	12.417	;NAPHTALENE;PAH;NG M-3		5	1010	33.729	;NAPHTALENE;PAH;NG M-3	
6	1020	11.923	;2-METHYL NAPHTALENE;PAH;NG M-3		6	1020	13.541	;2-METHYL NAPHTALENE;PAH;NG M-3	
7	1030	7.392	;1-METHYL NAPHTALENE;PAH;NG M-3		7	1030	8.629	;1-METHYL NAPHTALENE;PAH;NG M-3	
8	1040	6.700	;BIPHENYL;PAH;NG M-3		8	1040	19.612	;BIPHENYL;PAH;NG M-3	
9	1050	73.583	;ACENAPHTENE;PAH;NG M-3		9	1050	106.835	;ACENAPHTENE;PAH;NG M-3	
10	1060	114.258	;FLUORENE;PAH;NG M-3		10	1060	90.406	;FLUORENE;PAH;NG M-3	
11	1070	46.633	;DIBENZOTHIOPHENE;PAH;NG M-3		11	1070	35.788	;DIBENZOTHIOPHENE;PAH;NG M-3	
12	1080	376.083	;PHENANTHRENE;PAH;NG M-3		12	1080	323.294	;PHENANTHRENE;PAH;NG M-3	
13	1090	15.700	;ANTHRACENE;PAH;NG M-3		13	1090	18.535	;ANTHRACENE;PAH;NG M-3	
14	1100	0.000	;CARBAZOLE;PAH;NG M-3		14	1100	0.090	;CARBAZOLE;PAH;NG M-3	
15	1110	0.000	;2-METHYL ANTHRACENE;PAH;NG M-3		15	1110	8.200	;2-METHYL ANTHRACENE;PAH;NG M-3	
16	1120	11.600	;1-METHYL PHENANTHRENE;PAH;NG M-3		16	1120	15.947	;1-METHYL PHENANTHRENE;PAH;NG M-3	
17	1130	183.367	;FLUORANTHENE;PAH;NG M-3		17	1130	199.518	;FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	
18	1140	114.367	;PYRENE;PAH;NG M-3		18	1140	132.829	;PYRENE;PAH;NG M-3	
19	1150	23.800	;BENZO A FLUORENE;PAH;NG M-3		19	1150	25.841	;BENZO A FLUORENE;PAH;NG M-3	
20	1160	18.650	;BENZO B FLUORENE;PAH;NG M-3		20	1160	23.824	;BENZO B FLUORENE;PAH;NG M-3	
21	1170	33.617	;BENZO A ANTHRACENE;PAH;NG M-3		21	1170	33.012	;BENZO A ANTHRACENE;PAH;NG M-3	
22	1180	76.042	;CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAH;NG M-3		22	1180	77.576	;CHRYSENE / TRIPHENYLENE;PAH;NG M-3	
23	1190	88.933	;BENZO J / K / B FLUORANTHENE;PAH;NG M-3		23	1190	82.212	;BENZO J / K / B FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	
24	1200	0.000	;BENZO GRI FLUORANTHENE;PAH;NG M-3		24	1200	0.000	;BENZO GRI FLUORANTHENE;PAH;NG M-3	
25	1210	36.467	;BENZO E PYRENE BEP;PAH;NG M-3		25	1210	33.394	;BENZO E PYRENE BEP;PAH;NG M-3	
26	1220	18.908	;BENZO A PYRENE BAP;PAH;NG M-3		26	1220	22.318	;BENZO A PYRENE BAP;PAH;NG M-3	
27	1230	3.142	;PERYLENE;PAH;NG M-3		27	1230	3.288	;PERYLENE;PAH;NG M-3	
28	1240	23.158	;O-PHENYLENE PYRENE;PAH;NG M-3		28	1240	22.900	;O-PHENYLENE PYRENE;PAH;NG M-3	
29	1250	7.173	;DIBENZO AC / AH ANTHRACENE;PAH;NG M-3		29	1250	6.976	;DIBENZO AC / AH ANTHRACENE;PAH;NG M-3	
30	1260	30.067	;BENZO GRI PERYLENE;PAH;NG M-3		30	1260	25.482	;BENZO GRI PERYLENE;PAH;NG M-3	
31	1270	1.300	;ANTHANTHRENE;PAH;NG M-3		31	1270	1.024	;ANTHANTHRENE;PAH;NG M-3	
32	1280	7.725	;CORONENE;PAH;NG M-3		32	1280	7.733	;CORONENE;PAH;NG M-3	
33	2000	1341.386	;TOTAL PAH;NG M-3		33	2000	1379.661	;TOTAL PAH;NG M-3	

Table C-12: Høyanger: Means of air quality measurements for each of the two sampling years (1980 and 1981) for fall (upper set) and winter (lower set).

Source: Thrane, 1983.

SA:K12;H100;SITE:HOYANGER;DATE:1980.OCT NOV PUR:MEAN-VALUE;*				SA:K12;H140;SITE:HOYANGER;DATE:1981.SEP OCT NOV 24H,PUR:MEAN-VALUE;*			
30 VARIABLES:				30 VARIABLES:			
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION
1	1000	0.000	FLUORIDE;NYC M-3	1	1000	1.100	FLUORIDE;NYC M-3
2	1010	48.429	NAPHTALENE,PAH;NG M-3	2	1010	23.440	NAPHTALENE,PAH;NG M-3
3	1020	14.014	2-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3	3	1020	13.210	2-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3
4	1030	8.371	1-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3	4	1030	8.810	1-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3
5	1040	34.357	BIPHENYL,PAH;NG M-3	5	1040	9.150	BIPHENYL,PAH;NG M-3
6	1050	162.857	ACENAPHTENE,PAH;NG M-3	6	1050	67.620	ACENAPHTENE,PAH;NG M-3
7	1060	195.243	FLUORENE,PAH;NG M-3	7	1060	86.920	FLUORENE,PAH;NG M-3
8	1070	53.529	DIBENZOTHIOPHENE,PAH;NG M-3	8	1070	28.470	DIBENZOTHIOPHENE,PAH;NG M-3
9	1080	407.286	PHENANTHRENE,PAH;NG M-3	9	1080	264.500	PHENANTHRENE,PAH;NG M-3
10	1090	22.229	ANTHRACENE,PAH;NG M-3	10	1090	15.950	ANTHRACENE,PAH;NG M-3
11	1100	0.000	CARBAZOLE,PAH;NG M-3	11	1100	0.000	CARBAZOLE,PAH;NG M-3
12	1110	19.914	2-METHYL ANTHRACENE,PAH;NG M-3	12	1110	0.000	2-METHYL ANTHRACENE,PAH;NG M-3
13	1120	18.414	1-METHYL PHENANTHRENE,PAH;NG M-3	13	1120	14.220	1-METHYL PHENANTHRENE,PAH;NG M-3
14	1130	291.571	FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	14	1130	135.080	FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
15	1140	198.429	PYRENE,PAH;NG M-3	15	1140	86.910	PYRENE,PAH;NG M-3
16	1150	36.771	BENZO A FLUORENE,PAH;NG M-3	16	1150	18.190	BENZO A FLUORENE,PAH;NG M-3
17	1160	37.871	BENZO B FLUORENE,PAH;NG M-3	17	1160	13.990	BENZO B FLUORENE,PAH;NG M-3
18	1170	49.614	BENZO A ANTHRACENE,PAH;NG M-3	18	1170	24.790	BENZO A ANTHRACENE,PAH;NG M-3
19	1180	131.557	CHRYSENE / TRIPHENYLENE,PAH;NG M-3	19	1180	39.790	CHRYSENE / TRIPHENYLENE,PAH;NG M-3
20	1190	139.057	BENZO J / K / B FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	20	1190	42.920	BENZO J / K / B FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
21	1200	0.000	BENZO CHI FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	21	1200	0.000	BENZO CHI FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
22	1210	58.914	BENZO E PYRENE DEP,PAH;NG M-3	22	1210	15.870	BENZO E PYRENE DEP,PAH;NG M-3
23	1220	42.200	BENZO A PYRENE BAP,PAH;NG M-3	23	1220	8.490	BENZO A PYRENE BAP,PAH;NG M-3
24	1230	10.543	PERYLENE,PAH;NG M-3	24	1230	1.610	PERYLENE,PAH;NG M-3
25	1240	40.043	0-PHENYLENE PYRENE,PAH;NG M-3	25	1240	10.900	0-PHENYLENE PYRENE,PAH;NG M-3
26	1250	11.571	DIBENZO AC / AH ANTHRACENE,PAH;NG M-3	26	1250	3.760	DIBENZO AC / AH ANTHRACENE,PAH;NG M-3
27	1260	42.786	BENZO CHI PERYLENE,PAH;NG M-3	27	1260	13.370	BENZO CHI PERYLENE,PAH;NG M-3
28	1270	1.629	ANTHANTHRENE,PAH;NG M-3	28	1270	0.600	ANTHANTHRENE,PAH;NG M-3
29	1280	12.957	CORONENE,PAH;NG M-3	29	1280	4.740	CORONENE,PAH;NG M-3
30	2000	1999.484	TOTAL PAH;NG M-3	30	2000	945.888	TOTAL PAH;NG M-3

SA:K12;H100;SITE:HOYANGER;DATE:1980 DEC .1981 JAN FEB SAMPLE TYPE:24H,PUR:MEAN-VALUE;*				SA:K12;H100;SITE:HOYANGER;DATE:1981 DEC .1982 JAN FEB SAMPLE TYPE:24H,PUR:MEAN-VALUE;*			
30 VARIABLES:				30 VARIABLES:			
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION
1	1000	0.000	FLUORIDE;NYC M-3	1	1000	0.700	FLUORIDE;NYC M-3
2	1010	36.573	NAPHTALENE,PAH;NG M-3	2	1010	54.060	NAPHTALENE,PAH;NG M-3
3	1020	28.742	2-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3	3	1020	22.910	2-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3
4	1030	17.709	1-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3	4	1030	16.650	1-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3
5	1040	16.442	BIPHENYL,PAH;NG M-3	5	1040	24.680	BIPHENYL,PAH;NG M-3
6	1050	154.333	ACENAPHTENE,PAH;NG M-3	6	1050	97.240	ACENAPHTENE,PAH;NG M-3
7	1060	126.806	FLUORENE,PAH;NG M-3	7	1060	138.300	FLUORENE,PAH;NG M-3
8	1070	69.983	DIBENZOTHIOPHENE,PAH;NG M-3	8	1070	44.310	DIBENZOTHIOPHENE,PAH;NG M-3
9	1080	479.750	PHENANTHRENE,PAH;NG M-3	9	1080	379.600	PHENANTHRENE,PAH;NG M-3
10	1090	26.342	ANTHRACENE,PAH;NG M-3	10	1090	19.260	ANTHRACENE,PAH;NG M-3
11	1100	0.000	CARBAZOLE,PAH;NG M-3	11	1100	8.410	CARBAZOLE,PAH;NG M-3
12	1110	0.633	2-METHYL ANTHRACENE,PAH;NG M-3	12	1110	1.620	2-METHYL ANTHRACENE,PAH;NG M-3
13	1120	28.917	1-METHYL PHENANTHRENE,PAH;NG M-3	13	1120	18.660	1-METHYL PHENANTHRENE,PAH;NG M-3
14	1130	256.325	FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	14	1130	220.230	FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
15	1140	160.550	PYRENE,PAH;NG M-3	15	1140	140.550	PYRENE,PAH;NG M-3
16	1150	33.450	BENZO A FLUORENE,PAH;NG M-3	16	1150	36.090	BENZO A FLUORENE,PAH;NG M-3
17	1160	21.858	BENZO B FLUORENE,PAH;NG M-3	17	1160	29.990	BENZO B FLUORENE,PAH;NG M-3
18	1170	39.183	BENZO A ANTHRACENE,PAH;NG M-3	18	1170	60.660	BENZO A ANTHRACENE,PAH;NG M-3
19	1180	82.542	CHRYSENE / TRIPHENYLENE,PAH;NG M-3	19	1180	91.670	CHRYSENE / TRIPHENYLENE,PAH;NG M-3
20	1190	92.642	BENZO J / K / B FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	20	1190	100.150	BENZO J / K / B FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
21	1200	0.000	BENZO CHI FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	21	1200	0.000	BENZO CHI FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
22	1210	40.717	BENZO E PYRENE DEP,PAH;NG M-3	22	1210	41.260	BENZO E PYRENE DEP,PAH;NG M-3
23	1220	24.833	BENZO A PYRENE BAP,PAH;NG M-3	23	1220	26.770	BENZO A PYRENE BAP,PAH;NG M-3
24	1230	4.283	PERYLENE,PAH;NG M-3	24	1230	5.720	PERYLENE,PAH;NG M-3
25	1240	24.575	0-PHENYLENE PYRENE,PAH;NG M-3	25	1240	28.580	0-PHENYLENE PYRENE,PAH;NG M-3
26	1250	6.417	DIBENZO AC / AH ANTHRACENE,PAH;NG M-3	26	1250	8.580	DIBENZO AC / AH ANTHRACENE,PAH;NG M-3
27	1260	27.700	BENZO CHI PERYLENE,PAH;NG M-3	27	1260	34.570	BENZO CHI PERYLENE,PAH;NG M-3
28	1270	1.450	ANTHANTHRENE,PAH;NG M-3	28	1270	2.890	ANTHANTHRENE,PAH;NG M-3
29	1280	3.092	CORONENE,PAH;NG M-3	29	1280	11.480	CORONENE,PAH;NG M-3
30	2000	1787.038	TOTAL PAH;NG M-3	30	2000	1665.767	TOTAL PAH;NG M-3

Table C-13: Mosjøen: Means of air quality measurements for each season. Winter and fall values represent two year averages (1980 and 1981). Source: Thrane, 1983.

Vinter table with columns: VARIABLE INDEX, VALUE, VARIABLE DESCRIPTION. Includes 33 variables from suspended particles to total PAH.

Vår table with columns: VARIABLE INDEX, VALUE, VARIABLE DESCRIPTION. Includes 33 variables from suspended particles to total PAH.

Sommer table with columns: VARIABLE INDEX, VALUE, VARIABLE DESCRIPTION. Includes 33 variables from suspended particles to total PAH.

Høst table with columns: VARIABLE INDEX, VALUE, VARIABLE DESCRIPTION. Includes 33 variables from suspended particles to total PAH.

Table C-14: Mosjøen: Means of air quality measurements for each of the two sampling years (1980 and 1981) for fall (upper set) and winter (lower set).

Source: Thrane, 1983.

SA:K12;M150;SITE.NOSJOEN PUR:MEAN-VALUE;*			SA:K12;M110;SITE.NOSJOEN TYPE.24H.PUR:MEAN-VALUE;*				
30 VARIABLES:			30 VARIABLES:				
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION
1	1000		:FLUORIDE,HYG M-3	1	1000	0.747	:FLUORIDE,HYG M-3
2	1010	46.950	:NAPHTALENE,PAH;NG M-3	2	1010	21.350	:NAPHTALENE,PAH;NG M-3
3	1020	36.300	:2-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3	3	1020	19.350	:2-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3
4	1030	24.100	:1-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3	4	1030	7.583	:1-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3
5	1040	19.500	:BIPHENYL,PAH;NG M-3	5	1040	9.733	:BIPHENYL,PAH;NG M-3
6	1050	67.700	:ACENAPHTENE,PAH;NG M-3	6	1050	16.067	:ACENAPHTENE,PAH;NG M-3
7	1060	82.175	:FLUORENE,PAH;NG M-3	7	1060	46.958	:FLUORENE,PAH;NG M-3
8	1070	32.375	:DIBENZOTHIOPHENE,PAH;NG M-3	8	1070	15.692	:DIBENZOTHIOPHENE,PAH;NG M-3
9	1080	311.375	:PHENANTHRENE,PAH;NG M-3	9	1080	136.617	:PHENANTHRENE,PAH;NG M-3
10	1090	38.375	:ANTHRACENE,PAH;NG M-3	10	1090	12.058	:ANTHRACENE,PAH;NG M-3
11	1100	0.000	:CARBAZOLE,PAH;NG M-3	11	1100	0.000	:CARBAZOLE,PAH;NG M-3
12	1110	4.225	:2-METHYL ANTHRACENE,PAH;NG M-3	12	1110	0.000	:2-METHYL ANTHRACENE,PAH;NG M-3
13	1120	11.225	:1-METHYL PHENANTHRENE,PAH;NG M-3	13	1120	11.475	:1-METHYL PHENANTHRENE,PAH;NG M-3
14	1130	143.425	:FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	14	1130	61.942	:FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
15	1140	102.475	:PYRENE,PAH;NG M-3	15	1140	39.033	:PYRENE,PAH;NG M-3
16	1150	26.300	:BENZO A FLUORENE,PAH;NG M-3	16	1150	9.433	:BENZO A FLUORENE,PAH;NG M-3
17	1160	17.325	:BENZO B FLUORENE,PAH;NG M-3	17	1160	8.167	:BENZO B FLUORENE,PAH;NG M-3
18	1170	32.075	:BENZO A ANTHRACENE,PAH;NG M-3	18	1170	10.600	:BENZO A ANTHRACENE,PAH;NG M-3
19	1180	66.150	:CHRYSENE / TRIPHENYLENE,PAH;NG M-3	19	1180	20.758	:CHRYSENE / TRIPHENYLENE,PAH;NG M-3
20	1190	58.450	:BENZO J / K / B FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	20	1190	22.242	:BENZO J / K / B FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
21	1200	0.000	:BENZO CHI FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	21	1200	0.000	:BENZO CHI FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
22	1210	29.630	:BENZO E PYRENE BEP,PAH;NG M-3	22	1210	7.300	:BENZO E PYRENE BEP,PAH;NG M-3
23	1220	17.530	:BENZO A PYRENE BAP,PAH;NG M-3	23	1220	4.300	:BENZO A PYRENE BAP,PAH;NG M-3
24	1230	3.300	:PERYLENE,PAH;NG M-3	24	1230	0.892	:PERYLENE,PAH;NG M-3
25	1240	14.600	:O-PHENYLENE PYRENE,PAH;NG M-3	25	1240	3.017	:O-PHENYLENE PYRENE,PAH;NG M-3
26	1250	4.050	:DIBENZO AC / AN ANTHRACENE,PAH;NG M-3	26	1250	1.788	:DIBENZO AC / AN ANTHRACENE,PAH;NG M-3
27	1260	14.700	:BENZO CHI PERYLENE,PAH;NG M-3	27	1260	6.058	:BENZO CHI PERYLENE,PAH;NG M-3
28	1270	0.000	:ANTHANTHRENE,PAH;NG M-3	28	1270	0.567	:ANTHANTHRENE,PAH;NG M-3
29	1280	4.050	:CORONENE,PAH;NG M-3	29	1280	3.442	:CORONENE,PAH;NG M-3
30	2000	1210.299	:TOTAL PAH;NG M-3	30	2000	489.541	:TOTAL PAH;NG M-3

Table C-15: Mosjøen: Means of air

SA:K12;M120;SITE.NOSJOEN TYPE.24H.PUR:MEAN-VALUE;*			SA:K12;M130;SITE.NOSJOEN TYPE.24H.PUR:MEAN-VALUE;*				
30 VARIABLES:			30 VARIABLES:				
VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION	VARIABLE	INDEX	VALUE	VARIABLE DESCRIPTION
1	1000		:FLUORIDE,HYG M-3	1	1000	0.487	:FLUORIDE,HYG M-3
2	1010	142.050	:NAPHTALENE,PAH;NG M-3	2	1010	83.300	:NAPHTALENE,PAH;NG M-3
3	1020	108.900	:2-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3	3	1020	42.368	:2-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3
4	1030	73.100	:1-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3	4	1030	34.425	:1-METHYL NAPHTALENE,PAH;NG M-3
5	1040	45.287	:BIPHENYL,PAH;NG M-3	5	1040	31.725	:BIPHENYL,PAH;NG M-3
6	1050	64.775	:ACENAPHTENE,PAH;NG M-3	6	1050	43.483	:ACENAPHTENE,PAH;NG M-3
7	1060	78.712	:FLUORENE,PAH;NG M-3	7	1060	49.408	:FLUORENE,PAH;NG M-3
8	1070	19.637	:DIBENZOTHIOPHENE,PAH;NG M-3	8	1070	14.625	:DIBENZOTHIOPHENE,PAH;NG M-3
9	1080	233.425	:PHENANTHRENE,PAH;NG M-3	9	1080	168.273	:PHENANTHRENE,PAH;NG M-3
10	1090	30.162	:ANTHRACENE,PAH;NG M-3	10	1090	19.342	:ANTHRACENE,PAH;NG M-3
11	1100	0.000	:CARBAZOLE,PAH;NG M-3	11	1100	0.000	:CARBAZOLE,PAH;NG M-3
12	1110	3.762	:2-METHYL ANTHRACENE,PAH;NG M-3	12	1110	0.033	:2-METHYL ANTHRACENE,PAH;NG M-3
13	1120	12.562	:1-METHYL PHENANTHRENE,PAH;NG M-3	13	1120	13.092	:1-METHYL PHENANTHRENE,PAH;NG M-3
14	1130	196.575	:FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	14	1130	85.092	:FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
15	1140	79.787	:PYRENE,PAH;NG M-3	15	1140	39.717	:PYRENE,PAH;NG M-3
16	1150	17.162	:BENZO A FLUORENE,PAH;NG M-3	16	1150	13.033	:BENZO A FLUORENE,PAH;NG M-3
17	1160	10.975	:BENZO B FLUORENE,PAH;NG M-3	17	1160	12.992	:BENZO B FLUORENE,PAH;NG M-3
18	1170	19.762	:BENZO A ANTHRACENE,PAH;NG M-3	18	1170	17.825	:BENZO A ANTHRACENE,PAH;NG M-3
19	1180	31.300	:CHRYSENE / TRIPHENYLENE,PAH;NG M-3	19	1180	22.192	:CHRYSENE / TRIPHENYLENE,PAH;NG M-3
20	1190	34.287	:BENZO J / K / B FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	20	1190	24.050	:BENZO J / K / B FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
21	1200	6.712	:BENZO CHI FLUORANTHENE,PAH;NG M-3	21	1200	0.000	:BENZO CHI FLUORANTHENE,PAH;NG M-3
22	1210	18.112	:BENZO E PYRENE BEP,PAH;NG M-3	22	1210	8.333	:BENZO E PYRENE BEP,PAH;NG M-3
23	1220	11.450	:BENZO A PYRENE BAP,PAH;NG M-3	23	1220	6.692	:BENZO A PYRENE BAP,PAH;NG M-3
24	1230	2.000	:PERYLENE,PAH;NG M-3	24	1230	1.458	:PERYLENE,PAH;NG M-3
25	1240	8.862	:O-PHENYLENE PYRENE,PAH;NG M-3	25	1240	6.317	:O-PHENYLENE PYRENE,PAH;NG M-3
26	1250	1.537	:DIBENZO AC / AN ANTHRACENE,PAH;NG M-3	26	1250	1.383	:DIBENZO AC / AN ANTHRACENE,PAH;NG M-3
27	1260	10.637	:BENZO CHI PERYLENE,PAH;NG M-3	27	1260	7.100	:BENZO CHI PERYLENE,PAH;NG M-3
28	1270	0.000	:ANTHANTHRENE,PAH;NG M-3	28	1270	1.067	:ANTHANTHRENE,PAH;NG M-3
29	1280	3.287	:CORONENE,PAH;NG M-3	29	1280	4.125	:CORONENE,PAH;NG M-3
30	2000	1176.823	:TOTAL PAH;NG M-3	30	2000	772.090	:TOTAL PAH;NG M-3

Øvre Årdal

SAMMENDRAG

Etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) i samarbeid med Årdal og Sunndal Verk utført målinger av luftforurensninger i et boligområde i Øvre Årdal. Luftforurensningene inkluderte nedfallstøv, svevestøv, partikulært karbon, fluorider samt polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Nedfallstøvet ble dessuten analysert med hensyn på karbon og PAH. Målingene pågikk fra oktober 1980 til februar 1982, og det ble tatt døgnprøver hver 8. dag. Fra årskiftet 1980/81 og ut måleperioden ble det målt vindstyrke og vindretning.

Resultatene fra analysene av nedfallstøvprøvene er oppgitt som månedsvise gjennomsnittsverdier. De øvrige resultater er presentert som årstidsnivåer, og årstidsvariasjonene er sett i sammenheng med de meteorologiske observasjoner. Det er vist frekvensfordelinger av enkeltkomponenter, og det er foretatt regresjonsanalyser mellom de ulike forurensninger eller grupper av forurensninger. Bidraget av PAH fra aluminiumverket er beregnet ved hjelp av "clusteranalyser".

Støvnedfall synes ikke å være et forurensningsproblem i Øvre Årdal. Den mengde PAH som avsettes med dette støvet tilsvarer de mengder som tidligere er funnet i tettbygde områder med industri.

Svevestøv kan være et problem om vinteren når spredningsforholdene er dårlige. Den amerikanske sekundærstandard som er satt ut i fra hensyn til trivsel og virkning på miljøet, var overskredet i 7% av prøvene. Primærstandard som er satt for å beskytte menneskers helse var ikke overskredet. Det synes å være sammenheng mellom konsentrasjonene av svevestøv og andre luftforurensningskomponenter.

Konsentrasjonene av partikulært karbon i luften i Øvre Årdal tilsvarer de nivåer som er rapportert fra byer, boligstrøk og landlige omgivelser i USA. De høyeste konsentrasjonene er målt om vinteren og de laveste om sommeren. Resultatene fra en regresjonsanalyse viser at det er sammenheng mellom konsentrasjonene av karbon og PAH.

Det foreligger måleresultater for bare et halvt år for totalt fluorid, og dette datamaterialet er i minste laget for å vurdere nivået i Øvre Årdal. På grunnlag av resultatene fra partikulært fluorid som har vært målt i hele perioden, ser det ut til at konsentrasjonene er høye, særlig i vintermånedene. Det er sammenheng mellom konsentrasjonene av fluorider og PAH i luften i Øvre Årdal.

Nivået av PAH i luften i Øvre Årdal tilsvarer det man kan forvente i sterkt trafikkerte gater og må betegnes som høyt. De høyeste gjennomsnittkonsentrasjonene forekom om vinteren og de laveste om sommeren. Beregninger viser at aluminiumverket bidrar med 76% av den mengde PAH som er målt i vinterhalvåret og 83% av den mengde som man fant om sommeren (april-september).

Resultatene fra denne undersøkelsen viser at variasjonene i luftforurensningsnivåene i stor grad skyldes de meteorologiske forhold. Om vinteren er det svak vind nedover dalene som fører forurensningene fra aluminiumverket mot boligområder. I tillegg er det ved denne årstiden dårlige spredningsforhold. Dette resulterer i en større anrikning av luftforurensninger om vinteren enn ved de andre årstider.

Årdalstangen

SAMMENDRAG

Etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) i samarbeid med Årdal og Sunndal Verk utført målinger av luftforurensninger i et boligområde på Årdalstangen. Luftforurensningene inkluderte nedfallstøv, svevestøv, partikulært karbon, fluorider samt polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Nedfallstøvet ble dessuten analysert med hensyn på karbon og PAH. Målingene pågikk fra oktober 1980 til februar 1982, og det ble tatt døgnprøver hver 8. dag. Registreringer av vindstyrke og vindretning ble foretatt fra august 1981 og ut måleperioden.

Resultatene fra analysene av nedfallsprøvene er oppgitt som månedsvise gjennomsnittverdier. De øvrige resultater er presentert som nivåer for de enkelte årstider, og årstidsvariasjoner er sett i sammenheng med de meteorologiske observasjoner. Det er vist frekvensfordelinger av enkeltkomponenter, og det er foretatt regresjonsanalyser mellom de ulike forurensninger eller grupper av forurensninger. Bidragene av PAH fra anodebrenneren på Årdalstangen og fra aluminiumverket i Øvre Årdal er beregnet ved hjelp av "clusteranalyse".

De meteorologiske observasjoner som foreligger fra Årdalstangen er meget begrenset og kan derfor ikke legges til grunn for en vurdering av spredningsforholdene i dette området. Det er antatt at man har dårlig utlufting i vintermånedene og at dette bidrar til en anrikning av luftforurensningene.

Støvnedfall er ikke et forurensningsproblem på Årdalstangen. Den mengde PAH som avsettes med dette støvet tilsvarer de mengder som tidligere er funnet i tettbygde områder med industri.

Svevestøv kan være et problem, særlig om vinteren. Den amerikanske sekundærstandard som er satt ut i fra hensyn til trivsel og virkning på miljøet, var overskredet i 3% av prøvene. Primærstandard som er satt for å beskytte menneskers helse var ikke overskredet. Det synes å være liten sammenheng mellom konsentrasjonene av svevestøv og andre luftforurensningskomponenter.

Konsentrasjonene av partikulært karbon i luften på Årdalstangen tilsvarer de nivåer som er rapportert fra byer og boligstrøk i USA. Resultatene fra en regresjonsanalyse tyder på at det er sammenheng mellom konsentrasjonene av karbon og PAH.

På grunn av at resultatene fra målingene av totalt fluorid (gassformig og partikulært) bare er foretatt i et meget begrenset tidsrom har det vært vanskelig å vurdere nivået. Resultatene av partikulært fluorid tyder på at konsentrasjonene på Årdalstangen tilsvarer de man har målt omkring andre norske aluminiumverk, men høyere enn i omgivelsesluften nær Gränges Aluminium i Sundsvall, Sverige. Det er korrelasjon mellom konsentrasjonene av partikulært fluorid og PAH i luften på Årdalstangen.

Nivået av PAH i luften på Årdalstangen tilsvarer det man kan forvente i sterkt trafikkerte gater og må betegnes som høyt. De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene forekom om vinteren. Beregninger viser at aluminiumverket i Øvre Årdal bidrar med like mye PAH i luften på Årdalstangen som den mengde som skriver seg fra anodebrenneren.

APPENDIX D
MONITORING PROGRAM

APPENDIX D-I

METHODOLOGY
SAMPLE COLLECTION

APPENDIX D-I

Sample Collection

The following is the prescribed methodology for the sampling of biological material around the Norwegian aluminum factories put out by the Smoke Control Council. The instructions with revisions are in the order of the earliest first.

Figure D1 gives an overview over placement of measuring and sampling stations.

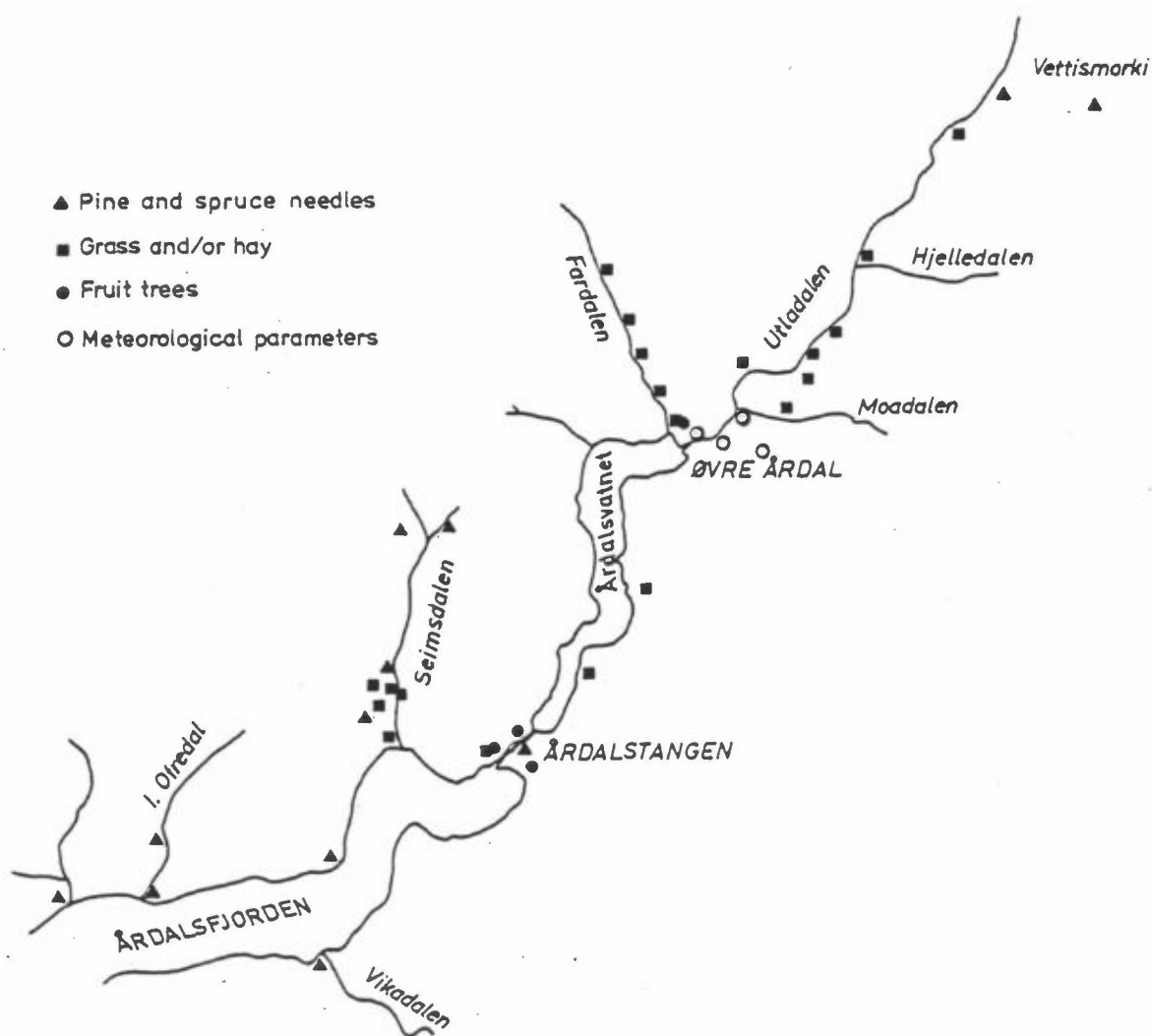


Figure D-1: Sites where samples of coniferous needles, grass and hay, fruit tree leaves, and meteorological data were collected.

KONTROLLORDNING FOR ALUMINIUMVERKENE

Utarbeidet i hh. til vedtak på Røykskaderådets møte 16/12-65.

1. Kontrollordningens omfang m.v.

Kontrollordningen for aluminiumverkene gjelder igangværende og nye anlegg for elektrolytisk fremstilling av aluminium og omfatter i det vesentlige kontroll vedrørende fluorskade på skog-, jord- og husdyrbruk.

Kontrollordningen er underlagt Røykskaderådet.

Opplysninger som er skaffet til veie gjennom kontrollordningen må bare publiseres av Røykskaderådet eller med samtykke av Røykskaderådet. Opplysninger av konfidensiell natur som er innhentet fra bedriftene, må ikke gjøres tilgjengelige for andre verk eller andre uvedkommende, uten vedkommende bedrifts samtykke.

2. Kontrollutvalget.

Til å forestå kontrollen oppnevner Røykskaderådet et sentralt kontrollutvalg. Kontrollutvalget skal bestå av 3 personer med faglig innsikt i de spørsmål det gjelder, fortrinnsvis 1 fagmann i gassrenseteknikk, 1 fagmann i veterinærspørsmål og 1 fagmann i skogspørsmål. Røykskaderådet kan, i den utstrekning det måtte anses ønskelig, supplere kontrollutvalget med andre sakkyndige som medlemmer eller som konsulenter.

Kontrollutvalget skal bl.a. ta stilling til i hvilket omfang kontrolltiltak etter punktene 4 b, 6 og 7 skal settes i verk i hvert distrikt, og sørge for den praktiske gjennomføring av slik kontroll.

3. Distriktsutvalg.

I hvert distrikt med aluminiumverk eller hvor det søkes koncesjon for aluminiumverk, oppnevner Røykskaderådet et

distriktsutvalg, bestående av distriktsveterinæren, en offentlig skogfunksjonær (fylkesskogsjef eller herredsskogmester), en offentlig jordbruksfunksjonær (fortrinnsvis herreds- eller bygartner), samt en representant utpekt av vedkommende aluminiumverk.

Distriktsutvalget bestemmer selv hvem som skal fungere som utvalgets formann.

Distriktsutvalget skal forestå innsamling av de prøver for analyse som tas i henhold til foreliggende kontrollplan. Distriktsutvalget skal dessuten tjene som kontaktorgan mellom kontrollutvalget og distriktet, og - for de forhold som omhandles i kontrollplanen - også mellom verket og distriktet. Distriktsutvalget plikter å holde helserådets ordfører underrettet ved mistanke om forurensninger som kan antas å være av betydning for befolkningens helse og trivsel. Nærmere instruks for distriktsutvalgets virksomhet gis av kontrollutvalget.

4. Prøvetaking og analyse.

- a) Det tas prøver for fluoranalyse og annen nødvendig kjemisk undersøkelse av vegetasjon og knokler fra slaktedyr.

Vegetasjonsprøvene skal i første rekke omfatte høy, beitegras og bar, og - om kontrollutvalget finner det nødvendig - også av lauv, hageplanter og fôrslag som silo, halm, rotvekster og kraftfôr.

Vegetasjons- og knokkelprøvene tas i forskjellig avstand og retning fra aluminiumverket etter en av kontrollutvalget utarbeidet plan for det enkelte distrikt. De innsamlede prøver analyseres for fluor m.v. ved det laboratorium som Roykskaderådet bestemmer. Resultatet av fluoranalysene skal laboratoriet tilstille kontrollutvalget. Aluminiumverket i vedkommende distrikt kan få halvdelen av hver vegetasjonsprøve og et tilsvarende eksemplar av de knokkelprøver som tas for eventuell egen analyse.

- b) I den utstrekning det er nødvendig for å vurdere fluorinnholdets helsemessige betydning kan det bestemmes at fluorinnholdet i grønnsaker, frukt og bær, dyrket på steder som i særlig grad er utsatt for fluorforurensning fra aluminiumverk, analyseres. I drikkevannsforsyninger utsatt for fluorforurensning kan det bestemmes at fluorinnholdet analyseres i den utstrekning dette er nødvendig.

5. Kontrollgrupper av trær.

Det oppmerkes kontrollgrupper av trær i forskjellig avstand og retning fra aluminiumverket etter en av kontrollutvalget oppsatt plan for det enkelte distrikt. På disse trær måles årlig høyde og diameter og deres sunnhetstilstand registreres. Kontrollutvalget avgjør i hvert enkelt tilfelle om det i stedet for kontrollgrupper må legges ut fullstendige prøveflater for tilvekstmåling.

6. Måling av fluorkonsentrasjoner i luften og i nedbør.

Fluorkonsentrasjoner i luften måles i den utstrekning slike målinger er hensiktsmessige og kan gjennomføres med rimelige omkostninger. De nødvendige meteorologiske observasjoner for å bedømme spredningsforholdene (vind- temperaturskikting) foretas hvor slike observasjoner ikke allerede foreligger. Analyser av fluorinnholdet i nedbøren (støvfallanalyser) gjennomføres i de tilfelle dette vil bidra vesentlig til en raskere påvisning av endringer i graden av fluorforurensning i området enn vegetasjonsanalysene.

7. Måling av svoveloksyder, sot, tjærestoffer o.l.

For vurdering av mulige ulemper eller skadevirkninger på grunn av sot, støv, svoveloksyder, tjærestoffer o.l. i verkets omgivelser kan Røykskaderådet gjennom kontrollutvalget sette i verk de målinger som anses nødvendige i det enkelte tilfelle.

8. Melding om mulige skader eller ulemper.

Melding om mulige skader eller ulemper p.g.a. fluorforurensning gis til distriktsutvalget.

9. Verkets kontroll av utslipp.

Verket foretar målinger av utslipp av fluor og andre luftforurensninger som kan være til skade eller ulempe for omgivelsene. Hvor det er forsvarlig, kan beregninger tre i stedet for målinger. Røykskaderådet kan dog - innen en teknisk/økonomisk forsvarlig ramme - gi bedriften nærmere pålegg om hvilke målinger eller beregninger som skal utføres.

Verket fører journal over renseanleggets drift, driftstans, oppstarting av ovner og andre forhold av betydning for utslippene.

Verket skal hvert halvår sende Røykskaderådet eller den rådet bemyndiger, oppgave over måle og/eller beregningsresultater for utslippene, og kopi av journalen over renseanleggets drift m.v.

10. Rapporter m.v. fra kontrollutvalget.

Kontrollutvalget holder Røykskaderådet, vedkommende aluminiumverk og distriktsutvalget underrettet om resultatet av analysene. Underretningen kan gis i en sammendatt form hvis det anses hensiktsmessig.

Kontrollutvalget avgir til Røykskaderådet årlig rapport over situasjonen i de enkelte distrikter. I spesielle tilfelle avgis rapporter utenom den vanlige årsrapport.

11. Nye aluminiumverk.

Før et nytt aluminiumverk settes i drift tas fluoranalyser i distriktet etter nærmere anvisning av kontrollutvalget, hensyn tatt til geografisk beliggenhet, eksisterende skog-, jord- og husdyrbruk, samt til eksisterende og planlagt bosetting.

1/7-66 TH/IR
Revidert på rådets
møte 24/1-72.

KONTROLLORDNINGEN FOR ALUMINIUMVERKENE
Dekning av lokale utgifter.

De lokale utgifter i forbindelse med kontrollordningen vil dels omfatte utgifter til distriktsutvalgene, og dels utgifter til det direkte arbeid med innsamling av prøver m.v.

1. Godtgjørelse til distriktsutvalgene.

Røykskaderådet regner med at utgiftene til distriktsutvalgene (reise- og diettutgifter samt eventuell annen godtgjørelse), ikke skal dekkes av kontrollordningen, hverken for bedriftens representant eller for offentlige landbruksfunksjonærer som er med i utvalget. Det forutsettes å bli et forhold mellom vedkommende representant og den bedrift eller den landbruksetat han representerer, hvordan disse utgifter skal dekkes. Røykskaderådet avventer en formell avklaring av dette forhold for så vidt gjelder landbruksfunksjonærenes godtgjørelse.

Skulle det unntaksvis bli aktuelt å oppnevne f.eks. en privat grunneier som medlem av utvalget, vil Røykskaderådet i det enkelte tilfelle ta stilling til om og på hvilken måte vedkommendes godtgjørelse skal dekkes av kontrollordningen.

2. Godtgjørelse for prøveinnsamling m.v.

Når det gjelder prøveinnsamling m.v., bes nedenstående regler fulgt. Reglene anvendes enten prøveinnsamlingen m.v. utføres av medlemmer av distriktsutvalget, eller av annen engasjert arbeidshjelp. Reglene gjelder dog bare det direkte arbeid med prøveinnsamling m.v., idet reglene under pkt. 1 ovenfor anvendes når distriktsutvalgets medlemmer deltar i tilretteleggingen av arbeidet.

a) Husdyrprøver.

For innsamling av knokkelprøver - innsamlet i henhold til prøveprogram fastsatt av kontrollordningens kompetente organer - betaler kontrollordningen kr. 10,- for et knokkelsett.

For urinprøver m.v. - innsamlet i henhold til fastsatt prøveprogram - betaler kontrollordningen forretningsgodtgjørelse etter vanlige takster for veterinærer.

Dyrlegeundersøkelser - som iverksettes på grunn av mistanke om fluorskade, men som ikke er et ledd i fastsatt prøveprogram - dekkes ikke av kontrollordningen. (Undersøkelsene må betales av rekvirenten, med mindre Landbruksdepartementet finner å ville dekke utgiftene).

b) Skog- og jordbruksprøver.

For innsamling av vegetasjonsprøver - innsamlet i henhold til fastsatt prøveprogram - betaler kontrollordningen en godtgjørelse på kr. 15,- pr. time for nødvendig reise- og arbeidstid.

c) For reise- og diettutgifter i forbindelse med prøveinnsamling m.v. som dekkes av kontrollordningen etter reglene ovenfor, betales i henhold til vanlig statsregulativ. Det er en forutsetning at prøveinnsamleren legger opp sitt arbeide mest mulig rasjonelt. bl.a. slik at reise- og diettutgifter begrenses mest mulig.

d) I prøveinnsamlerens regninger til kontrollordningen, skal det nøyaktig spesifiseres hvilken reiserute som er tatt, hvilket antall og hvilken art prøver som er samlet inn (dette gjelder selv om arbeidet skal godkjøres med timebetaling). Skattekommune, løpenr. og trekkprosent oppgis. Utgiftene refunderes direkte av verket, slik at regningene stiles til det verk de angår.

R Ø Y K S K A D E R Å D E T

30/3-67 /IR
Ajournført med
rettelse av 1/12-69

I N S T R U K S

for

DISTRIKTSUTVALGETS VIRKSOMHET

vedrørende kontrolltiltak ved aluminiumverkene

Utover de regler som allerede er gitt i "Kontrollordning for aluminiumverkene" vedtatt av Røykskaderådet 16. desember 1965, fastsettes i henhold til punkt 3 i denne følgende instruks for distriktsutvalgets virksomhet.

I. GENERELT.

Distriktsutvalget skal nøye følge det program for prøver m.v. som kontrollutvalget til enhver tid bestemmer for kontrollen med fluoremisjoner m.v. fra det enkelte verk.

II. KONTROLLTILTAK AV VETERINÆRMEDISINSK BETYDNING.

1. Prøvetaking og analyse.

Høyprøver:

Hvis intet annet blir bestemt, tas en prøve av høy årlig fra kontrollstasjonene passende tid etter at dette er brakt i hus. For å få en gjennomsnitts prøve tas ut mindre kvanta fra forskjellige steder i høylageret. Høyprøven bør minst utgjøre 0,3 kg.

Beitegrasprøver:

Prøver av gras fra beite tas helst etter Z-formet linje. Z-ens parallelle linjer bør være ca. 30 meter og skrålinjen ca. 50 meter. Det må nøye påses at prøven ikke forurenses med jord eller gjødsel. Hvis

kunstgjødsel nylig er spredd ut, skal prøver i alminnelighet ikke tas før etter at det er kommet regn. Grasprøven skal utgjøre minst 1,0 kg.

Hvis intet annet er bestemt, tas hvert år tre serier av beitegras-prøver fra kontrollstasjonene, den første i mai-juni, den annen i juli-august, den tredje i september-oktober (tidspunktet vil variere alt etter aluminiumverkets beliggenhet).

Prøver av høy og gras pakkes i plastposer og merkes med angivelse av prøvens art, stasjonsnummer og navn og innsamlingsdato. Merkingen bør være slik at den kan leses uten å åpne plastposen.

Høy- og grasprøver tørkes i fluorfri atmosfære i tørkeskap ved ikke over 105° C i 18 timer. De tørkede prøver males slik at de blandes godt, og ca. 100 gram av hver prøve sendes SINTEF, avd. for analytisk kjemi, NTH, Trondheim, mens den resterende del av prøven overlates vedkommende aluminiumverk.

Når det i prøveprogrammet blir bestemt at det også skal tas separate prøver av høy og beitegras til analyse for innhold av kalsium og fosfor skjer prøvetaking, tørking og merking som ovenfor angitt. Disse prøver skal ikke deles. De skal sendes til Kjemisk analyselaboratorium, Norges landbrukshøgskole, Vollebekk, med anmodning om analyse med henblikk på kalsium og fosfor.

Om det blir aktuelt å ta prøver til analyse for fluor av andre fórsilag så som surfór, halm, rotvekster og kraftfór vil kontrollutvalget gi spesiell instruks om dette.

Urinprøver:

Urinprøver fra storfe og småfe til fluoranalyse bør av storfe-urin utgjøre fortrinnsvis over 200 ml og av småfe-urin fortrinnsvis over 50 ml. Prøvene oppsamles på rene plastflasker og merkes behørig med

dyrets art og alder, kontrollstasjonens nummer og navn og oppsamlingsdato. Urinprøver skal sendes SINTEF, avd. for analytisk kjemi, snarest mulig etter oppsamlingen.

Knokkelprøver:

Fra kontrollstasjonene innsamles knokler for fluoranalyse fra storfe og/eller småfe som slaktes eller dør. Det bør fortrinnsvis være fra dyr 1 - 4 år gamle. Knokler fra 1 - 2 dyr fra hver stasjon årlig vil i alminnelighet være tilstrekkelig. Følgende knokkelprøver tas fra hvert dyr:

Underkjeven, en forpipe og et 15 cm langt stykke av nest bakerste ribben. Knokkelprøvene skal være renskrapet for kjøtt og tørre. Prøver av knokler skal være merket med kontrollstasjonens nummer og navn, dyreslag, dyrets alder samt tidspunkt for prøvetakingen. Halvparten av dette knokkelmateriale overlates vedkommende aluminiumverk, mens den annen halvpart sendes SINTEF, avd. for analytisk kjemi, for fluoranalyse.

Ved slakting av dyr hvor det foreligger begrunnet mistanke om fluorskade, skal det tas de nevnte knokkelprøver for fluoranalyse. Dette gjelder også for dyr utenom kontrollstasjonene.

2. Ved innsendelse av prøver for analyse skal det gis melding om dette til kontrollutvalget. Meldingen skal omfatte prøvens art, antall, kontrollstasjonens nummer og navn samt innsamlingsdato. Hvis prøvene ikke stammer fra en kontrollstasjon, oppgis gårdens og eierens navn.
3. Hvis distriktsutvalget mottar melding om sykdom hos dyr som kan tenkes å skyldes fluorskade, skal utvalgets veterinærakkyndige medlem foreta nærmere

undersøkelse. Berettiget mistanke om fluorskade kan sies å foreligge hvis fluorinnholdet i fóret på stedet eller på en nærliggende kontrollstasjon ligger på et nivå som en har erfaring for kan gi fluorskade og det kliniske sykdomsbilde tyder i samme retning. Hvis det veterinársakkyndige medlem anser det nødvendig å få nøyere klarlagt hvordan fluorbelastningen på dyrene har vært på vedkommende eiendom, tas ut vegetasjonsprøver og eventuelt urin og knokkelprøver av slaktede dyr på eiendommen til fluoranalyse.

4. Distriktsutvalgets veterinársakkyndige medlem skal føre spesiell kontroll med helsetilstanden hos dyrene på kontrollstasjonene, og han skal ha et særskilt kartotek over alle sykdomstilfelle hos husdyr i området som kan bero på fluorskade.

III. KONTROLLTILTAK AV BETYDNING FOR JORD- OG SKOGBRUK.

1. Prøvetaking og analyse.

Bar- og lauvprøver:

Kontrollutvalget bestemmer hvilke treslag det regelmessig skal tas prøver av, ved hver enkelt prøvestasjon. Hvis ikke noe annet sies, omfatter prøvetakingen bare bartrær (nåletrær). Barprøver skal tas minst to ganger i året: 1. Av siste (d.e. forrige) års skudd om våren, før knoppene skyter. 2. Av samme skudd-årgang og av den nye årgang ved vegetasjonstidens slutt, gjerne i oktober. De to årganger skal samles og pakkes hver for seg. Hvorvidt det skal tas prøve ytterligere en gang pr. år, vil bli avgjort av kontrollutvalget.

I alle tilfeller klippes hele skuddet av.

Ved de stasjoner som har både tømmerskog og ungskog (eller gjenvekst), vil kontrollutvalget avgjøre om det skal tas prøver av begge aldersgrupper. Fra tømmerskog skal prøver tas minst 3 m over bakken og mest mulig fra alle sider av kronen.

Ved hver stasjon samles prøver fra 5 - 10 trær av hvert treslag og aldersgrupper. Av svært ung skog eller gjenvekst vil det bli nødvendig å ta fra flere trær for å få en tilstrekkelig stor prøve uten å redusere barmassen hos hvert enkelt tre for meget. Hvis disse regler følges, vil det vanligvis ikke være nødvendig å samle fra de samme trær hver gang, såfremt en hele tiden holder seg innenfor det samme areal.

Den samlede prøve pr. treslag og aldersgruppe skal for hver stasjon være stor nok til å gi minst 200 gram luft-tørre nåler (d.e. foruten vekten av kvistene).

Prøvene tørkes som foreskrevet for høy og beitegras. Etter tørkingen separeres nålene fra kvistene og blandes godt. Ca. 100 gram pakkes i plastpose og sendes SINTEF. Resten overlates vedkommende aluminiumverk.

Posene skal merkes med prøvestasjon (nummer og navn), innsamlingsdato, treslag, aldersgruppe og nåle-årgang. Merkingen skal være slik at den kan leses uten å åpne posen !

Prøver av jord- og hagebruksvekster utover beitegras og høy:

Samling av slike prøver vil ikke inngå i det ordinære kontrollprogram.

Hvor forholdene skulle gjøre det nødvendig å endre dette forhold, vil kontrollutvalget gi nærmere instruks med hensyn til omfanget av og fremgangsmåten ved slik prøvetaking. Prøvens størrelse, tidspunkt for prøvetaking m.m. vil måtte variere etter arten av de vekster det skal tas prøver av.

2. Tilvekstmålinger i skog:

Hvor kontrollutvalget finner at slike målinger skal utføres som ledd i den regulære kontroll, bør arbeidet overlates en av de statlige skogforskningsinstitusjoner. Distriktsutvalget skal dog holde seg underrettet om at det blir utført.

3. Tiltak ved skademeldinger:

Skog.

Hvis distriktsutvalget mottar melding om skogskader som kan tenkes å skyldes røyken fra aluminiumverket, skal det skog-sakkyndige medlem undersøke skaden eller prøver som menes å være karakteristiske for denne. Hvis han finner grunn til å tro at det dreier seg om røykskade, eller hvis han er usikker med omsyn til skade-årsaken, skal rikelige prøver av skadbar eller løv sendes til det skogsakkyndige medlem av kontrollutvalget for aluminiumverkene.

På grunnlag av undersøkelser utført av ham selv eller den spesialist han utpeker, vil han avgjøre hvorvidt prøver skal tas for fluor-bestemmelse.

Hage- og jordbruksvekster utover beitegras og høy.

Hvis skade på hagevekster meldes og distriktsutvalget ikke kan uttale at den skyldes kjente, navngitte sykdommer eller insekter, skal skaden eller prøver av denne først forevises herreds- eller bygartner, hvis en slik funksjonær finnes på stedet eller i rimelig nærhet.

Hvis ingen lokale sakkyndige kjenner skade-årsaken, skal prøver - enten det dreier seg om hageplanter eller vanlige jordbruksvekster - sendes Statens plantevern, Vollebøkk.

Plantevernet skal kontaktes før oversendelsen, slik at det kan foreskrive den innpakning og den forsendelsesmåte som i tilfellet egner seg best.

Resultatet av undersøkelsen meddeles kontrollutvalget for aluminiumverkene, som så avgjør om prøver skal tas for fluorbestemmelse.

IV. PUBLISERING AV KONTROLLRESULTATER.

- I. Kontrollutvalgets årsrapporter vil bli utformet med sikte på å kunne offentliggjøres. Årsrapportene skal gi en alminnelig oversikt over forurensnings-situasjonen omkring vedkommende verk. Kontrollutvalget tilstiller først hvert verk utkast til årsrapporter, og utarbeider så de endelige rapporter som sendes Røykskaderådet. Røykskaderådet vil deretter distribuere årsrapportene til distriktutvalgenes medlemmer og eventuelt andre interesserte, og rapportenes innhold kan da fritt publiseres videre.
2. Andre rapporter (interimsrapporter) som utarbeides i årets løp kan meddeles interesserte som har saklig grunn for å få rapportene. Vedkommende medlem av Kontrollutvalget avgjør når meddelelsen skal kunne skje i henhold til denne bestemmelse.
3. Distriktsutvalgets medlemmer kan muntlig meddele innhold av interimsrapporter til utøvere av jordbruk, hagebruk eller skogbruk når det anses nødvendig for å gi vedkommende rasjonell veiledning om driften av hans næringsvirksomhet.

The following is a description of the methods used by F. Ender and J.C. Flatla in sample collection for the period preceeding 1967.

Methods for 1955 - 1968.

Rökskaden i Övre Årdal

Vedrører:

Fluorinnholdet i grasprøver og urinprøver fra dyr tatt i Övre Årdal forsommeren 1952.

Hensikt:

Prøvene tas fra slåttenga på forskjellige steder på en rekke utsatte gårder for å belyse hvorvidt høyavlinga 1952 kan anses brukbar til fôr.

Prøvetaking:

Prøvene tas ut sammen med en representant for A/S Årdal og Sunndal Verk. Prøvene deles i to, slik at verket beholder den ene for analyse, mens den annen sendes til Biokjemisk Institutt. Hver prøve til Biokjemisk Institutt utgjøres av en løst fylt 10 kg's dobbelt papirpose som lukkes komplett og merkes behørig og sendes på hurtigste måte til Instituttet.

Prøvestedene:

Det tas prøver på bestemte steder på forskjellige gårder, fortrinnsvis de mest utsatte steder. Stedene merkes med peler som slås dypt ned i jorden og merkes med fortløpende nummer.

Prøver tas fra disse steder ialt 3 ganger i vekstperioden i tiden fra ca. 25. mai til 20. juni.

Det tas prøver på følgende gårder:

Utladalen:

Moen	4	forskjellige steder, merket	1 - 4
Svalheim	4	" "	5 - 8
Tråi	2	" "	9 - 10
Timmersletti	2	" "	11 - 12
Öigarden	2	" "	13 - 14
Hjelle	2	" "	15 - 16

Farnes:

Hestetun	2 forskjellige steder, merket	17 - 18
Vee	2 " " " "	19 - 20

Fardalen:

Melheim	2 forskjellige steder, merket	21 - 22
Haug	2 " " " "	23 - 24
Hoelseter	2 " " " "	25 - 26

Mundalen:

Ekra	2 forskjellige steder, merket	27 - 30
------	-------------------------------	---------

Prövestedene beskrives i forhold til omgivelsene, slik at de kan lokaliseres.

Prøvene uttas fortrinnsvis etter lengre tørrværperioder, (ikke de første dager etter sterkt regnvær).

Prøvene avskjæres i passende slåttehøyde, helst med en skarp saks. Det bundgras som en regner med vil bli tatt med riven tas med. Prøvene må være fri for jord.

Prøvemerking:

Prøvene merkes med angivelse av pelnummer, datum, klokkeslett, gårdens eier, gårdens navn, gårdsnr. og bruksnr.¹⁾.

Værobservasjon:

Daglig beskrivelse av værsituasjonen. Observasjoner gjøres 3 ganger i døgnet, først og fremst angående nedbørsforhold, vindretning og skylag.

Prøver av dyr:

Det tas urinprøver av bestemte dyr i forskjellige besetninger. Dette gjelder dyr som går på beite i bygden og som er utsatt for røken.

Det innkjøpes en ungsøye med 2 lam, f.eks. fra Lærdal.

¹⁾ Prøvenes botaniske sammensetning gis en kort karakteristikk.

APPENDIX D-II

FLUORIDE MEASUREMENTS

Following is:

- 1) a comparative description of the various methodologies used by SINTEF, (The foundation of scientific and industrial research at The Norwegian Institute of Technology) since 1966 for fluoride measurements.
- 2) A description of the method used by the Veterinary College of Norway for those fluoride measurements made prior to 1967.

FLUORIDE MEASUREMENT

SINTEF has used the method of Willard and Winters with two different detection methods until 1971. Since 1966 they have also used the ionselective electrode for detection.

Preparation: Decomposition of the biological material is by (as suggested by Willard and Winters method) $\text{CaO(a(OH)}_2)$ and heat. Afterwards adding of perchloric acid and distillation for the hydrofluoric acid at 140°C .

Detection: (1) spectrophotometric: formation of the fluoride complex of alizarin-3-methylamin-N,N-diacetic acid.
(2) Titrimetric: titration with Thorium-nitrate solution.

Ionselective

electrode : (3) Combustion of the biological materials as before, complexation of Al^{3+} and other metals (release of F^- from AlF_4^- - complex) by a buffer solution with a complexing agent (CDTA).

Measurement with electrode after standard addition of known amounts F^- .

Conclusion:

(1) When Willard & Winters used:

risk of loss due to slow decomposition of AlF_4^- complex.
Long distillation time then needed. Risk of contamination at low concentrations (too high values) higher standard dev. for titration.

(2) Ionselective electrode:

risk to find too low concentrations due to incomplete decomplexation (too high Al-content).

Comparison of all 3 methods (results):

SINTEF has run all 3 methods parallel 1966-1971:

No statistical difference between the results of all 3 methods (internal data are available, but no report).

The detection limit for all 3 methods is about the same. Spectrophotometric detection gives better reproducibility than titrimetric detection. The same is valid for the ionselective electrode method.

Following is a description of the method used by the Veterinary College of Norway for those fluoride measurements made prior to 1967.

Willard & Winter's method + titration

by F. Ender

XIII. Analytical methods for determination of fluorine
in plant material, urine, bone, soil, water, etc.

- a) The method used by SINTEF for routine determination of fluorine is based on a modification by Fellenberg (1) of the method published by Willard and Winter (2).

In order to avoid systematic and other errors which may be involved in this analytical procedure, a control system has been adopted, based on control methods analogous to those described by Doerffel in 1962 (3).

- b) The method used at the Department of Biochemistry of the Veterinary College of Norway, Oslo, has chiefly been based on a procedure at first proposed in a report to the Fluorosis Committee by the Medical Research Council, London, 1949 (13). The fluorine content is measured by titration with a 0.004 N Thorium Nitrate solution, using Solochrome Brilliant Blue B.S. as indicator and Monochloroacetic Acid as buffer. However, in preparation of the material the CaO solution was replaced by a Ca(OH)₂ solution.

APPENDIX E

FLUORIDE LEVELS IN FORESTRY AND FARMING

APPENDIX E-I

FLUORIDE LEVELS IN CONIFEROUS TREES

Current year's needles collected in the fall

The most striking observation in examining Table E-1 and Figure E-1 is the great degree of variability between sites and between years.

Variability between fluoride levels measured at the various sites is quite high, ranging from a low of 7 \pm 5 in inner Ofredal to 61 \pm 24 mg/kg in Vettismorki 1. Values range from a low of 16 \pm 12 or 16 \pm 16 in 1968 and 1973 respectively, to a high of 36 \pm 19 in 1981.

Values at Resnes, though high are not as high as at Vettismorki 1, suggestive of more prevailing southerly winds. Fluoride levels in current year needles are reflective of summer uptake. In the summer the sea breeze brings stronger southerly winds during the day and weaker northerly winds at night.

The differences between Vettismorki 1 and 2 are quite marked, 61 \pm 24 and 20 \pm 7 mg/kg respectively due most probably to Vettismorki 2's more sheltered location.

The pattern of highs and lows between years, is not the same for all sites. Surprisingly enough, despite the fairly sharp drop in fluoride emissions, there is no clear downward trend in fluoride content of the needles. With the exception of 1 or 2 years, the values seem approximately the same in the late 1960's and the 70's. It is disconcerting that 1981 showed a substantial increase even in generally low exposed areas such as Ofredal. The explanation can be either 1) fluoride emissions having increased, and/or 2) as indicated in a recent report (Thrane, 1983), wind direction was unusual that summer being predominantly northeasterly (Figure A-4, Appendix A).

If one considers levels under 10 mg/kg as indicative of injury free zones (Horntvedt, personal communication), inner Seimsdal and inner Ofredal are the only regions that can usually be considered safe from pollution injury.

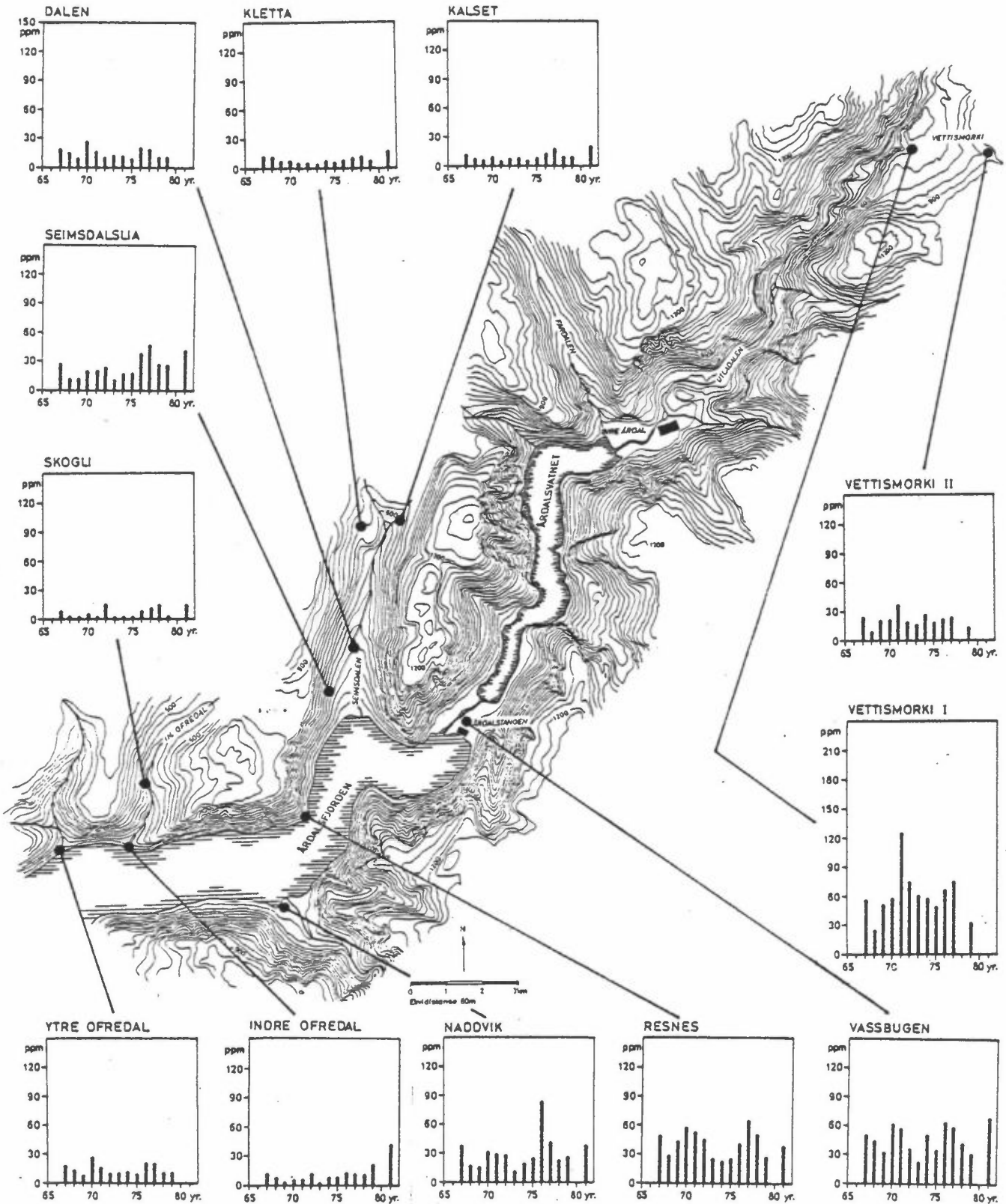


Figure E-1: Fluoride content of current year's pine and spruce needles sampled in the fall around Ardal from 1967 to 1981. Analyses: SINTEF, The foundation for scientific and industrial research at the Norwegian Institute of Technology. Source: Yearly Reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-1: Fluoride content of pine and spruce needles (mg/kg = ppm) around ASV A/S, in Ardal.
 Summer uptake: Current year's needles collected in the fall.

Measuring station	Alt. met.	Year of measurement																Mean	S.D.
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981			
1 Vettismorki	700	58	27	54	S61	126	69	62	S56	S49	66	75	-	34	-	-	61	24	
2 Vettismorki	880	15	9	20	S20	W35	19	16	S27	S17	S21	23	-	13	-	-	19	7	
4 Vassbugen	25	52	45	33	S63	57	36	25	S50	S36	62	56	42	31	-	68	47	13	
6 Seimdsalslia	300	28	11	11	S22	22	23	12	S17	S17	40	47	27	26	-	42	25	12	
7 Resnes	30	47	29	46	S59	54	44	27	S25	S28	S43	65	52	28	-	39 ^x	42	13	
8 Naddvik	20	38	18	15	S32	31	26	13	S19	S24	81	41	25	28	-	62 ¹	32	19	
9 Ofredal Indre	30-50	13	9	4	W 7	5	13	3	S 9	S 9	S12	12	11	20	-	41 ^x	12	9	
10 Ofredal Skogli	450	9	4	1	W 5	3	16	3	S 4	S 4	10	11	14	4	-	15	7	5	
11 Ofredal Ytre	50	14	8	6	W11	6	16	9	13	11	15	17	9	13	-	22 ¹	12	4	
12 Dalen i Seimdsdal	340-400	17	15	9	W27	17	13	11	13	S 9	20	21	12	12	-	-	15	5	
13 Kletta i Seimdsdal	680	12	12	5	W11	6	7	2	9	S 5	10	11	12	8	-	17	9	4	
14 Kalset i Seimdsdal	600	11	9	7	W11	7	9	8	7	S 9	15	19	8	10	-	22	11	5	
Mean	-	+26	+16	+18	+27	+31	+24	+16	+21	18	+33	+33	+21*	+19	-	36*			
S.D.	-	18	12	17	22	35	18	16	17	14	25	23	15	10	-	19			

*Data missing.

Tree type: Pine in all stations except 4, 12, 13 and 14 which used spruce.
 x The values for 2 year fall and 1 year fall needles were switched based on analysis results.
 1 Both samples were marked 1980. The highest values were assigned to 2 year needles.
 W = Willard & Winters method. S = SINTEF's method. Others are weighted average between the two.
 Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Previous years needles collected in the spring

Again the most striking observation in examining Table E-2 and Figure E-2 is the great degree of variability between sites and between years.

Variability between fluoride levels measured at the various sites is quite high. The means range from a low of 10 ± 2 in the inner Ofredal valley to a high of 98 ± 22 mg/kg at Årdalstangen. From year to year the variation is much less going from a low of 32 ± 20 in 1967 to 53 ± 50 in 1970. Some of the means need to be interpreted with caution since no provision is made for missing data.

Even though from year to year the means of all the samples show little variation, the variation from year to year at any one site can be quite large. For example at Vassbugen, at Årdalstangen, the values range from 71 to 140 mg/kg or 100%. These two facts together seem to indicate that differences in total emissions is not the only factor operating. Wind direction or other meteorological factors can also be important in determining fluoride content of needles.

If one assumes 1) that the yearly means partially represents factory emissions and 2) that the geographic distribution along the north-east, southwest axis is representative of wind direction, then total emissions seemed particularly high in 1970 and 1974 and winds seemed to have been more northerly in 1972 and 1973. However, in 1974 fluoride emissions were only 50% those of 1970. The very high values in Vassbugen and Resnes are of interest. It is difficult to believe that they stem from Øvre Årdal and are carried so far south by the wind, yet the factory unit at Årdalstangen is not known to emit much fluoride.

There is a large difference between Vettismorki 1 and 2, with station 2 having substantially lower values (Vettismorki 1, has 69 ± 26 , and Vettismorki 2, 22 ± 7). These two sites differ by only 1 kilometer in distance from the factory (station 1 is 15 km and 2 is 16 km) but by an abrupt 180 meters (Table E-1) in altitude. Vettismorki 2, however lies protected in a side valley and there-

fore not so fully exposed.

The values in Seimsdalen do not drop off as fast as they do in Ofredal. This may substantiate a personal observation by R. Horntvedt that smoke may drift up the Nundal valley and then back down Seimsdal.

The values at Resnes 17 km southwest of the factory are remarkably high. Values in Naddvik, across the fjord (18 km) are still high although not as high. It is evident that prevailing northeasterly winds blow the pollution up against the Seimsåsen ridge. Meanwhile the Munkenosi ridge, just across the fjord from Seimsdal acts as a shield providing some protection to Naddvik.

Sites subjected to higher pollution levels are also subject to greater variability. One also observes that the sites differ with respect to each other in the years they have their highs and lows, again indicating the importance of climatic factors in fluoride content.

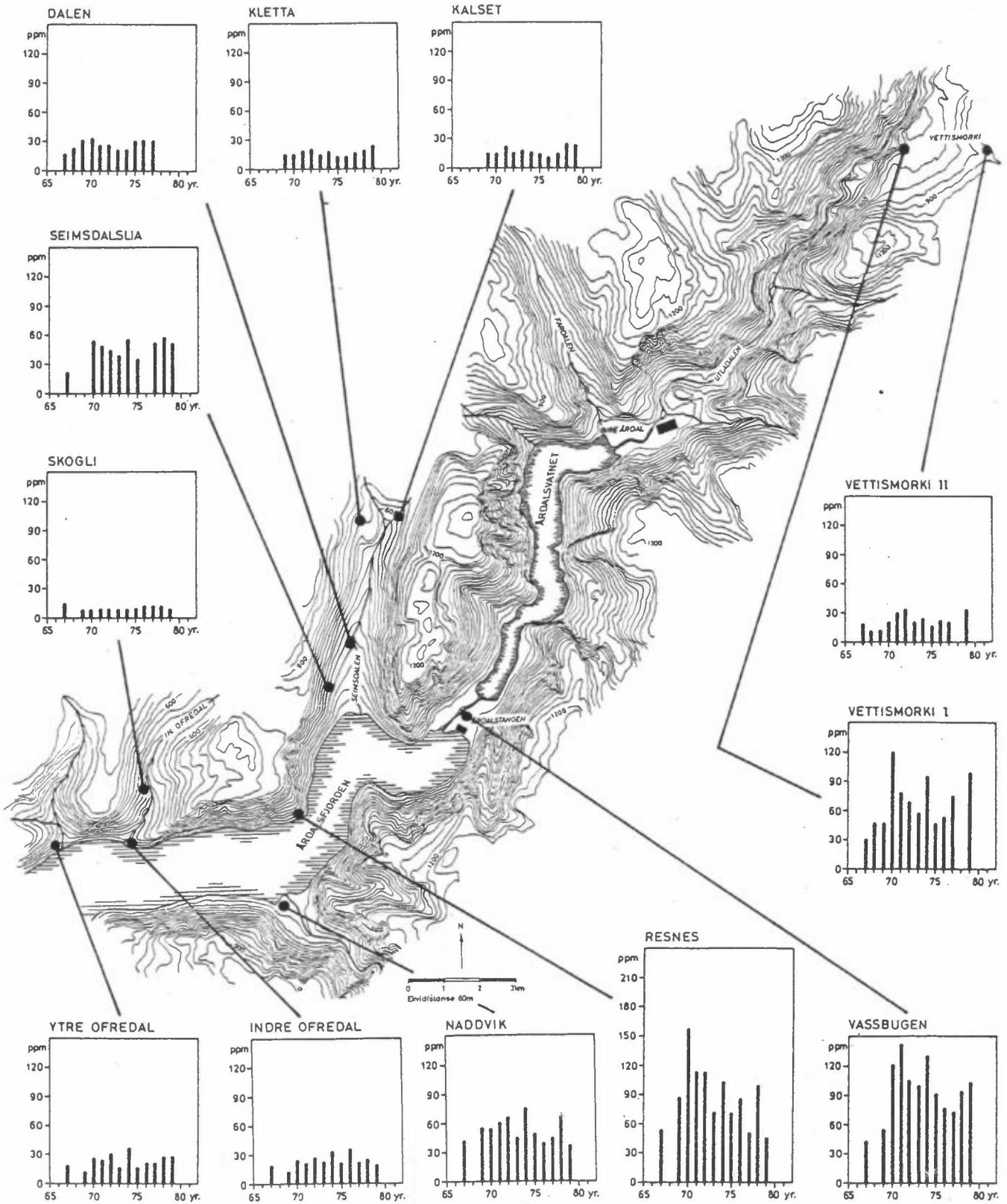


Figure E-2 : Fluoride content of previous year's pine and spruce needles sampled in the spring around Ardal from 1967 to 1981. Analyses: SINTEF. Source: Yearly Reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-2: Fluoride content of pine and spruce needles (mg/kg = ppm) around ASV A/S, in Ardal. Previous year's needles collected in the spring.

Measuring station	Alt. met.	Year of measurement														Mean	S.D.	
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980			1981
1 Vettismorki	700	31	47	49	119	79	70	58	96	48	54	76	-	99 ^x	-	-	69*	26
2 Vettismorki	880	19	12	12	20	30	33	21	23	14	20	21	-	34 ^x	-	-	22*	7
4 Vassbugen	25	72	-	83	120	140	105	99	130	90	76	71	92	101	-	-	98	22
6 Seimsdalslia	300	21	-	-	53	48	42	40	53	32	-	49	56	50	-	-	44	11
7 Resnes	30	54	-	86	155	112	111	71	103	72	88	52	100	44	-	-	87	31
8 Naddvik	20	43	-	58	54	60	66	46	74	49	40	43	69	35	-	-	54	12
9 Ofredal Indre	30-50	19	-	12	24	21	27	21	34	20	35	20	25	17	-	-	23	7
10 Ofredal Skogli	450	15	-	9	9	10	10	10	10	10	11	11	13	9	-	-	10	2
11 Ofredal Ytre	50	18	-	13	26	24	31	19	35	19	22	20	26	26	-	-	23	6
12 Dalen i Seimsdal	340-400	-	-	18	23	33	34	26	28	22	22	31	30	30	-	-	27*	5
13 Kletta i Seimsdal	680	-	-	15	15	22	23	14	19	12	13	16	19	23	-	-	17**	4
14 Kalset i Seimsdal	600	-	-	14	14	21	14	17	16	14	13	14	23	23	-	-	17*	4
Mean	-	32	-	+34*	+53	+50	+47	+37	+52	+34	+36*	+35	+45*	41	-	-		
S.D.	-	20	-	30	50	41	34	27	40	26	26	22	32	30	-	-		

*Data missing.

Tree type: Pine in all stations except 4, 12, 13 and 14 which used spruce.

x Values switched based on analysis values results.

Source: Yearly reports from Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Previous year's needles collected in the fall

Many of the same patterns described in the previous sections are evident here as well and will therefore be only briefly described. Variability between sites is quite large going from a low of 16 ± 6 in inner Ofredal to 138 ± 40 mg/kg in Vettismorki 1 (Table E-3, Figure E-3). Variability between years is much less ranging from 36 ± 33 in 1969 to 78 ± 74 mg/kg in 1971. The highest recorded value was at Vettismorki 1 with 223 mg/kg in 1971. Whereas in the samples collected in the spring the values are higher in Vassbugen towards the south than in Vettismorki to the north, in those collected in the fall the reverse is true. This may be indicative of prevailing southerly winds in the summer and northerly winds in the winter, a fact that is known to occur.

Values are high at Resnes and Naddvik. Likewise, differences are great between Vettismorki station 1 with 138 ± 40 and station 2 with 48 ± 16 mg/kg. The pattern of highs and lows over the years are not the same between sites nor are they the same as in the previous year's needles collected in the spring.

The values in the 70's seem higher than in the late 60's, which agrees with known emissions data. In several instances, levels in the late 70's have fallen back to what they were in the late 60's despite growth in output of the aluminum factories. However, it is rather surprising that they have not fallen more since emissions dropped 50% from 1970 to 1975. Since injury can occur to needles already at levels of 10 mg/kg, (Horntvedt, personal communication), only inner Ofredal and Ofredal skogli in 1969 can be considered free of injury. The entire study area is therefore subject to damage, at the emission levels that have existed since the mid 60's.

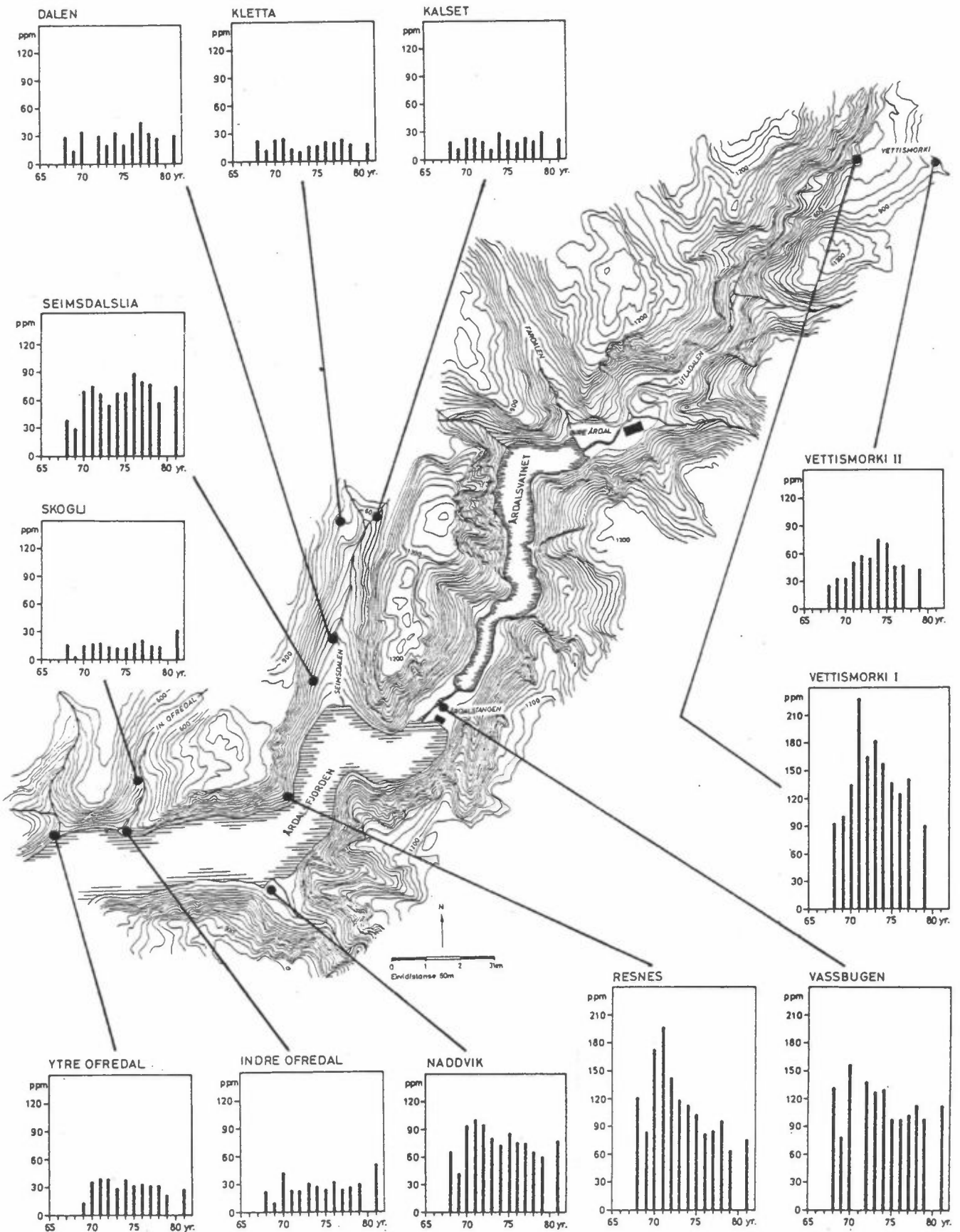


Figure E-3 : Fluoride content of previous year's pine and spruce needles sampled in the fall around Ardal from 1968 to 1981. Analyses: SINTEF. Source: Yearly Reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-3: Fluoride content of pine and spruce needles (mg/kg = ppm) around ASV A/S, in Ardal. Previous year's needles collected in the fall.

Measuring station	Alt. met.	Year of measurement														Mean	S.D.	
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980			1981
1 Vettismorki	700	-	92	100	S133	223	162	178	S154	S134	122	137	-	89	-	-	138*	40
2 Vettismorki	880	-	23	32	S 34	W52	57	53	S 76	S 69	43	44	-	42	-	-	48*	16
4 Vassbugen	25	-	131	78	S155	-	138	W127	S130	S100	100	102	115	100	-	114	116*	21
6 Seimsdalslia	300	-	39	29	S 70	74	68	56	S 70	S 70	89	80	79	56	-	76	66	17
7 Resnes	30	-	119	84	S172	196	142	117	S112	S100	82	83	96	63	-	74 ^x	111	39
8 Naddvik	20	-	67	41	S 92	100	92	79	72	S 85	75	76	65	59	-	74 ¹	75	16
9 Ofredal Indre	30-50	-	20	9	W 43	25	25	31	S 27	S 25	34	25	27	29	-	50 ^x	28	10
10 Ofredal Skogli	450	-	15	3	W 16	18	18	16	S 13	S 12	17	22	16	14	-	32	16	6
11 Ofredal Ytre	50	-	-	12	W 37	40	40	29	S 40	S 32	S34	33	33	21	-	27 ¹	32	8
12 Dalen i Seimsdal	340-400	-	31	16	W 37	-	27	21	S 33	S 22	32	44	31	26	-	30	29*	7
13 Kletta i Seimsdal	680	-	23	13	W 25	24	16	12	S 16	S 15	20	21	23	19	-	18	19	4
14 Kalset i Seimsdal	600	-	20	11	W 25	24	20	13	26	S 20	19	24	20	30	-	22	21	5
Mean	-	-	53*	36	78	88	67	61	64	57	56	58	50	46	-	52*		
S.D.	-	-	43	33	74	80	54	54	47	41	36	38	36	28	-	32		

*Data missing.

Tree type: Pine in all stations except 4, 12, 13 and 14 which used spruce.

x The values for 2-year fall and 1-year fall needles were switched based on analyses results.

1 Both samples were marked 1980. The highest values were assigned to 2-year needles.

W = Willard Winter's method. S = SINTEF's method. Other values are weighted average between the two. Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Yearly uptake

Yearly, winter and summer uptake can be calculated from the above values and are summarized in Table E-4 to E-6 and Figure E-4. The previous year's needles minus the current year's needles collected in the fall equal yearly intake. The previous year's needles gathered in the spring minus the current year's needles measured in the fall equal the winter uptake, and the previous year's needles measured in the fall minus those measured in the spring also equal summer uptake.

Yearly uptake goes from 19 ± 24 in 1969 to 54 ± 54 mg/kg in 1971 (Table E-4, Figure E-4). Here for the first time one observes a clearly downward trend from 1974 to 1979. Unfortunately, do to missing series of samples, no calculations are available for 1980 and 1981.

Between sites, values range from 81 ± 36 in Vettismorki 1 to 8 ± 6 mg/kg in inner Ofredal. The values between Vettismorki 1, Vassbugen and Resnes are non-significantly different and equally high. Vettismorki 1 is three times as high as Vettismorki 2. The geographical patterns described in the previous sections are thus reproduced here as well.

Winter uptake

A stunningly different geographic pattern of fluoride uptake is found here from the pattern previously described. The highest uptake is at Vassbugen with Resnes being non-significantly lower. Vettismorki 1 has basically no winter uptake, (see Table E-5 and Figure E-4).

Whether winter or summer uptake is favored is the sum of the effects of several factors. Physiologically one would expect heaviest fluoride absorption during the metabolically most active season, summer (Robak, 1969). However, pollution levels may in fact be higher during the winter for several reasons: 1) greater power use, 2) less vacation time off leading to reduced production and

3) climatic conditions favoring inversions. During the summer a seabreeze sets in that goes up the valley in the day and to a lesser degree back out to sea in the evening (when fluoride absorption would tend to be less if stomata are healthy). In the winter a reverse phenomenon sets in with cold air being heavier and flowing from the mountain tops down the valleys (here north-westerly direction). At least superficially, this data seems to verify a strong northerly wind in the winter. However, caution is necessary. Vettismorki 1 and 2 show negative values as well. As was indicated by Robak, a heavy summer absorption can lead to heavy needle loss during the harsher winter, artificially lowering the fluoride levels measured in previous year's needles. Inland, for example in the Vettismorki area, will have harsher, colder winters than the coastal areas.

Values in Vettismorki 1 were -56 and -11 in 1972 and 1973 respectively. Summer uptake (as indicated by current year needles measured in the fall) is highest (126 and 69 respectively) for 1971 and 1972 the two summers preceeding the negative winter uptake. Robak's hypothesis receives apparent confirmation.

If one accepts that the values for 1972 and 1973 in Vettismorki are due to needle drop and eliminate them, the revised mean is 17 ± 24 still substantially lower than Vassbugen. But, as observed above, the winters are much harsher in Vettismorki leading to reduced metabolism and a protective layer of snow. These data seem to indicate a greater winter desorption nearer the coast. In addition the high winter uptake values in Resnes seem to confirm a prevailing northerly wind in the winter.

Summer uptake

Summer uptake is almost a mirror image of winter uptake. It is high to the northeast and low to the southwest (Table E-6, Figure E-4). Vettismorki 1 has 66 ± 42 mg/kg to Vassbugen's 18 ± 15 mg/kg.

Summer uptake, when calculated, encompasses a slightly longer duration of time than when measuring current year needles in the fall. The previous year's spring measurements are taken before the budding of the new needles. But it also measures summer absorption in older needles, and as such closer examination reveals the same phenomenon described under winter uptake but in reverse. Frequently, high previous year's needles measured in the spring led to low summer uptake values presumably due to needle loss.

Summer and winter uptake as well as yearly uptake reflect other climatological factors than wind direction and temperature, such as amount of rainfall, duration of snow cover, etc.

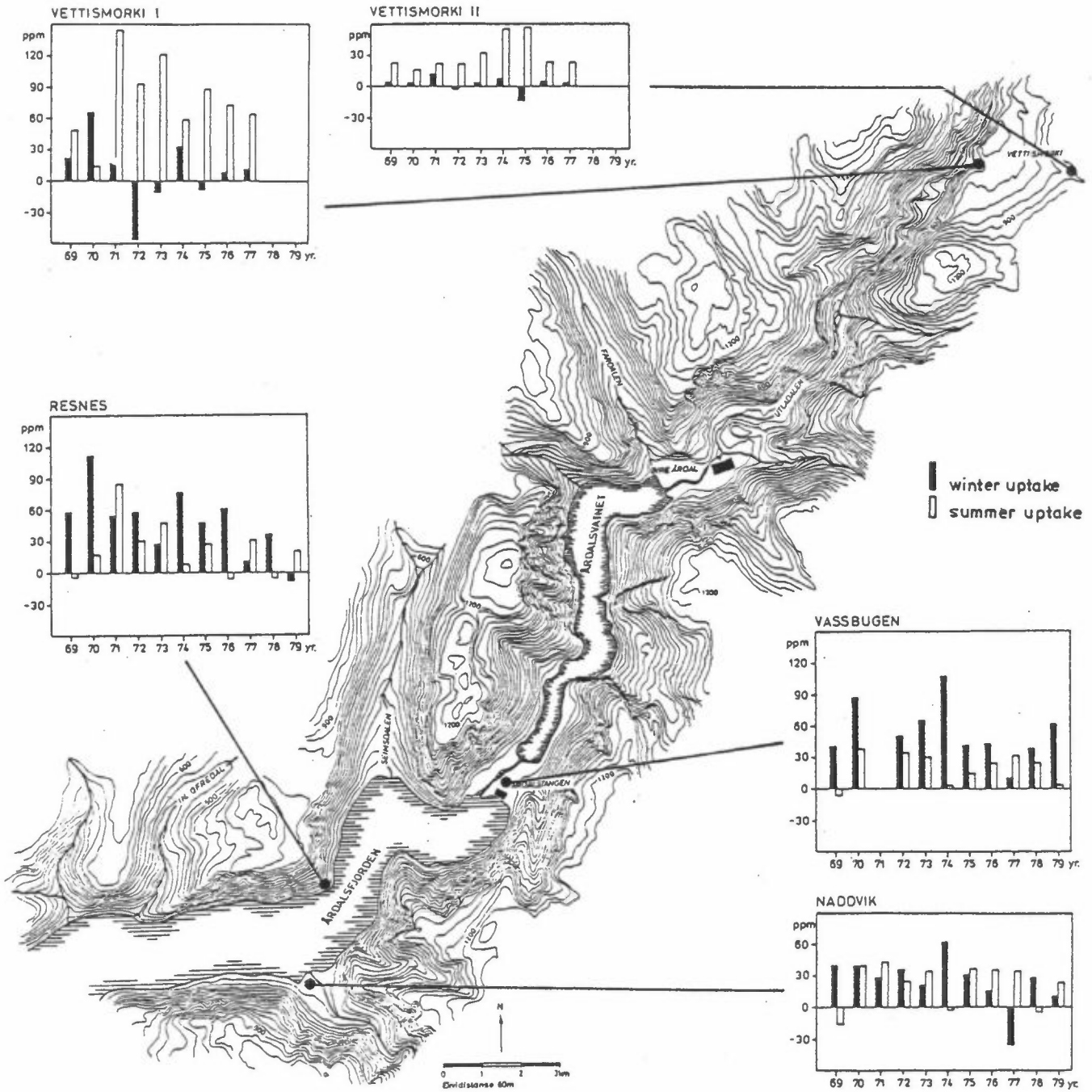


Figure E-4 : Winter and summer fluoride uptake by pine and spruce needles around Årdal. Values calculated from measured values in current and previous year's needles.

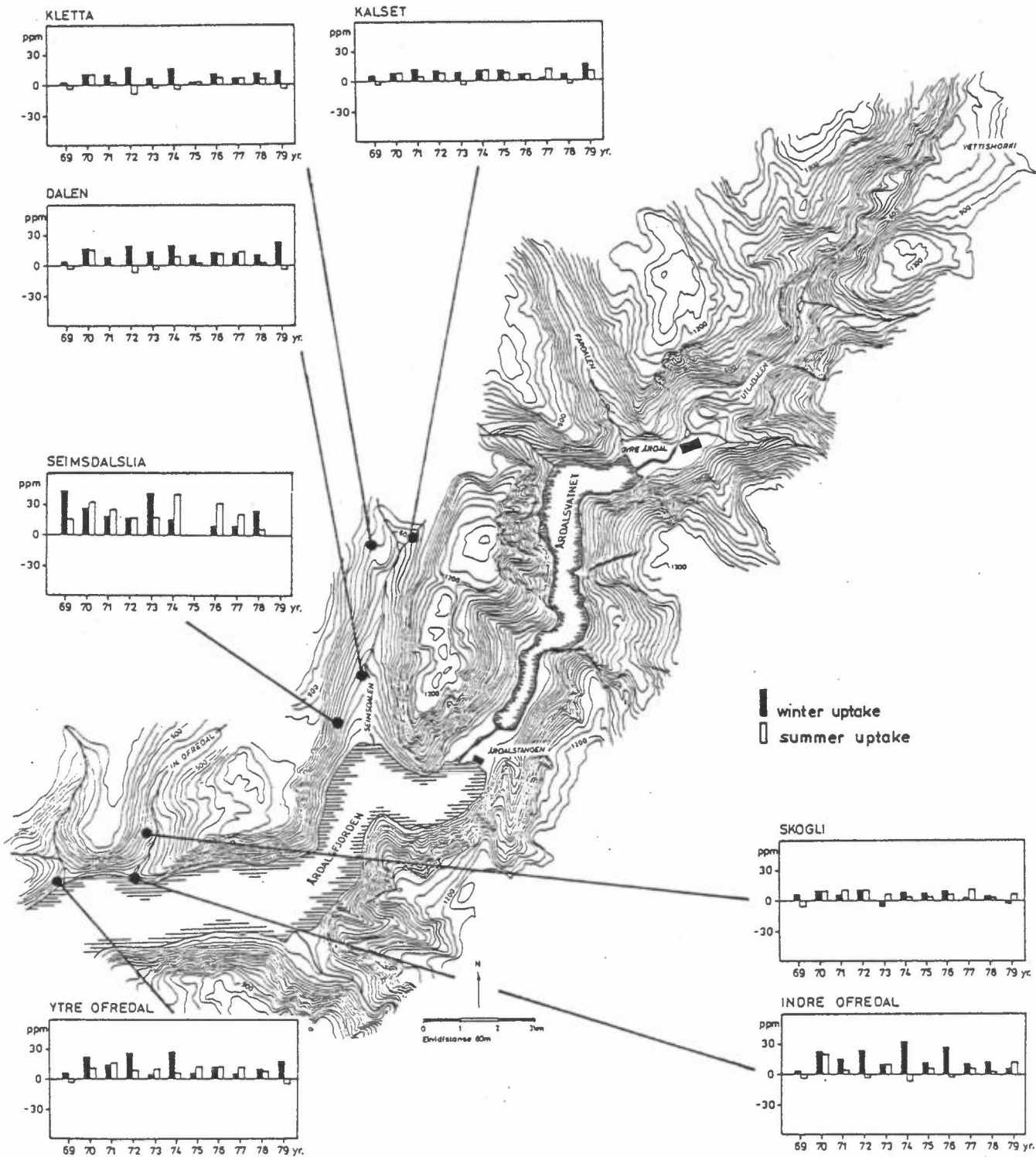


Figure E-4 : Continued.

Table E-4: Fluoride content of pine and spruce needles (mg/kg = ppm) around ASV A/S, in Ardal. Yearly uptake: Previous needles - current needles (collected in the fall).

Measuring station	Alt. met.	Year of 2 year needles																Mean	S.D.
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981			
1 Vettismorki	700	-	+34	+73	+79	+162	+36	+109	+92	+78	+73	+71	-	-	-	-	81*	36	
2 Vettismorki	880	-	+8	+23	+14	+32	+22	+34	+50	+42	+26	+23	-	-	-	-	27*	12	
4 Vassbugen	25	-	+106	+33	+122	-	+81	+91	+105	+50	+64	+40	+59	+58	-	-	74*	29	
6 Seimsdalslia	300	-	+11	+18	+59	+52	+46	+33	+58	+53	+72	+40	+32	+29	-	-	42	18	
7 Resnes	30	-	+72	+55	+126	+137	+88	+73	+85	+75	+54	+40	+31	+11	-	-	71	36	
8 Naddvik	20	-	+29	+23	+77	+68	+61	+53	+59	+66	+51	-5	+24	+34	-	-	45	24	
9 Ofredal Indre	30-50	-	+7	0	+39	+18	+20	+18	+24	+16	+25	+13	+15	+18	-	-	19	9	
10 Ofredal Skogli	450	-	+6	-1	+15	+13	+15	0	+10	+8	+13	+12	+5	0	-	-	8	6	
11 Ofredal Ytre	50	-	-	+4	+31	+29	+34	+13	+31	+19	+23	+18	+16	+12	-	-	21*	10	
12 Dalen i Seimsdal	340-400	-	+4	+1	+28	-	+10	+8	+22	+9	+23	+24	+10	+14	-	-	14*	9	
13 Kletta i Seimsdal	680	-	+11	+1	+20	+13	+10	+5	+14	+6	+15	+11	+12	+7	-	-	10	5	
14 Kalset i Seimsdal	600	-	+9	+2	+18	+13	+13	+4	+18	+13	+10	+9	+1	+22	-	-	11	7	
Mean	-	-	+27*	+19	+52	+54	+36	+37	+47	+36	+39	+25	+20*	+20*	-	-			
S.D.	-	-	33	24	40	54	27	37	33	28	24	20	17	16	-	-			

*Data missing.
Tree type: Pine in all stations except 4, 12, 13 and 14 which used spruce.

Table E-5: Fluoride content of pine and spruce needles (mg/kg = ppm) around ASV A/S, in Ardal. Winter uptake: Previous year's needles, spring - current year's needles, fall.

Measuring station	Alt. met,	Year of spring measurement														Mean	S.D.	
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980			1981
1 Vettismorki	700	-	-11	+22	+65	+18	-56	-11	+33	-8	+5	+10	-	-	-	-	7*	32
2 Vettismorki	880	-	+3	+3	0	+10	-2	+2	+7	-13	+3	0	-	-	-	-	1*	6
4 Vassbugen	75	-	-	+38	+87	+77	+48	+63	+105	+40	+40	+9	+36	+59	-	-	55	27
6 Seimsdalslia	300	-	-	-	+42	-26	+20	+17	+41	+15	-	+9	+9	+23	-	-	17	20
7 Resnes	30	-	-	+57	+109	+53	+57	+27	+76	+47	+60	+9	+35	-8	-	-	47	32
8 Naddvik	20	-	-	+40	+39	+28	+35	+20	+61	+30	+16	-38	+28	+10	-	-	24	25
9 Ofredal	30-50	-	-	+3	+20	+14	+22	+8	+31	+11	+26	+8	+13	+6	-	-	15	9
10 Ofredal Skogli	450	-	-	+5	+8	+5	+7	-6	+7	+6	+7	+1	+2	-5	-	-	3	5
11 Ofredal Ytre	50	-	-	+5	+20	+13	+25	+3	+26	+6	+11	+5	+9	+17	-	-	13	8
12 Dalen i Seimsdal	340-400	-	-	+3	+14	+6	+17	+13	+17	+9	+13	+11	+9	+18	-	-	12	5
13 Kletta i Seimsdal	680	-	-	+3	+10	+11	+17	+7	+17	+3	+8	+6	+8	+11	-	-	9	5
14 Kalset i Seimsdal	600	-	-	+5	+7	+10	+7	+8	+8	+7	+4	-1	+4	+15	-	-	7	4
Mean	-	-	-	+17*	+38	24	+16	+12	+36	+13	+18*	+2	+15*	+15*	-	-		
S.D.	-	-	-	20	35	22	28	19	31	18	18	13	13	18	-	-		

*Data missing.
Tree type: Pine in all stations except 4, 12, 13 and 14 which used spruce.

Table E-6: Fluoride content of pine and spruce needles (mg/kg = ppm) around ASV A/S, in Ardal. Summer uptake: Previous year's needles (fall - spring collections).

Measuring station	Alt. met.	Year of measurement														Mean	S.D.	
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980			1981
1 Vettismorki	700	-	+45	+51	+14	+144	+92	+120	+58	+86	+68	+61	-	-10	-	-	66*	42
2 Vettismorki	880	-	+11	+20	+14	+22	+24	+32	+53	+55	+23	+23	-	+8	-	-	26*	15
4 Vassbugen	25	-	-	-5	+35	-	+33	+28	0	+10	+24	+31	+23	-1	-	-	18*	15
6 Seimsdalslia	300	-	-	-	+17	+26	+26	+16	+17	+38	-	+31	+23	+6	-	-	22	9
7 Resnes	30	-	-	-2	+17	+84	+31	+46	+9	+28	-6	+31	-4	+19	-	-	23	26
8 Naddvik	20	-	-	-17	+38	+40	+26	+33	-2	+36	+35	+33	-4	+24	-	-	22	20
9 Ofredal	30-50	-	-	-3	+19	+4	-2	+10	-7	+5	-1	+5	+2	+12	-	-	4	7
10 Ofredal Skogli	450	-	-	-6	+7	+8	+8	+6	+3	+2	+6	+11	+3	+5	-	-	5	4
11 Ofredal Ytre	50	-	-	-1	+11	+16	+9	+10	+5	+13	+12	+13	+7	-5	-	-	8	6
12 Dalen i Seimsdal	340-400	-	-	-2	+14	-	-7	-5	+5	0	+10	+13	+1	-4	-	-	2	8
13 Kletta i Seimsdal	680	-	-	-2	+10	+2	-7	-2	-5	+3	+7	+5	+4	-4	-	-	1	5
14 Kalset i Seimsdal	600	-	-	-3	+11	+3	+6	-4	+10	+6	+6	+10	-3	+7	-	-	4	6
Mean	-	-	-	+3*	+17	35	+20	+24	+12	+24	+17*	+22	+5*	+5				
S.D.	-	-	-	18	10	46	27	34	21	26	21	16	10	10				

*Data missing.
Tree type: Pine in all stations except 4, 12, 13 and 14 which used spruce.

Fluoride measurements in coniferous needles prior to 1967

The only reported values found are the following by H. Robak and F. Ender. O. Vee's farm is indicated at Resnes, which is not the same location given in later years and must therefore be interpreted with caution.

Table E-7 : Fluoride content and damage in coniferous needles sampled and measured in 1951
by H. Robak and F. Ender.

Distance from factory (in km)	Sampling site	Tree age	Sampled needles age	Tree Health and species	Fluoride in ppm
1.5	Over Moen, in Øvre Årdal	NA	P.Y.N.	Very sick to dying pine	665
1.5	Over Moen, in Øvre Årdal	NA	C.N.	Very sick to dying pine	436
1.5	Over Moen, in Øvre Årdal	NA	P.Y.N.	Relatively healthy pine	714
1.5	Over Moen, in Øvre Årdal	NA	C.N.	Relatively healthy pine	446
1.5	Over Moen, in Øvre Årdal	Y	P.Y.N.	Pine	618
1.5	Over Moen, in Øvre Årdal	Y	C.N.	Pine	357
2-2.5	Tollfjørflaten, Moadalen	M	N.A.	Almost uninjured	246
2-2.5	Tollfjørflaten, Moadalen	Y (10-15 yr)	N.A.	Very injured trees	259
4	Near border of pine forest, uppermost in Moadalen	M	N.A.	Faintly to scorched needle-tips	122
<1	Nedre Steindekki, Moadalen	Y	N.A.	Pine	459
3	O. Vee's farm, Resnes	Y	N.A.	Pine	648
8-9	350 m high, Eldegård	Y	N.A.	N.A.	65
6-7	Hjelle, Utladalen	11 yr	N.A.	Pine	166

Abbreviation: N.A. = not available, Y = young tree, M = middle aged, C.N. = current needles, P.Y.N. = previous year's needles.

Measurements made by Department of Biochemistry, Veterinary College of Norway.
Source: Yearly report made by F. Ender to the Smoke Control Council.

Comparison of absorption in current and previous year's needles

In a continuation of Robak's earlier work (Robak, 1969), fall previous year's needles and fall current year's needles are correlated to each other in Figure E-5 and Tables E-8 and E-9. Robak suggested a 2 to 1 ratio, but also indicated that at higher fluoride concentrations deviations may be more marked.

Robak suggested that at higher levels of fluoride, the stomata were no longer operating properly and more fluorine was absorbed. Winter absorption, when it exists, can also favor a greater than 2 to 1 ratio. Calculating regression coefficients and the r^2 values (percentage of the variability explained by the regression) for pairs of data 1) for each site and 2) for each year, reveals no relationship at any site, but is strongly suggestive of a relationship if examined for each year (Table E-9). This is due to the fact that the greater the range in x the higher the r^2 . Therefore the total sample had an r^2 of 0.72. But if a best fit is searched for it is a power function ($\ln y = \ln a + b \ln x$) with $a = 3.98$, $b = 0.83$ that has the highest r^2 . This function leads to higher than 2 to 1 ratio at lower concentrations and less than a 2 to 1 ratio at higher concentrations.

One last point needs to be remembered in this connection, that is, that at higher fluoride emissions it is logical to believe that other pollutants are emitted in higher concentrations as well. Some, such as SO_2 , may under certain level produce no biological effects, yet suddenly become high enough that they cross a threshold value producing biological damage of their own that may act either synergistically or additively with fluoride.

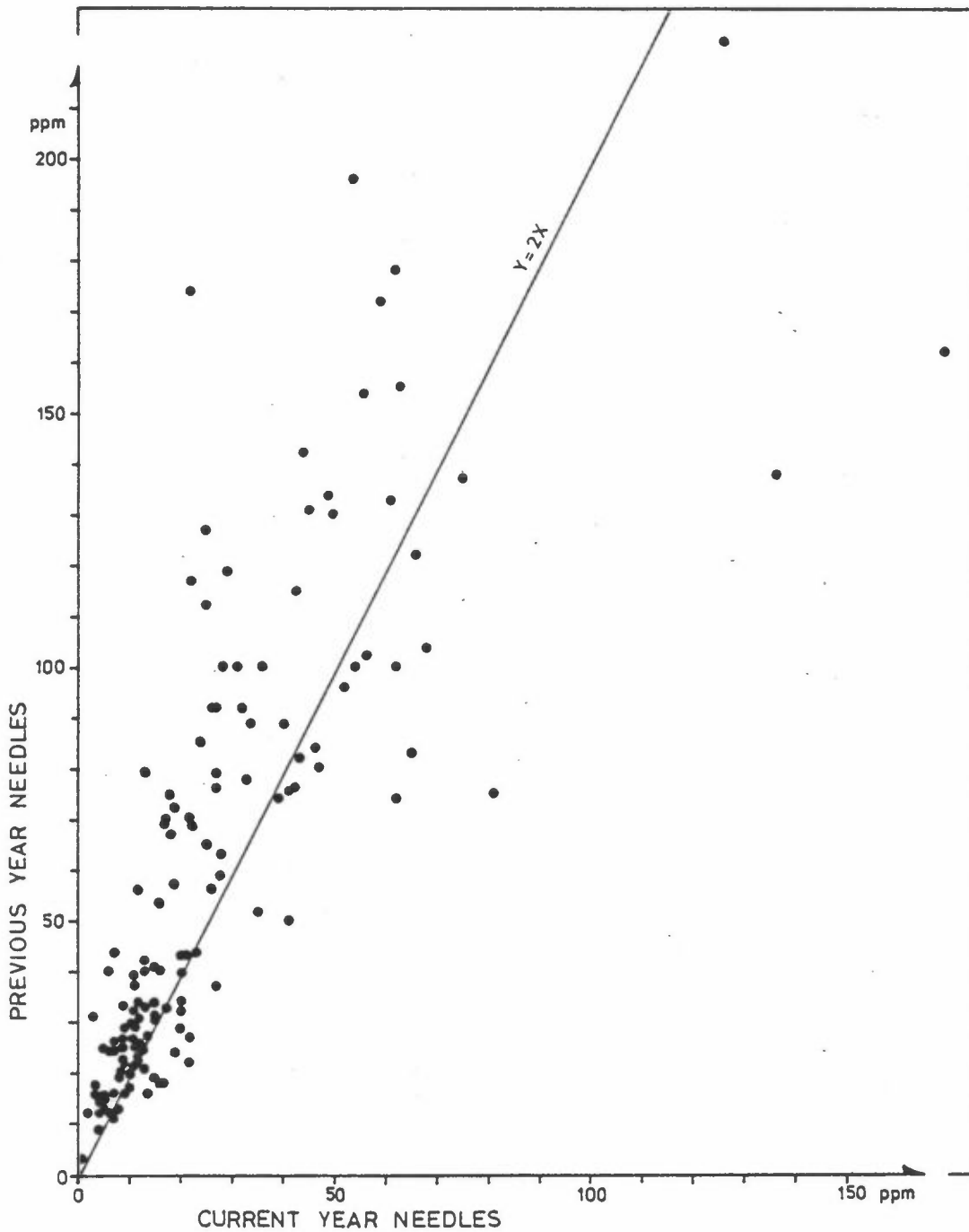


Figure E-5 : Correlation between fluoride values of previous year's and current year's needles of pine and spruce.

Table E-8 : Calculated linear regression coefficients of previous year's needles to current year's needles (collected in the fall) - by site.

Sampling station	y = a+bx		r ²
	a	b	
1 Vettismorki	56.5	1.33	0.73
2 Vettismorki	28.4	.96	.18
4 Vassbugen	101.1	.32	.05
6 Seimsdalšlia	40.7	1.03	.53
7 Resnes	74.1	.88	.09
8 Naddvik	71.2	.12	.02
9 Ofredal	20.6	.65	.40
10 Ofredal Skogli	10.3	.83	.45
11 Ofredal Ytre	28.2	.26	.02
12 Dalen i Seimsdal	12.8	1.11	.63
13 Kletta i Seimsdal	13.5	.61	.31
14 Kalset i Seimsdal	18.8	.21	.04
Entire population	12.45	1.89	0.72

Table E-9 : Calculated linear regression coefficients of previous year's needles to current year's needles (collected in the fall) - by year.

Sampling year	y = a+bx		r ²
	a	b	
1968	-5.1	3.38	.91
1969	2.8	1.87	.96
1970	9.2	2.40	.90
1971	24.9	1.79	.83
1972	1.2	2.82	.87
1973	13.3	2.99	.85
1974	8.4	2.68	.90
1975	4.4	2.89	.93
1976	14.3	1.25	.75
1977	4.7	1.59	.93
1978	4.6	2.16	.86
1979	-2.1	2.52	.83
1980	-	-	-
1981	-0.78	1.52	.84
Entire sample	12.45	1.89	.72

Statistical analyses over differences in fluoride content
in conifer needles

Different statistical tests can be done to test whether measured differences are statistically significant or not. Table E-10 shows results of selected t-tests between measured highs and lows in the conifer needles.

A two way analysis of variance of current year needles measured in the fall (from 1967 to 1977) gave the following results:

Variance ratio F (between sites) = 38.79 with 11 and 110 d.f.

Variance ratio F (between years) = 5.44 with 10 and 110 d.f.

Both values are significant at the 1% level.

Table E-10: Statistical difference between the highest and lowest values measured at different sites and in different years in coniferous needles.

Category	Current year's needles Fall		Previous year's needles Fall		Previous year's needles Spring		Summer uptake calculated		Winter uptake	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
High Between sites	60	24	138	40	98	22	66	42	55	27
	n 12	t=7.65	n 11	t=10.02	n 12	t=13.80	n 11	t=5.10	n 11	t=6.46
Low	7	5	16	6	10	2	1	5	1	6
	n 14	p<0.001	n 13	p<0.001	n 12	p<0.001	n 11	p<0.001	n 10	p<0.001
High Between years	36	19	78	74	53	50	35	46	38	35
	n 9	t=2.77	n 10	t=1.66	n 12	t=1.32	n 10	t=2.06	n 12	t=3.34
Low	16	12	36	33	32	20	3	18	2	13
	n 12	p<0.025	n 12	p=N.S.	n 9	p=N.S.	n 11	p=N.S.	n 12	p<0.01

N.S. = Not Significant

APPENDIX E-II

FLUORIDE LEVELS IN FRUITS AND VEGETABLES

Levels of fluoride in fruit trees

Levels of fluoride in fruit trees provides very good evidence for pollutant emissions from Årdalstangen. The data are summarized in Tables E-11 to E-13 and Figure E-6.

All three fruit tree species seem to absorb fluoride to the same degree. Those trees of Jens Seim in Seimsdalen have the lowest values. There was a significant difference between the values from P. Øvstetun's farm in Øvre Årdal and G. Hæreid's farm i Årdalstangen for: 1) the Victoria plum with 378 ± 95 and 224 ± 45 mg/kg respectively ($t = 3.59$; $p < 0.01$), 2) the Grev Moltke pear with 372 ± 75 and 211 ± 20 mg/kg respectively ($t = 5.84$; $p < 0.005$); and the Gravenstein apple with 363 ± 94 and 246 ± 44 mg/kg respectively ($t = 3.19$; $p < 0.025$). However, what is of even greater interest is the large statistically significant differences between the trees of G. Hæreid and T. Berge both of Årdalstangen.

G. Hæreid's farm is to the west, northwest of the Årdalstangen factory and that of T. Berge to the east, southeast, (Figure E-6). Means from G. Hæreid's farm are lower than from T. Berge's with 1) Victoria plum with 224 ± 45 and 382 ± 122 mg/kg respectively ($t = 3.04$; $p < 0.025$); Grev Moltke pear with 211 ± 20 and 354 ± 137 mg/kg respectively ($t = 2.92$; $p < 0.05$) and 3) Gravenstein apple with 246 ± 44 and 347 ± 91 mg/kg respectively ($t = 2.83$; $p < 0.05$).

Pursuing this a little further, one finds that the difference between T. Berge and the other two farms at Årdalstangen is much larger some years than others. During these same years T. Berge is often higher than the Øvre Årdal farm as well. However, the Øvre Årdal farm actually lies more in Fardalen and protected from emissions. These values for Årdalstangen indicate to what degree meteorological factors are important in assessing potential damage due to fluoride emissions.

When comparing years with each other one notices far less variability than when comparing sites. Values in Victoria plum were low in 1979 with 209 ± 46 and high in 1976 with 370 ± 95 mg/kg ($t = 3.05$; $p \approx 0.05$). In Grev Moltke pear values were low in 1979 with 198 ± 30 and high in 1974 with 366 ± 158 mg/kg (one doubtful value) or 1975 of 347 ± 104 mg/kg ($t = 2.75$; $p = \text{N.S.}$). In Gravenstein apple values were low in 1979 with 192 ± 37 and high in 1974 with 311 ± 156 mg/kg ($t = 2.56$; $p = \text{N.S.}$).

An additional interesting phenomenon is what seems to be a trend of a high concentration year followed by a lower concentration year. This alternating pattern was not seen in other vegetation forms. Several explanations are possible: 1) a natural 2 year cycle in plant production (they do not fruit maximally every year) and 2) damage done in the budding fall phase reduces the vigor of the plant the following spring reducing uptake. It would be of great interest to follow up this observation with more concrete investigation. It may be possible to isolate times of the year when especial caution is necessary.

Tables E-14 to E-16 summarize miscellaneous information on fruits and vegetables in the Årdal area.

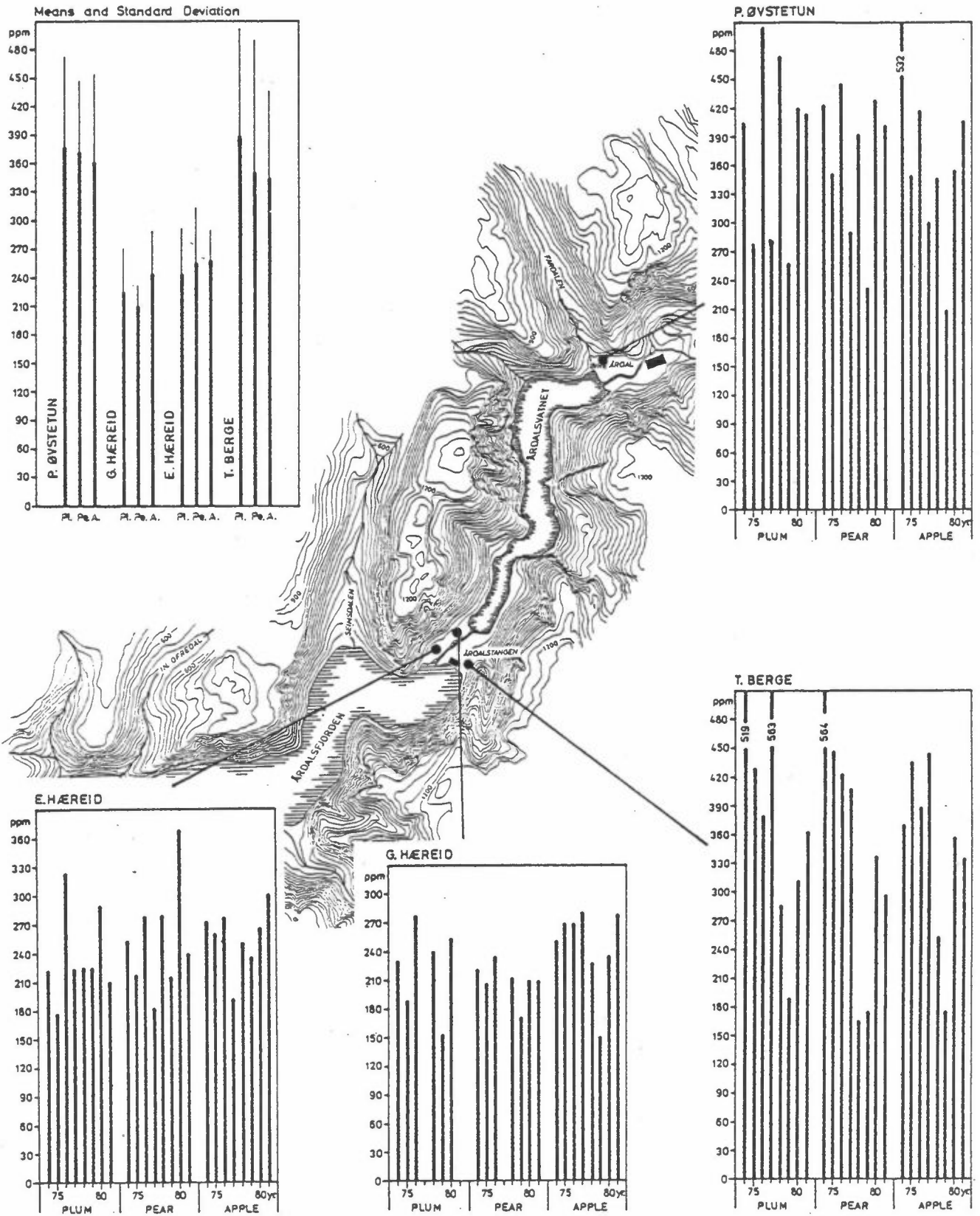


Figure E-6 : Fluoride content in the leaves of plum, pear and apple trees collected around Årdal from 1974 to 1981. Analyses: SINTEF, The Technical College of Norway. Source: Yearly Reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-11: Fluoride content (mg/kg) in fruit tree leaves collected in the fall in Ardal, Gravenstein (Apple).

Landowner	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Mean				Mean	S.D.
									74-75	76-77	78-79	80-81		
P. Øvstetun, Ø. Ardal	532	348	417	298	346	207	353	405	440	358	276	379	363	94
G. Hereid, Ardalstangen	257	270	267	283	227	150	236	281	264	275	188	258	246	44
E. Hereid, "	273	261	280	195	253	236	267	304	267	238	244	286	259	32
Tr. Berge, "	376	439	390	445	256	176	357	338	408	418	216	348	347	91
Jens Seim, Seimsdalen	115	142	182	-	-	-	-	-	128	(182)	-	-	-	-
Hans Skogli, Seimsdalen	-	-	-	-	95	45	84	114	-	-	70	99	-	-
Mean (not incl. Seimsdalen)	311	292	307	305	270	192	303	332						
S.D.	155	110	96	104	52	37	61	54						

Source: Yearly report for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-12 : Fluoride content (mg/kg) in fruit tree leaves collected in the fall in Ardal.
Victoria Plum.

Landowner	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Mean				Mean	S.D.
									74-75	76-77	78-79	80-81		
P. Øvstetun, Ø. Ardal	406	276	499	278	476	258	420	413	341	388	367	416	378	95
G. Hereid, Ardalstangen	232	190	278	-	240	154	254	-	211	(278)	197	(254)	224	45
E. Hereid, "	225	177	325	228	231	232	289	212	201	276	232	250	240	46
Tr. Berge, "	519	433	380	563	289	193	315	366	476	472	241	340	382	121
Jens Seim, Seimsdalen	159	116	193	-	-	-	-	-	138	(193)	-	-	-	-
Hans Skogli, Seimsdalen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean (not incl. Seimsdalen)	346	269	370	356	309	209	320	330						
S.D.	143	118	95	181	114	46	72	105						

Source: Yearly reports for Kontrollavdelingen for Aluminiumverkene.

Table E-13: Fluoride content (mg/kg) in fruit tree leaves collected in the fall in Årdal.
Grev Mølkte (Pear).

Landowner	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Mean				Mean	S.D.
									74-75	76-77	78-79	80-81		
P. Øvstetun, Ø. Årdal	423	352	445	293	394	231	430	407	388	369	312	418	372	75
G. Hereid, Årdalstangen	223	208	233	-	217	169	212	213	216	(233)	193	212	211	20
E. Hereid, "	254	218	285	186	284	217	370	241	236	236	250	306	257	57
Tr. Berge, "	(564)	448	426	410	169	176	341	294	506	418	172	318	354	137
Jens Seim, Seimsdalen	117	116	157	-	-	-	-	-	116	(157)	-	-	-	-
Hans Skogli, Seimsdalen	-	-	-	-	90	63	96	110	-	-	76	103	-	-
Mean (not incl. Seimsdalen)	366	306	347	296	266	198	338	288						
S.D.	158	115	104	112	97	30	92	86						

Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene

Table E-14: Fluoride content (mg/kg) in fruit from Øvre Årdal.

Area	Fruit type	Whole fruits ¹		Peels		Peeled fruit		Leaves dry weight
		dry weight	fresh matter	dry weight	fresh matter	dry weight	fresh matter	
Årdal	Apple-Gravenstein	16.3 ³	2.0	19.0	2.6	8.3	1.0	2450
	Pear-Grev Molkte	13.2	2.0	22.0	3.4	6.0	0.8	
Control ²	Apple-Gravenstein	-	0.4	Not analyzed				
	Pear-Grev Molkte	-	0.3					

1 - Fruit had no stalks

2 - Control fruit came from fruit stands in Telemark

3 - Material collected by H. Robak and analyzed by F. Ender at the Dept. of Biochemistry - The Veterinary College of Norway.

Table E-15 : Levels of fluoride in potatoes, roots and grains harvested in the vicinity of Årdal.

Vegetable Type		Fluoride ppm dry weight
Potatoes	Årdal	0.9
	Control	1.9
Swedes	Årdal	11.0
	Control	8.5
Carrots	Årdal	5.5
	Control	3.7
Beets		8.0
Turnips		13.0
Grains	Årdal Barley	15.5
	Wheat	12.0
	Control Barley	2.5

*Source: F. Ender. Rapport vedrørende skader ved luftbårne fluorforurensninger fra aluminiumfabrikker i Syd-Norge. European Conference on Air Pollution, Strasbourg 1964.

Table E-16: Fluoride content (mg/kg dry weight) in tomato leaves collected in Årdalstangen.

Owner	Data of Sample Collection				
	Oct. 15 1974	Oct. 2 1975	Aug. 13 1976	Sept. 24 1976	Sept. 16 1977
T. Berge	46	64*	114*	150	177
T. Berge	24	96	93*	110	

* Injury reported that was especially strong in 1976.
Material analyzed by SINTEF in Trondheim.

Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene

APPENDIX E-III

FLUORIDE LEVELS IN GRASS AND HAY

Levels of fluoride in hay

There was rather spotty sampling of hay between 1950 and 1965 (Table E-17). However, in 1950, 1952, 1955 and 1959 rather complete sets of hay samples were collected. Fluoride levels were high in 1950 and caused a great deal of alarm. By 1952 they had gone substantially down. The means for 1950 and 1952 were 113 ± 48 and 26 ± 18 mg/kg respectively ($t = 5.28$; $p < 0.001$). The levels were still low in 1955. By 1959, however, the levels had jumped back up to 130 ± 102 mg/kg. The levels were again high in 1969 and thereafter dropped to around 50 mg/kg (Tables E-17, E-18 and Figure E-7). As we have seen before, variability between stations is large. The means range from a high of 158 ± 54 at Øygarden in the Utladalen valley (taken from among the most complete data sets) to 34 ± 20 mg/kg in Holseter up the Fardalen valley ($t = 7.55$; $p < 0.001$). Indications are that values are even lower in Seimsdalen.

The Norwegian Pollution Control Authority has set a recommended limit of 30 mg/kg dry matter in hay and pasture grass, suggesting that values over 30 mg/kg puts animals at risk for fluorosis (SFT report, 38).

Tables E-17 and E-18, show that in 1952, 1955, 1956, 1957, probably 1958 large parts of the Årdal area were under that limit. In 1952 Årdal, Sundal Verk claimed farmers could start buying animals again. Data presented here seems to indicate this was true. However, after 1959 it is only in inner Seimsdal and possibly inner Fardalen that the levels have been under 30 mg/kg. Even in these more remote areas, levels have not been under the limit every year.

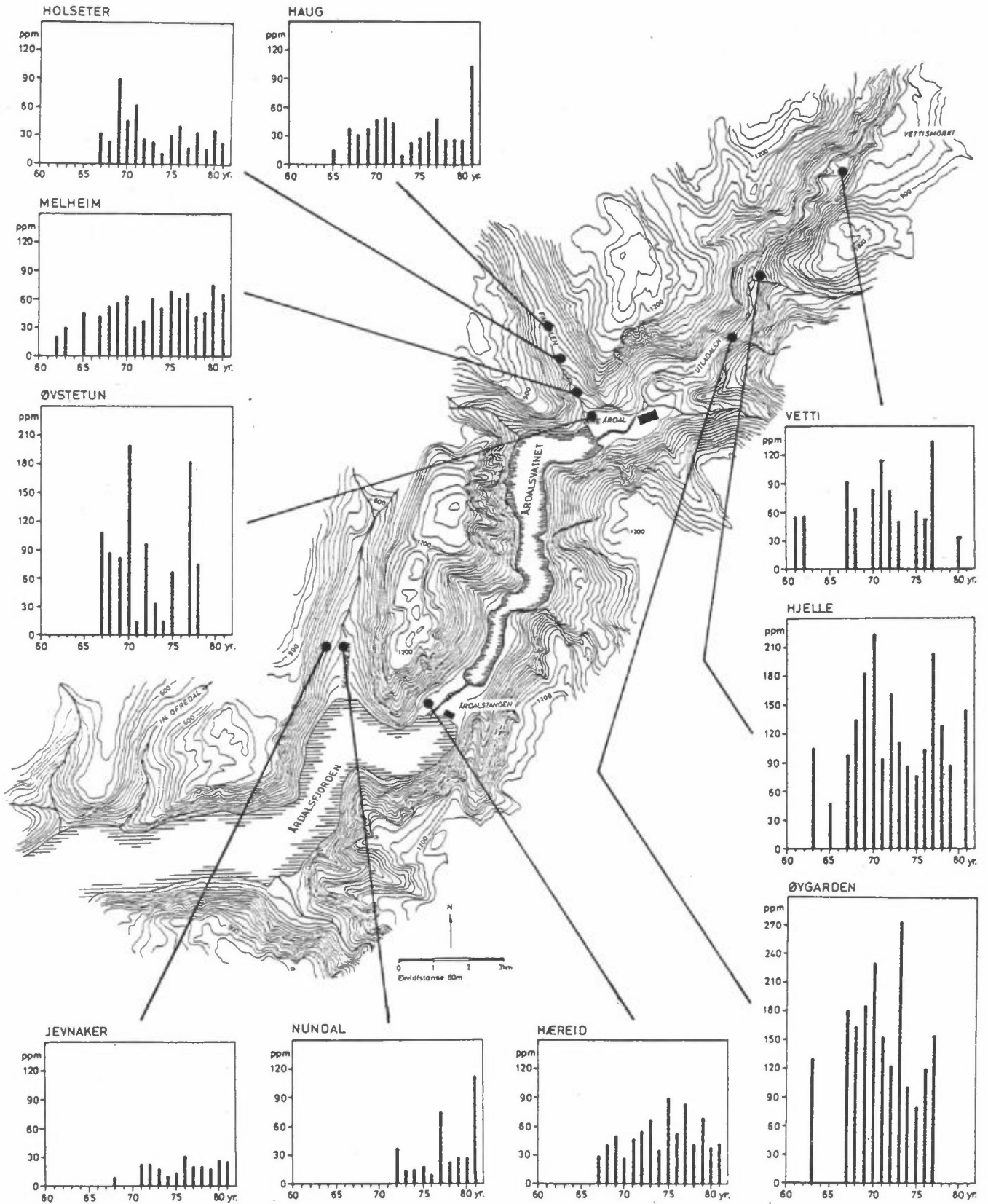


Figure E-7 : Fluoride content in hay around Årdal from 1961 to 1981. Analyses: Dept. of Biochemistry, The Veterinary College of Norway, (before 1966) and SINTEF.

Source: Yearly Reports for the Smoke Control Council and for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-17 : Fluoride levels in (ppm dry weight) in hay from 1950 to 1965.

Sampling station	km from factory	Year of measurement													Stand. Dev.				
		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962		1963	1964	1965	Mean
Moen	0.8			66				46	36		274							106	113
Lykkja	1.5	145					29		20	23								54	61
Vollidal	2.4	89		19											121		113	86	46
Traai	2.5	181		28						271								160	123
Temmer-sletti	2.7	173				21												-	-
Øygarden	3.2	113		25		135		34		12	112			129			91	49	
Skaar	4.7							8	19		208						62	98	
Hjelle	4.5	112		17		10		30	17		217			112	106		74	68	
Vetti	8.7	37				7		19			32			56			42	27	
Midtun	-	100		36													-	-	
Melheim, Løbakken	2.3	43				8		28									-	-	
Melheim, Storjordet	2.7			11				108						22	31		43	38	
Holseter	2.8	134		8													-	-	
Haug	4.0					3		6	6		38						13	14	
Ekra	3.8					8		12	6		55			45			30	21	
Ekra	3.9								9		56			43			43	21	
Eldegård	5.1					7		11			34						-	-	
Lågreid						9		16	15								-	-	
Mean		113	-	26	-	24		29	16	-	130			56	97	-	55		
Stand.Dev.		48	-	18	-	40		29	10	-	102			34	45	-	42		

Samples were collected by H. Robak and analyzed by F. Ender - Dept. of Biochemistry, Veterinary College, Norway.

Means and standard deviations must be interpreted with caution since no provision made for missing values.

Calculated only if 4 or more values.

Table E-18 : Fluoride levels (ppm dry weight) in hay from 1961 to 1981.

Sampling station	Year of measurement																		Mean	S.D.			
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978			1979	1980	1981
3. Volldal	-	-	121	-	113	-	161	256	363	234	142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	198	91
4. Svalheim	-	-	-	-	-	-	496	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Øygarden	-	-	129	-	-	-	179	165	185	230	154	124	273	103	82	120	152	-	-	-	-	158	54
6. Hjelle	-	112	106	-	48	-	100	134	182	223	92	161	111	86	78	105	203	128	88	-	143	124	46
7. Vetti	55	56	-	-	-	-	93	64	-	84	111	83	50	-	60	49	131	-	-	31	-	72	29
8. Øvstetun	-	-	-	-	-	-	108	88	80	202	15	96	34	16	67	-	184	75	-	-	-	88	61
9. Melheim	-	22	31	-	45	-	42	53	56	63	31	36	60	50	68	60	65	42	46	73	65	50	14
10. Holseter	-	-	-	-	-	-	32	25	90	46	62	28	24	12	34	41	18	32	15	35	24	34	20
11. Haug	-	-	-	-	14	-	39	33	40	47	47	45	13	25	29	36	48	28	27	26	101	37	20
12. Høyseter	-	-	-	-	-	-	23	74	114	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
13. Eldegard	-	-	-	-	-	-	-	142	233	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14. Loi	-	-	-	-	-	-	53	52	190	85	56	-	-	-	-	-	-	-	188	-	92	-	-
15. Hæreid	-	-	-	-	-	-	31	43	52	28	49	57	68	36	89	53	83	42	69	38	42	52	18
16. Lysne	-	-	-	-	-	-	17	6	18	30	16	13	-	25	-	8	23	-	-	-	-	17	8
17. Jevnaker	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	22	21	18	8	13	29	22	21	19	26	26	20	6
18. Nundal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	15	15	19	11	76	21	29	28	115	37	33
Mean							73	109	134	116	63	64	67	38	54	51	91	49	60	37	70		
S.D.							55	126	100	87	47	47	79	33	28	36	66	36	58	17	46		

Data from 1961 to 1966 is indicative only. Measurements were made at a different laboratory using different methods, and sampling sites are not necessarily identical. From 1967 fluoride analyses were made by SINTEF.

Means and standard deviations must be interpreted with caution since no provision has been made for missing data.

Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Levels of fluoride in pasture grass

The pasture grass data is most striking in the dramatic increase from the May-June sampling to the September-October sampling (Tables E-19 through E-24); Figures E-8 through E-13). However, caution is necessary in interpretation of such data. Many factors can influence fluoride levels in grass, such as precipitation, humidity, wind direction and speed, cutting of grass for silo, and the use or not of active pasturing. Data has been collected as far back as 1950.

The basic pattern of fluoride concentration over the years described in the previous section of hay all apply here, for all three sampling times. Levels were high in 1950, dropped up through 1959 where they went up and have been relatively high ever since. However, a more specific pattern of highs and lows is not the same between different sites and between the same site at different sampling times. Variability between sites is large. The means and standard deviations are combined for all three sampling times by year in Table E-25 and by site in Table E-26. Testing for the statistical significance of differences between highs and lows over years and over sites are summarized in Table E-27.

As has been the trend, differences are highly significant.

Using 30 mg/kg as an upper safe limit of fluoride in hay and pasture grass (SFT, report 38), it is evident that only in Seimsdalen and possibly innermost Fardalen are levels low enough to permit grazing. Even in these remote areas, a risk exists if grazing continues after August.

Some significant information is missing. It is unknown if fluoride influences the rate of growth of grass. Grass productivity for different regions in Årdal has not been documented.

Table E-19 : Fluoride levels in (ppm dry weight) in pasture grass from 1950 to 1965.
Samples collected in May-June.

Sampling station	km from factory	Year of measurement													Mean	Stand. Dev.												
		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962			1963	1964	1965									
Moen	0.8	96															182	234					336	296	194	113		
Svalheim	2.1		38	15																				284	132	168	108	
Lykkja, Svalheim	1.5	156																							82	118	91	
Lykkja, Myra	1.8	126																								80	54	
Vollidal	2.4																									96	60	
Traai	2.5		19																							99	72	
Øygarden	3.2		17																							78	70	
Hjelle	4.5		13																							69	47	
Vetti	8.7		21																							33	7	
Hestetun	1.5																									-	-	
Farnes	1.6																									53	32	
Melheim, Løbakken	2.3																									32	22	
Melheim, Storjordet	2.7		9*																							32	17	
Holseter	2.8																									32	9	
Haug	4.0		11																							13	5	
Eldegård	5.1																									44	39	
Hæreid	10.0																									32	22	
Mean			18																									
Stand.Dev.			9																									

*Uncertain whether these values are Melheim-Løbakken or Melheim-Storjordet.

Samples for the Smoke Control Council were collected by H. Robak and analyzed by F. Ender - Dept. of Biochemistry, Veterinary College, Norway.
Means and standard deviations must be interpreted with caution since no provision made for missing values.
Calculated only if 4 or more values.

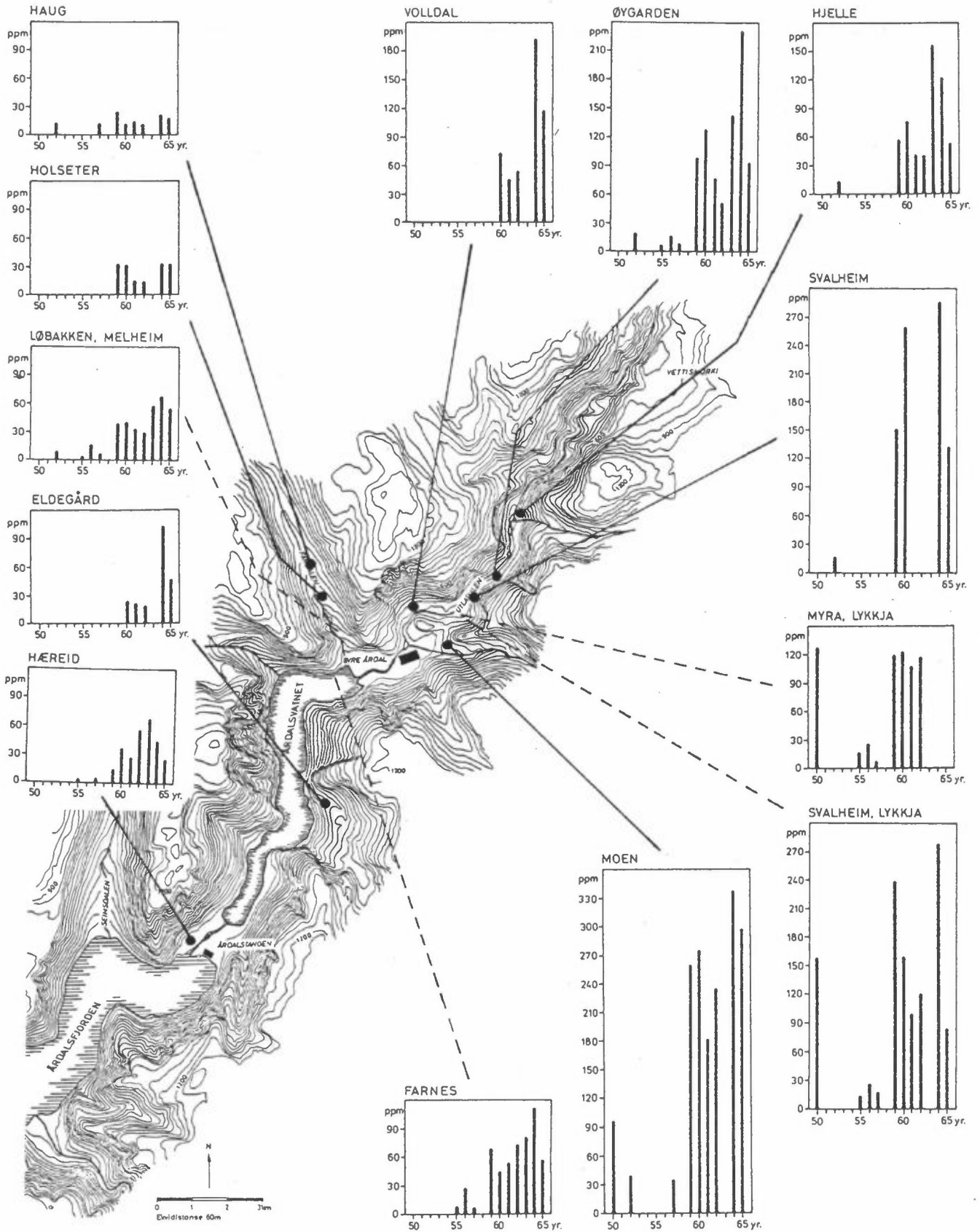


Figure E-8 : Fluoride content in pasture grass around Ardal from 1950 to 1965. Samples collected in May-June. Analyses: Dept. of Biochemistry, The Veterinary College of Norway. Source: Yearly Reports for Smoke Control Council.

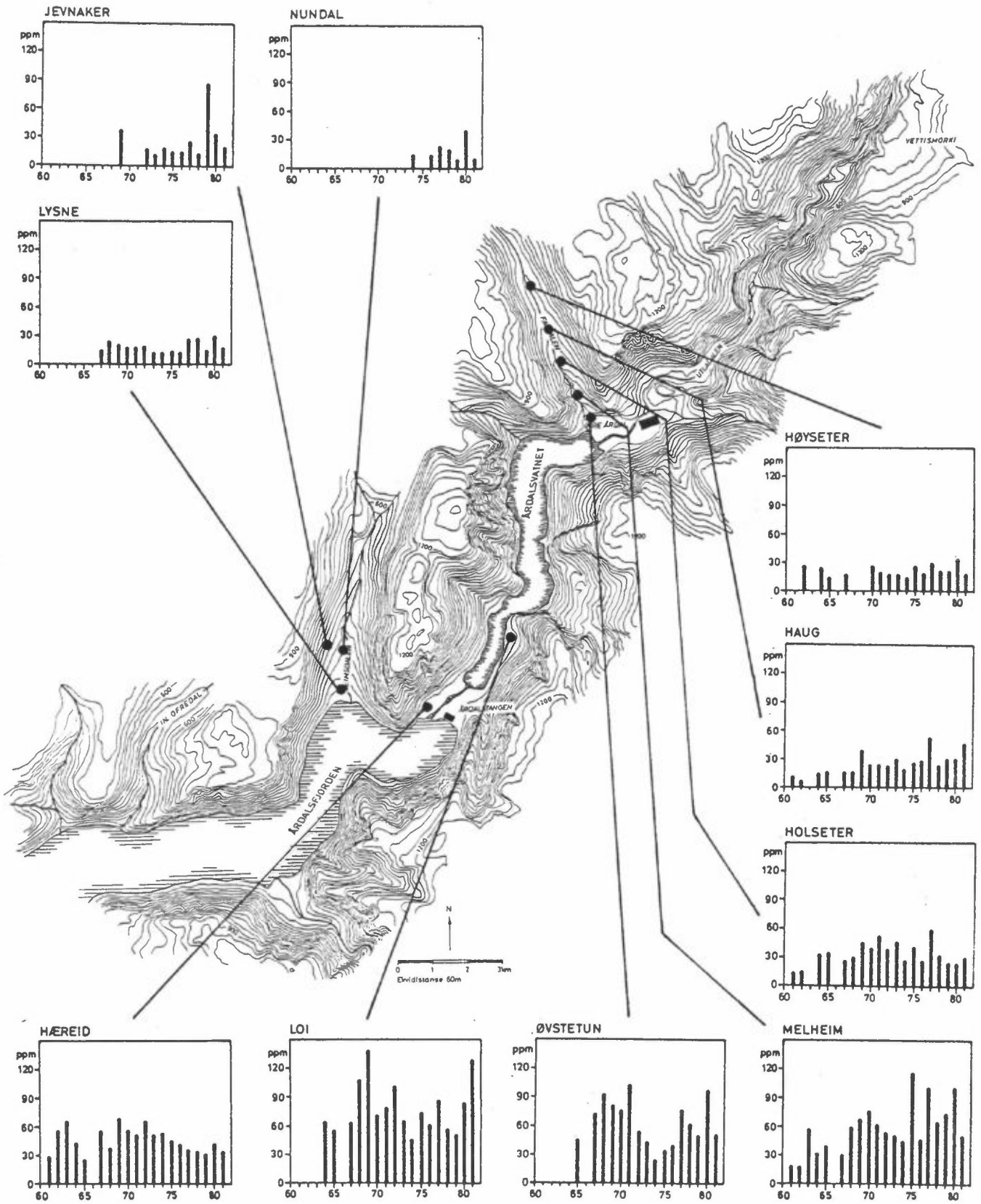


Figure E-9: Fluoride content in pasture grass around Ardal from 1961 to 1981. Samples collected in May-June. Analyses: Dept. of Biochemistry, The Veterinary College (before 1966) and SINTEF (after 1966). Source: Yearly Reports for the Smoke Control Council and for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

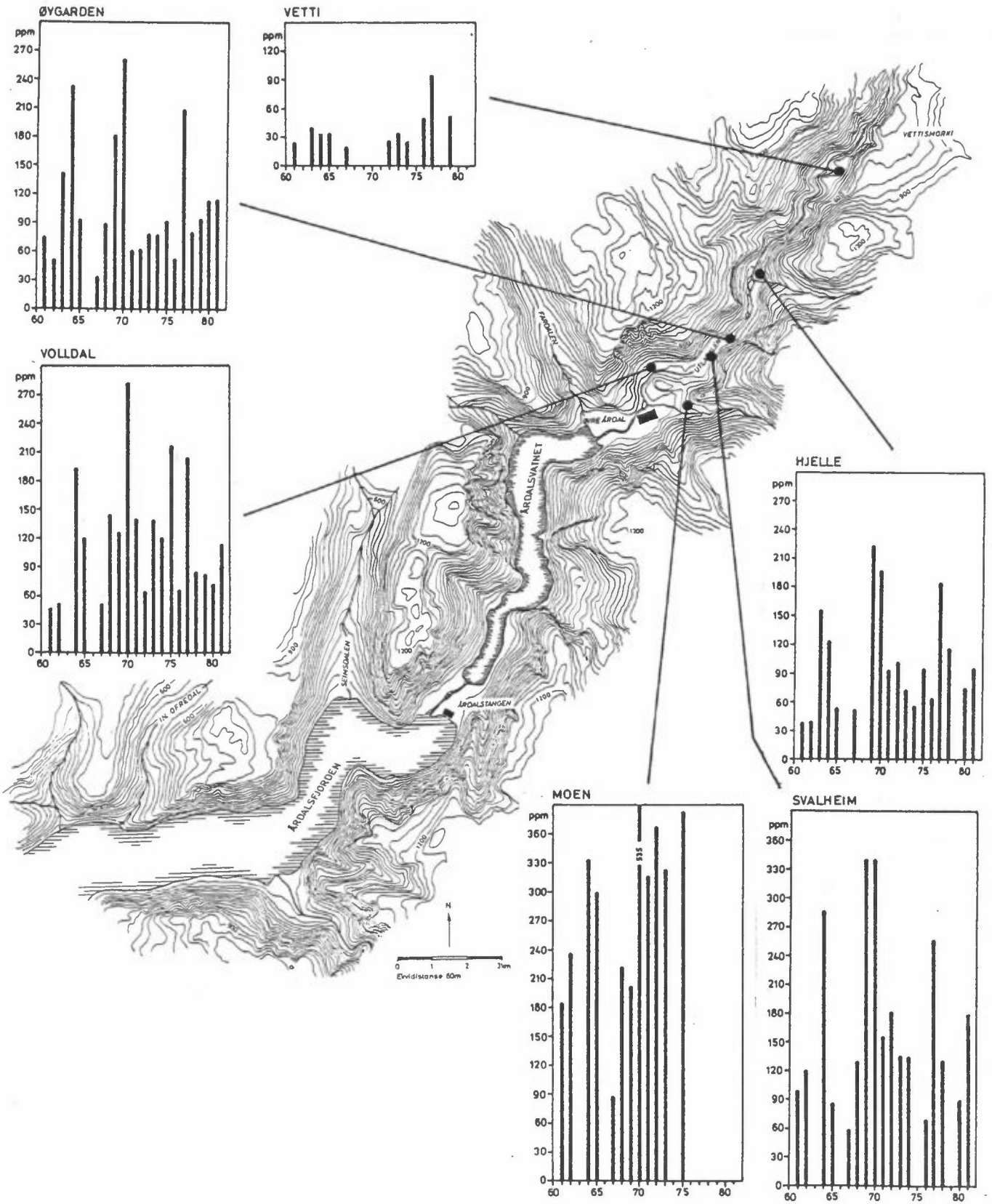


Figure E-9 : continued.

Table E-20: Fluoride levels (ppm dry weight) in pasture grass. Samples collected during May and June from 1961 to 1981.

Sampling station	Year of measurement																				Mean	S.D.	
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980			1981
1. Moen	182	234	-	336	296	-	86	221	202	536	316	362	321	-	379	-	-	-	-	-	-	289	115
2. Lykkja	108	117	-	-	-	105	96	-	-	266	-	-	-	128	-	-	-	-	-	-	-	137	64
3. Vollidal	45	54	-	192	118	49	144	125	281	141	64	137	120	217	67	205	84	82	71	112	121	65	65
4. Svalheim	99	121	-	277	82	57	128	339	335	156	184	138	139	-	73	257	131	-	85	177	163	88	88
5. Øygarden	75	50	142	231	92	34	91	184	261	64	62	78	78	78	53	210	80	96	114	117	110	62	62
6. Hjelle	40	40	155	122	53	-	50	-	222	194	94	101	72	54	62	182	115	-	75	95	101	55	55
7. Vetti	23	-	40	34	34	20	20	-	-	-	27	35	26	26	-	50	95	-	47	-	39	21	21
8. Øvstetun	-	-	-	-	43	72	94	80	74	103	53	42	25	25	32	39	79	64	51	99	63	24	24
9. Melheim	18	17	-	30	38	30	59	68	78	64	53	51	44	117	48	103	67	76	102	50	59	28	28
10. Holseter	15	14	-	33	32	27	31	45	38	50	38	46	29	41	26	61	32	24	24	30	33	12	12
11. Haug	13	6	-	18	16	16	16	39	23	25	23	29	22	26	30	53	25	31	29	48	26	12	12
12. Høyseter	-	28	-	23	14	17	-	-	27	23	18	18	18	16	17	31	21	21	36	17	22	6	6
13. Eldegard	21	18	-	111	45	62	61	72	79	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63	32	32
14. Loi	-	-	-	64	54	62	108	137	68	79	101	65	44	44	73	59	87	57	83	129	78	27	27
15. Hareid	28	56	68	45	26	58	37	69	57	52	67	52	54	44	42	37	36	33	41	37	47	13	13
16. Lysne, Seimsdal	-	-	-	-	-	15	24	20	18	19	19	12	11	14	13	27	26	16	31	16	19	6	6
17. Asperheim, Seimsdal	-	-	-	-	-	-	-	-	19	17	11	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17. Jevnaker, Seimsdal	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-	15	12	19	19	15	16	11	88	34	21	27	22	22
18. Nundal, Seimsdal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	14	24	22	12	43	12	-	-	-
Mean	56	63	101	117	67	48	85	117	147	87	75	70	51	90	41	99	55	48	62	65	-	-	-
S.D.	52	66	56	108	72	27	57	91	150	76	88	77	42	103	20	77	37	29	31	52	-	-	-

Data from 1961 to 1966 is indicative only. Measurements were made at a different laboratory using different methods, and sampling sites are not necessarily identical. From 1967 fluoride analyses were made by SINTEF.

Means and standard deviations must be interpreted with caution since no provision has been made for missing data.

Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

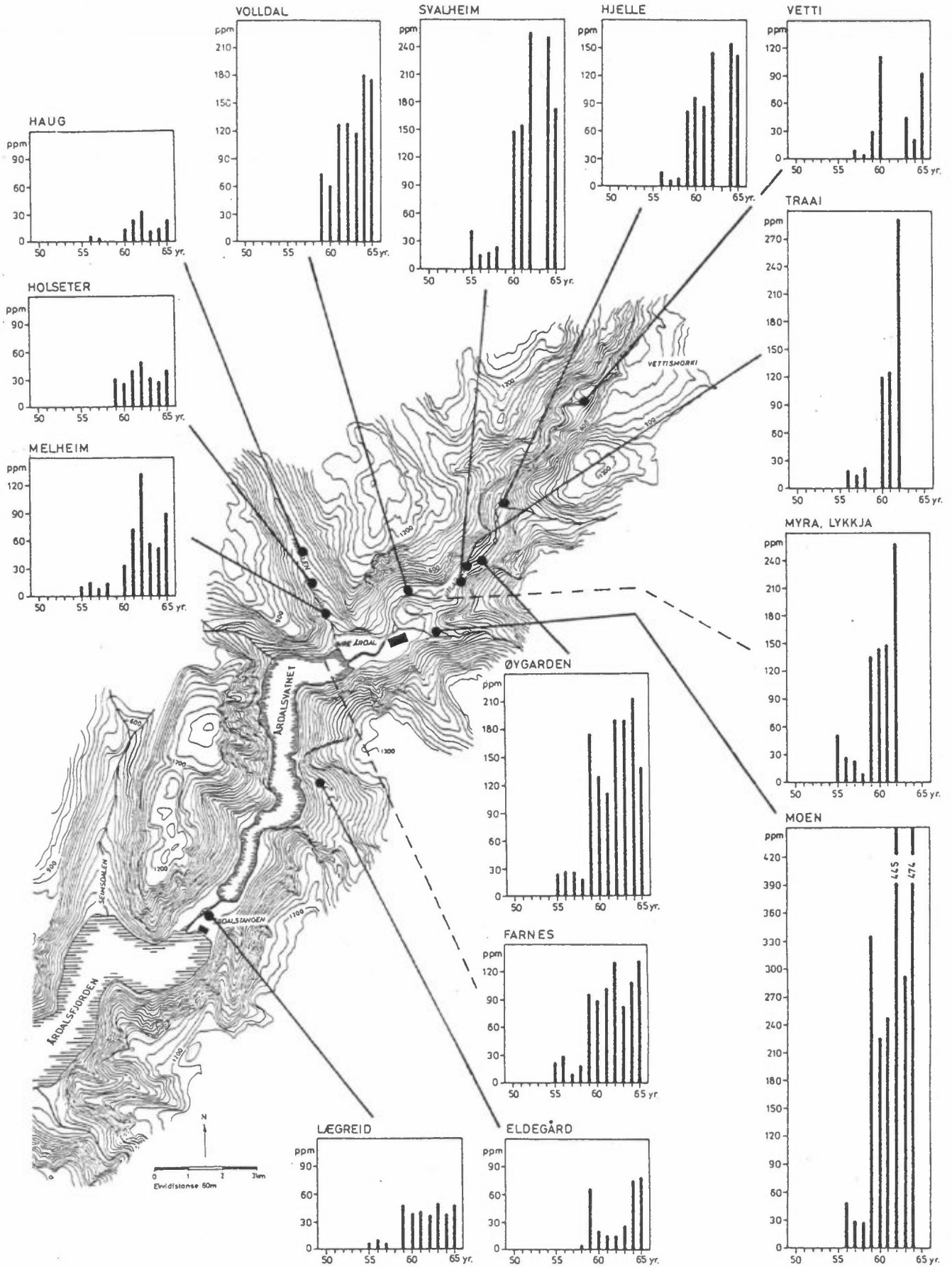


Figure E-10 : Fluoride content in pasture grass around Ardal from 1950 to 1965. Samples collected in July-August. Analyses: Dept. of Biochemistry, The Veterinary College of Norway. Source: Yearly Reports for the Smoke Control Council.

Table E-21: Fluoride levels in (ppm dry weight) in pasture grass from 1950 to 1965. Samples collected July to August

Sampling station	km from factory	Year of measurement													Mean	Stand. Dev.			
		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962			1963	1964	1965
Vee	0.8						33	16	34	295								94	134
Moen	0.8						48	29	28	333								235	171
Svalheim	2.1						26		16	302								152	117
Lykkja, Svalheim	1.5				41		15	18	24	148								119	98
Lykkja, Myra	1.8				51		27	24	10	134								99	86
Vollidal	2.4									73								122	45
Traai	2.5						19	14	22	120								98	107
Temmer-sletti	2.7						18	20	20									-	-
Øygarden	3.2						26	25	17	174								113	77
Hjelle	4.5				24		15	7	10	81								82	60
Vetti	8.7							10	5	31								45	41
Hestetun	1.5						21	6	7	109								36	47
Farnes	6.6						30	10	19	107								76	46
Melheim, Løbakken	2.3						15	6	14	34								48	41
Melheim, Storjordet	2.7									37								47	23
Holseter	2.8									31								35	8
Haug	4.0						6	3	1									14	11
Høyseter	5.0									67								24	3
Eldegård	5.1									47								34	31
Læg Reid	10.0						7	7		38								32	17
Means							26	22	13	137								97	
Stand. Dev							17	11	9	107								55	

Samples for the Smoke Control Council were collected by H. Robak and analyzed by F. Ender - Dept. of Biochemistry, Veterinary College, Norway.

Means and standard deviations must be interpreted with caution since no provision made for missing values. Calculated only if 4 or more values.

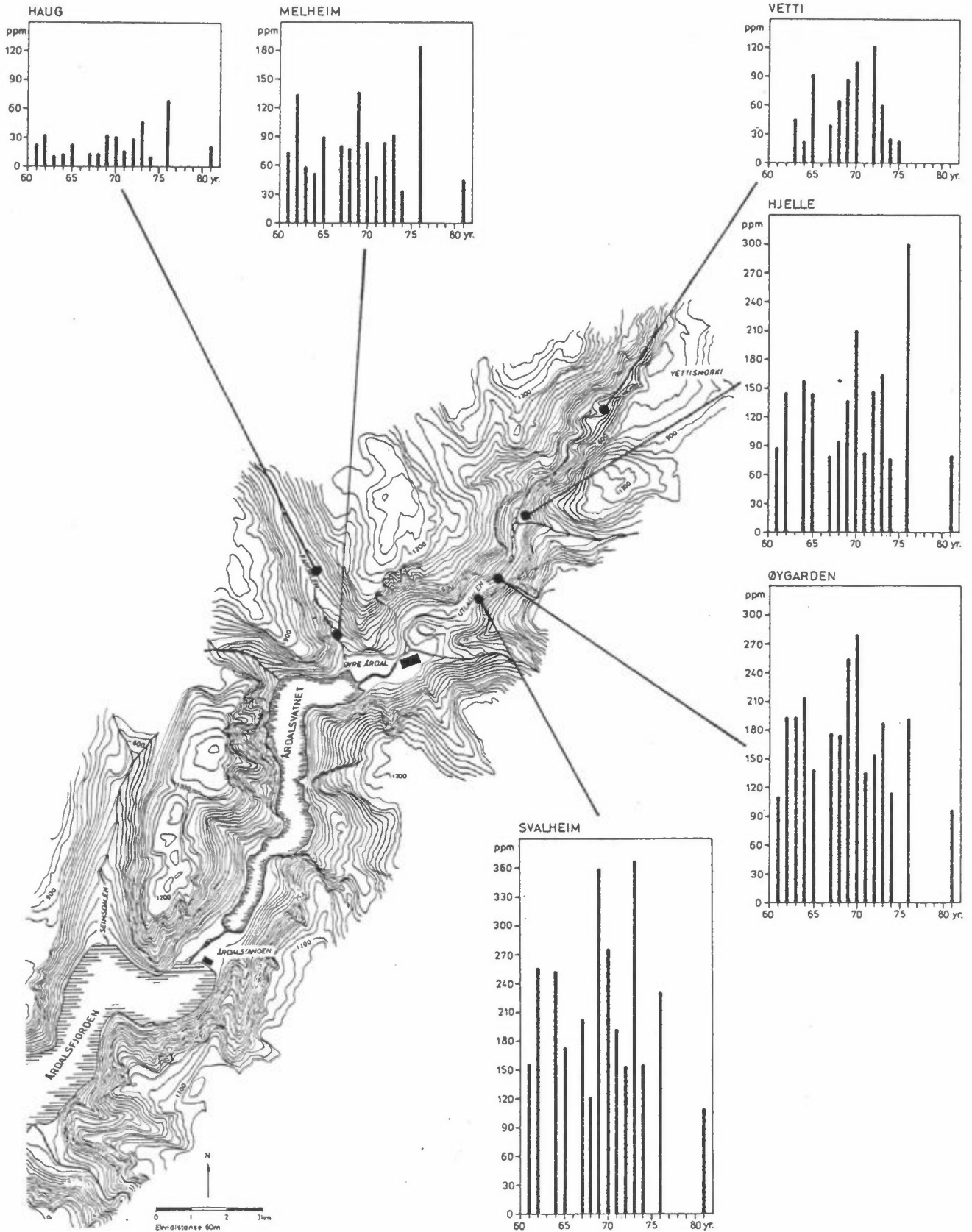


Figure E-11 : Fluoride content in pasture grass around Årdal from 1961 to 1981. Samples collected in July-August. Analyses: Dept. of Biochemistry, The Veterinary College of Norway (before 1966), and SINTEF, The Technical College of Norway (after 1966). Source: Yearly Reports for the Smoke Control Council and for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-22 : Fluoride levels (ppm dry weight) in pasture grass. Samples collected in July and August from 1961 to 1981.

Sampling station	Year of measurement																		Mean	S.D.			
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978			1979	1980	1981
1. Moen	247	445	291	474	-	-	416	371	-	708	515	393	-	-	-	-	-	-	-	-	-	429	134
2. Lykkja	148	257	-	-	-	207	137	286	215	-	-	-	-	210	-	-	-	-	-	-	-	208	54
3. Vollidal	126	126	116	180	174	153	180	250	250	165	118	227	86	86	114	-	-	-	-	-	116	159	52
4. Svalheim	154	254	-	250	171	201	120	355	273	190	152	364	153	153	-	228	-	-	-	-	108	212	80
5. Øygarden	110	192	192	213	138	175	172	251	277	135	153	185	115	115	-	191	-	-	-	-	95	173	51
6. Hjelle	86	144	-	156	142	79	94	136	208	83	145	161	76	76	-	298	-	-	-	-	79	135	62
7. Vetti	-	-	45	22	92	39	64	86	103	-	119	60	25	25	23	-	-	-	-	-	-	62	34
8. Øvstetun	-	-	-	-	153	60	58	121	118	12	126	166	45	45	-	184	-	-	-	-	53	100	56
9. Melheim	72	132	58	52	89	80	77	135	80	48	83	91	34	34	-	182	-	-	-	-	44	84	40
10. Holseter	41	48	31	28	38	32	21	180	87	21	62	50	16	16	-	114	-	-	-	-	18	52	44
11. Haug	24	34	11	14	24	14	15	34	33	18	30	49	13	13	-	70	-	-	-	-	23	27	16
12. Høyseter	22	28	-	22	23	9	10	19	34	11	35	26	11	11	-	46	-	-	-	-	22	23	11
13. Eldegård	16	16	27	76	78	71	62	198	163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	63
14. Loi	-	-	-	80	64	54	84	153	80	29	57	77	46	46	-	76	-	-	-	-	37	70	32
15. Hareid	-	-	-	-	-	45	70	62	49	40	48	70	39	39	45	-	-	-	-	-	16	48	16
16. Lysne	-	-	-	-	31	41	23	39	37	21	35	38	18	18	-	-	-	-	-	-	9	29	11
17. Asperheim	-	-	-	-	-	-	18	-	38	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17. Jevnaker	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	14	8	8	-	22	-	-	-	-	10	16	7
18. Nundal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	20	10	10	-	29	-	-	-	-	10	17	8
Mean	95	152	96	131	94	-	105	93	154	162	93	100	106	54	-	123	-	-	-	-	46	-	-
S.D.	71	130	98	135	56	-	105	89	100	165	136	92	97	58	-	86	-	-	-	-	38	-	-

Data from 1961 to 1966 is indicative only. Measurements were made at a different laboratory using different methods and sampling sites are not necessarily identical. From 1967 fluoride analyses were made by SINTEF.

Means and Standard deviations must be interpreted with caution since no provision has been made for missing data. Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

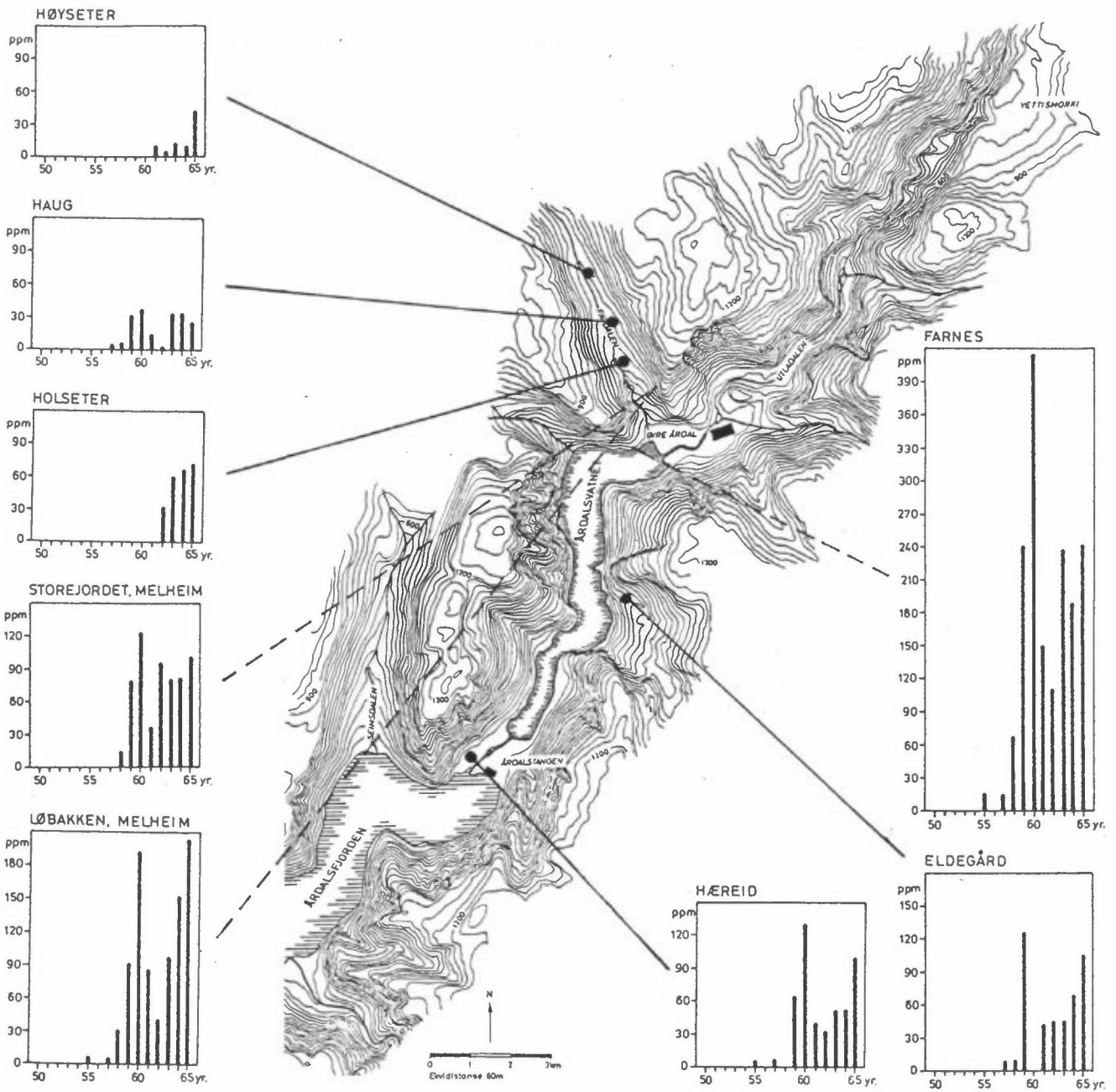


Figure E-12 : Fluoride content in pasture grass around Årdal from 1950 to 1965. Samples collected in September-October. Analyses: Dept. of Biochemistry, The Veterinary College of Norway. Source: Yearly Reports for the Smoke Control Council.

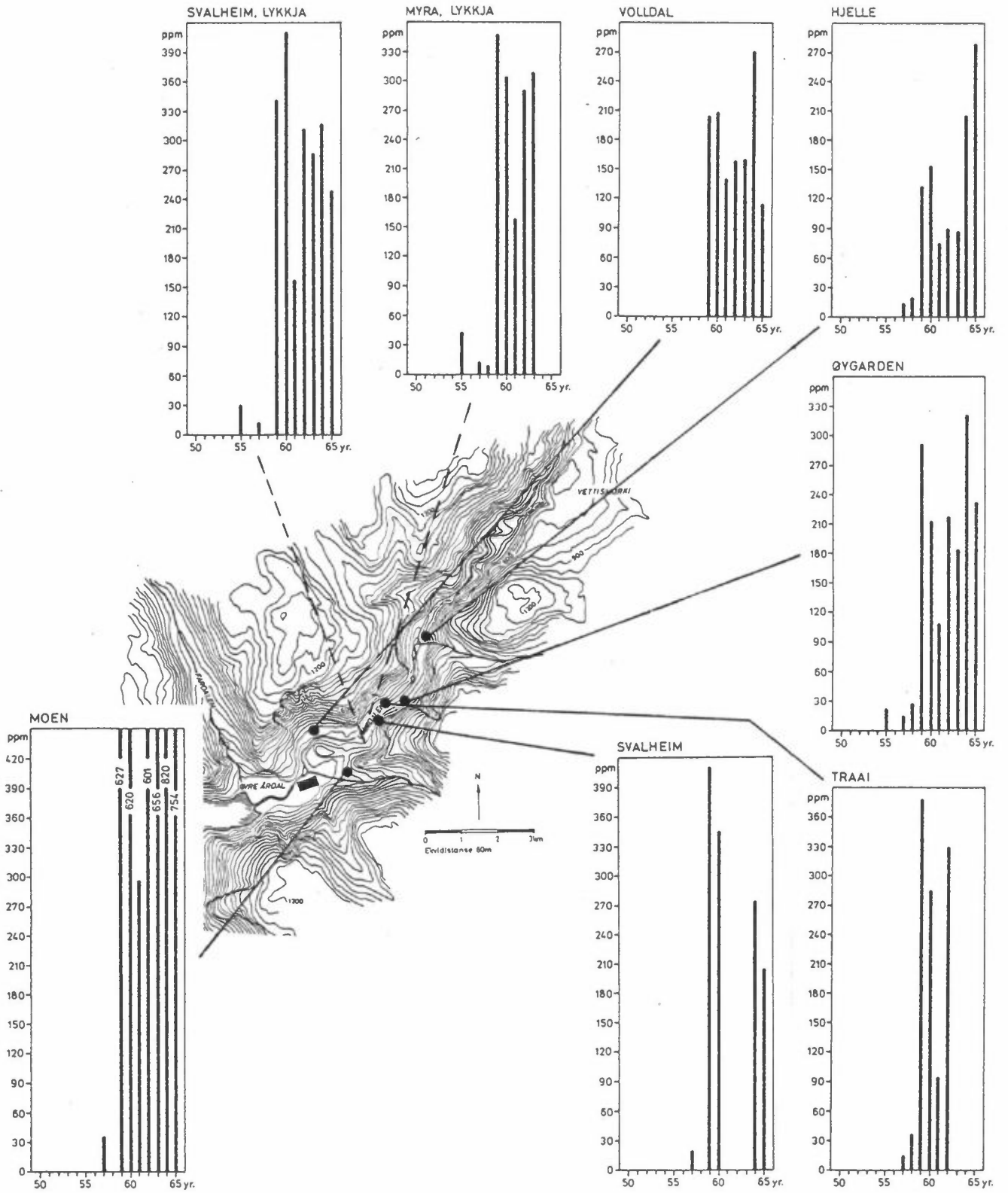


Figure E-12 : continued.

Table E-23: Fluoride levels in (ppm dry weight) in pasture grass from 1950 to 1965. Samples collected in September-October.

Sampling station	km from factory	Year of measurement													Mean	Stand. Dev.						
		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962			1963	1964	1965			
Vee	0.8							14	44	575	-									-		
Moen	0.8							36		627	620	296	601					820		551	258	
Svalheim	2.1							18		409	344							273		250	150	
Lykkja, Svalheim	1.5				29			12		340	409	157	308					315		234	139	
Lykkja, Myra	1.8				43			12	10	345	302	158	289							183	145	
Vollidal	2.4							14	36	203	207	140	158					270		179	52	
Traai	2.5							14	26	376	283	94	325							188	158	
Øygarden	3.2				20			14	20	288	211	108	216					317		161	112	
Hjelle	4.5							14	20	132	153	76	89					204		117	85	
Vetti	8.7											41						70		-	-	
Hestetun	1.5							10	40	188										-	-	
Farnes	1.6				16			16	67	241	414	151	111					190		168	123	
Øvstetun	-										660							116		-	-	
Melheim, Løbakken	2.3				7			6	31	91	193	85	41					152		90	72	
Melheim, Storjordet	2.7								15	79	122	37	95					81		76	34	
Holseter	2.8							2					33					66		47	29	
Haug	4.0							4	7	31	36	15	4					33		21	13	
Høyseter	5.0											8	3					11		13	13	
Geithus	4.2							12	19	150										-	-	
Eldegård	5.1							6	6	125		42	46					70		56	43	
Hæreid	10.0				5			7		64	128	37	32					51		52	40	
Mean		-	-	-	23	-	-	12	27	251	292	96	157					190		194		
Stand.Dev		-	-	-	14	-	-	8	18	175	184	76	165					167				

Samples for the Smoke Control Council were collected by H. Robak and analyzed by F. Ender - Dept. of Biochemistry, Veterinary College, Norway.
 Means and standard deviations must be interpreted with caution since no provision made for missing values.
 Calculated only if 4 or more values.

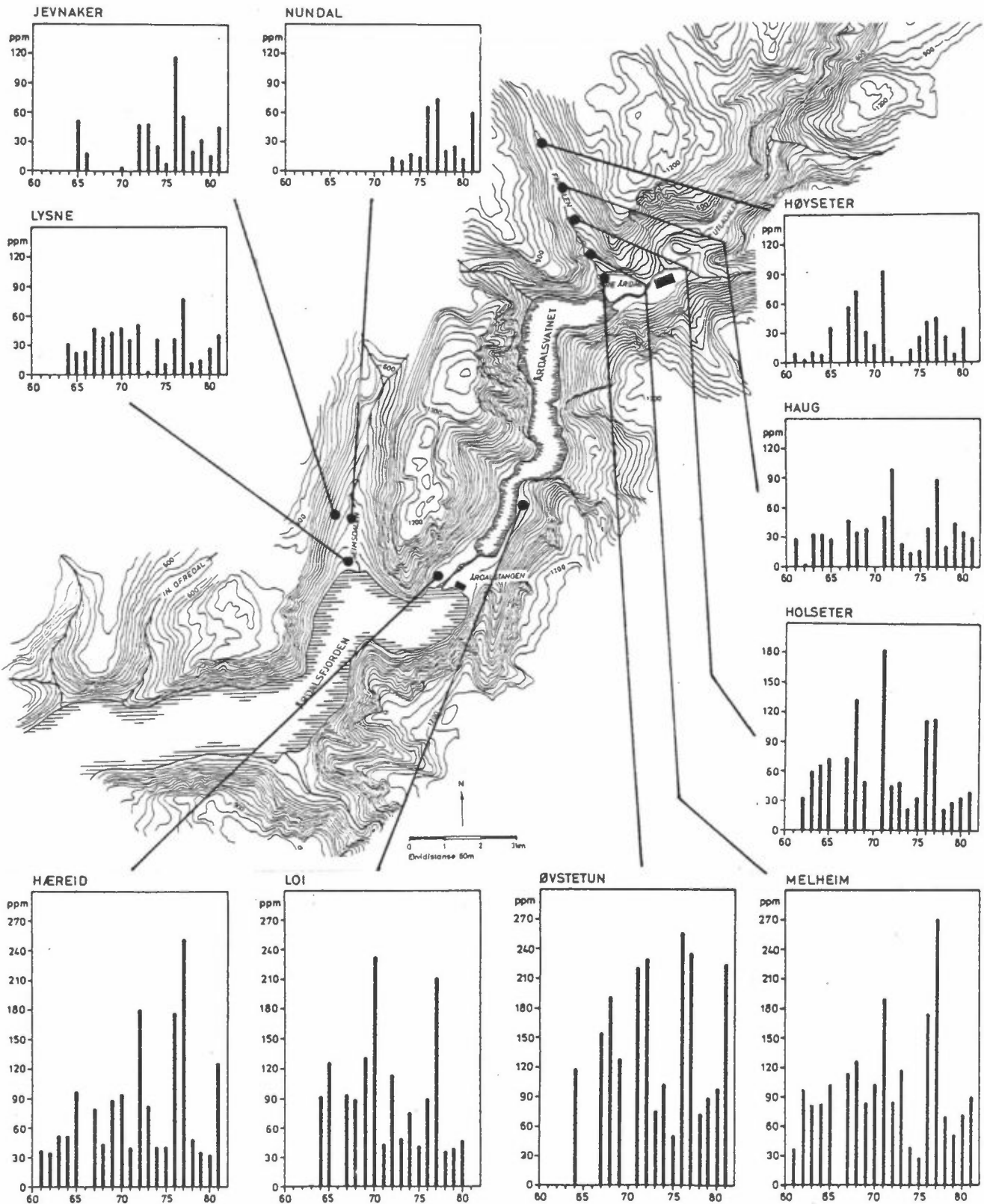


Figure E-13 : Fluoride content in pasture grass around Årdal from 1961 to 1981. Samples collected in September-October. Analyses: Dept. of Biochemistry, The Veterinary College of Norway (before 1966), and SINTEF, The Technical College of Norway (after 1966). Source: Yearly Reports for the Smoke Control Council and for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

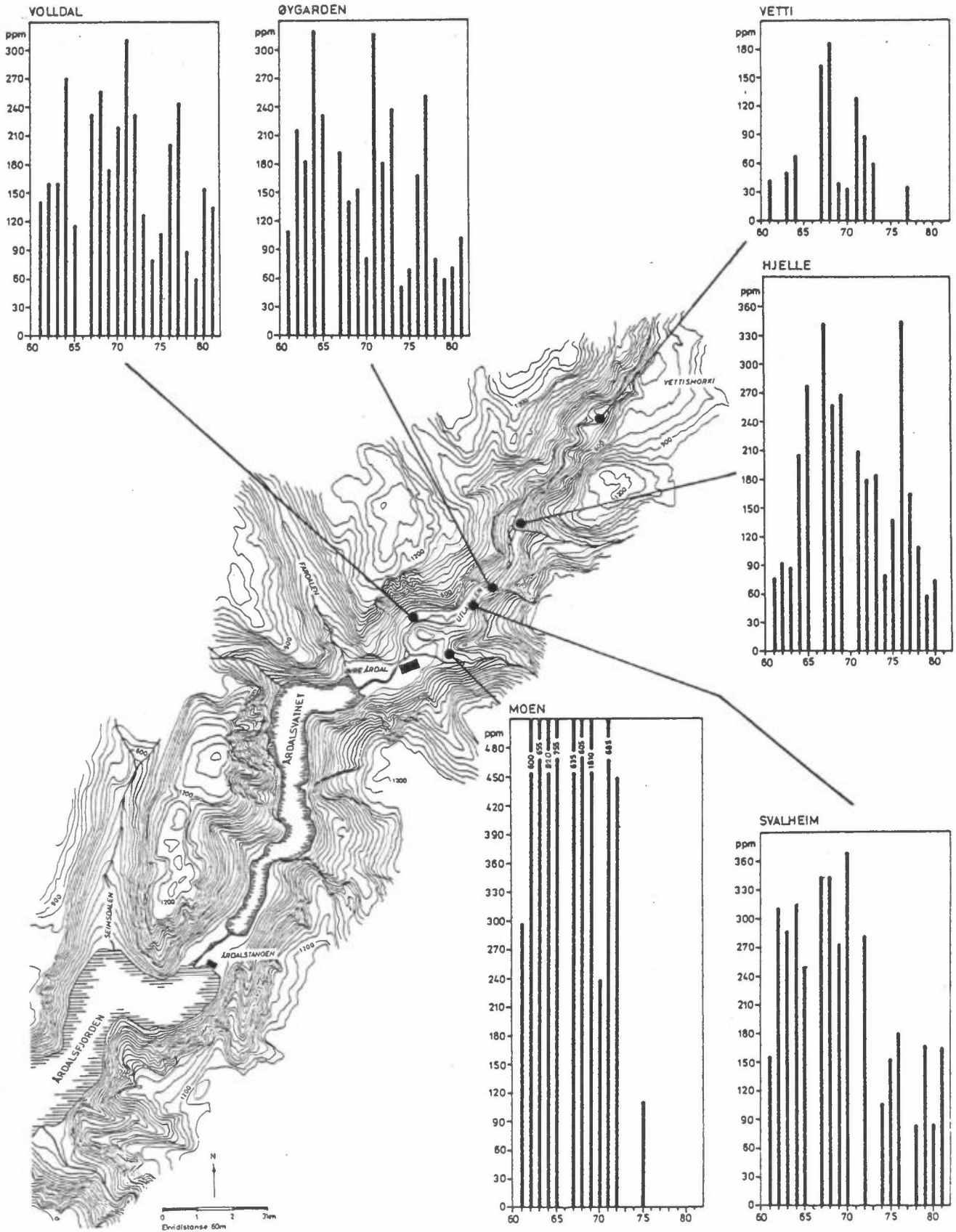


Figure E-13 : continued.

Table E-24: Fluoride levels (ppm dry weight) in pasture grass. Samples collected during September and October from 1961 to 1981.

Sampling station	Year of measurement																	Mean	S.D.				
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977			1978	1979	1980	1981
1. Moen	296	601	656	820	754	-	636	605	1810	236	686	451	-	-	109	-	-	-	-	-	-	638	428
2. Lykkja	158	289	307	-	-	-	279	378	307	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	286	72
3. Vollidal	140	158	160	270	115	-	230	254	174	218	310	232	126	66	109	200	247	90	61	157	134	172	70
4. Svalheim	157	308	286	315	247	-	349	343	272	378	-	279	-	105	153	180	-	83	167	84	162	228	97
5. Øygarden	108	216	183	317	230	-	191	142	153	82	311	179	236	51	69	167	252	80	61	63	100	160	83
6. Hjelle	76	89	87	204	277	-	339	256	267	-	208	178	183	82	139	339	166	108	60	76	-	174	92
7. Vetti	41	-	52	70	-	-	165	189	42	37	133	89	61	-	-	-	37	-	-	-	-	83	54
8. Øvstetun	-	-	-	116	-	-	153	189	126	-	220	228	75	103	51	254	233	71	90	98	223	149	69
9. Melheim	37	95	80	81	100	-	114	125	84	102	190	85	117	40	27	174	269	69	51	71	90	100	57
10. Holseter	-	33	61	66	72	-	72	131	48	-	184	43	49	20	34	110	112	21	26	34	41	64	44
11. Haug	15	4	32	33	26	-	48	35	38	-	50	99	24	15	18	42	91	20	46	35	30	37	24
12. Høyseter	8	3	11	8	37	-	58	72	34	18	92	7	-	13	26	41	46	28	9	37	-	30	25
13. Eidgard	42	46	46	70	105	-	123	105	150	221	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	103	56
14. Loi	-	-	-	92	126	-	92	87	130	232	41	114	47	76	43	89	210	37	38	46	-	94	59
15. Hæreid	37	32	51	51	96	-	79	41	86	94	40	179	81	40	40	177	252	47	37	33	129	81	60
16. Lysné, Seimsdal	-	-	-	32	23	25	49	39	43	47	37	50	4	37	11	37	78	13	15	27	42	34	18
17. Asperheim, Seimsdal	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17. Jevnaker, Seimsdal	-	-	-	-	52	17	-	-	-	-	3	-	49	48	26	8	117	57	20	33	18	45	38
18. Nundal, Seimsdal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	12	18	15	67	75	21	27	12	62	32	25
Mean	93	156	155	170	161	-	186	187	223	139	187	142	82	49	57	142	152	50	52	56	96		
S.D.	84	176	178	207	189	-	155	153	418	116	171	117	68	32	48	88	89	32	39	39	61		

Data from 1961 to 1966 is indicative only. Measurements were made at a different laboratory using different methods, and sampling sites are not necessarily identical. From 1967 fluoride analyses were made by SINTEF. Means and standard deviations must be interpreted with caution since no provision has been made for missing data. Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

COMPARATIVE STATISTICAL EVALUATION

Table E-25: Means and standard deviations (mg/kg) of hay and pasture grass sampled during three periods May-June, July-August and September-October in the Årdal area from 1950 to 1981.

Year	pasture grass.			hay	Year	pasture grass			hay
	May-June	July-August	September-October			May-June	July-August	September-October	
1950	127 ⁺ 24 ²⁾	-	-	113 ⁺ 48	1967	48 ⁺ 27	105 ⁺ 105	186 ⁺ 155	73 ⁺ 55
1951	-	-	-	-	1968	85 ⁺ 57	93 ⁺ 89	187 ⁺ 153	109 ⁺ 126
1952	18 ⁺ 9	-	-	26 ⁺ 18	1969	117 ⁺ 91	154 ⁺ 100	223 ⁺ 418	134 ⁺ 100
1953	-	-	-	-	1970	147 ⁺ 150	162 ⁺ 165	139 ⁺ 116	116 ⁺ 87
1954	-	-	-	-	1971	87 ⁺ 76	93 ⁺ 136	187 ⁺ 171	63 ⁺ 47
1955	8 ⁺ 5	26 ⁺ 17	23 ⁺ 14	24 ⁺ 40	1972	75 ⁺ 88	100 ⁺ 92	142 ⁺ 117	64 ⁺ 47
1956	21 ⁺ 6	22 ⁺ 11	-	29 ⁺ 29	1973	70 ⁺ 77	106 ⁺ 97	82 ⁺ 68	67 ⁺ 79
1957	10 ⁺ 9	13 ⁺ 8	12 ⁺ 8	16 ⁺ 10	1974	51 ⁺ 42	53 ⁺ 58	49 ⁺ 32	38 ⁺ 33
1958	-	15 ⁺ 9	27 ⁺ 18	-	1975	90 ⁺ 103	-	57 ⁺ 48	54 ⁺ 28
1959	99 ⁺ 81	137 ⁺ 107	251 ⁺ 175	130 ⁺ 102	1976	41 ⁺ 20	123 ⁺ 86	142 ⁺ 88	51 ⁺ 36
1960	94 ⁺ 82	90 ⁺ 60	292 ⁺ 184	-	1977	99 ⁺ 77	-	152 ⁺ 89	91 ⁺ 66
1961	54 ⁺ 48	91 ⁺ 63	96 ⁺ 76	-	1978	55 ⁺ 37	-	50 ⁺ 32	49 ⁺ 36
1962	64 ⁺ 60	148 ⁺ 121	157 ⁺ 165	56 ⁺ 34	1979	48 ⁺ 29	-	52 ⁺ 39	60 ⁺ 58
1963	90 ⁺ 47	90 ⁺ 88	156 ⁺ 167	97 ⁺ 45	1980	62 ⁺ 31	-	56 ⁺ 39	37 ⁺ 17
1964	135 ⁺ 109	130 ⁺ 129	190 ⁺ 197	-	1981	65 ⁺ 52	46 ⁺ 38	96 ⁺ 61	70 ⁺ 46
1965	77 ⁺ 72	97 ⁺ 55	194 ⁺ 181	55 ⁺ 42					
Samples analyzed by F. Ender ¹⁾					Samples analyzed by SINTEF				

1) Samples analyzed by F. Ender at Dept. of Biochemistry. Veterinary College of Norway do not necessarily use the same sites as do those measured by SINTEF for the Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

2) Means and standard deviations must be interpreted with caution since no provision has been made for missing values.

Table E-26 : Means and standard deviations (mg/kg) in hay and pasture grass sampled during three periods, May-June, July-August and September-October from 1960 to 1981.

Site	Samples collected			
	pasture grass			hay
	May-June	July-August	September-October	
Moen	289 ⁺ 115	429 ⁺ 134	638 ⁺ 428	-
Lykkja	137 ⁺ 64	208 ⁺ 54	286 ⁺ 72	-
Volldal	121 ⁺ 65	159 ⁺ 52	172 ⁺ 70	198 ⁺ 91
Svalheim	163 ⁺ 88	212 ⁺ 80	228 ⁺ 97	-
Øygarden	110 ⁺ 63	173 ⁺ 51	160 ⁺ 83	158 ⁺ 54
Hjelle	101 ⁺ 55	135 ⁺ 62	174 ⁺ 92	124 ⁺ 46
Vetti	39 ⁺ 21	62 ⁺ 34	83 ⁺ 54	72 ⁺ 29
Øystetun	63 ⁺ 24	100 ⁺ 56	149 ⁺ 69	88 ⁺ 61
Melheim	59 ⁺ 28	84 ⁺ 40	100 ⁺ 57	50 ⁺ 14
Holseter	33 ⁺ 12	52 ⁺ 44	64 ⁺ 44	34 ⁺ 20
Haug	26 ⁺ 12	27 ⁺ 16	37 ⁺ 24	37 ⁺ 20
Høyseter	22 ⁺ 6	23 ⁺ 11	30 ⁺ 25	-
Eldegård	63 ⁺ 32	78 ⁺ 63	103 ⁺ 56	-
Loi	78 ⁺ 27	70 ⁺ 32	94 ⁺ 59	-
Hæreid	47 ⁺ 13	48 ⁺ 16	81 ⁺ 60	52 ⁺ 18
Lysne	19 ⁺ 6	29 ⁺ 11	34 ⁺ 18	17 ⁺ 8
Asperheim	-	-	-	-
Jevnaker	27 ⁺ 22	16 ⁺ 7	38 ⁺ 30	20 ⁺ 6
Nundal	-	17 ⁺ 8	32 ⁺ 25	37 ⁺ 33

Samples were analyzed by SINTEF.

Source of original values: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-27: Statistical difference (t-test) between the highest and lowest values measured at different sites and in different years in pasture grass. Sampled in spring, summer and fall (1967-1981).

Category	May-June		July-August		September-October	
	High Low	t p	High Low	t p	High Low	t p
Between sites	289 ± 115 19 ± 6	8.12 <0.001	429 ± 134 16 ± 7	9.22 <0.001	638 ± 428* 30 ± 25	4.92 <0.001
Between years	147 ± 150 41 ± 20	2.80 <0.025	162 ± 165 46 ± 38	2.78 <0.025	223 ± 418* 49 ± 32	1.71* N.S.

*Variability was very large due to a single value of 1810 mg/kg in 1969. Choosing the second highest value (for 1968) of 187 ± 153 gives t = 3.52, p<0.005.

APPENDIX E-IV

FLUORIDE LEVELS IN FARM ANIMALS

Table E-28 : Fluoride content in mg/kg ash in ribs of farm animals from the Ardal area.

Station	1968			1970			1971			
	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride
5. Øygarden										
6. Hjelle										
10. Holseter										
11. Haug										
15. Høreid										
16. Seims- dalen										
17. P. Jevnaker Seimsdalen			sheep 6 yr	6004					sheep 7 yr	5049
J. Asperheim Seimsdalen									ox 2 yr	3741
T. Asperheim Seimsdalen									horse -	1675
18. E. Nundal Seimsdalen			cow -	4100	goat -	5716	7173	5905	cow 6 yr	6696
J. Seim. Seimsdalen	sheep -	5842	sheep -	4580	sheep -	3133			sheep -	6433
										6584

Analyses: SINTEF
Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table E-28 cont.
Fluoride content in mg/kg ash in ribs of farm animals from the Ardal area.

Station	1971													
	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride
5. Øygarden														
6. Hjelle														
10. Holseter														
11. Haug														
15. Hæreid														
16. Seims- dalen														
17. P. Jevnaker Seimsdalen														
J. Asperheim Seimsdalen														
T. Asperheim Seimsdalen														
18. E. Nundal Seimsdalen	goat -	6405	goat -	7718	goat -	7175	5557	sheep 5 yr	2445	goat -	6405	6450	ox 2 yr	3108
J. Seim Seimsdalen	sheep -	6450	ox 2 yr	2445	sheep 5 yr	5557	5287	sheep 2½ yr	5757	sheep 2½ yr	5179*	6539	sheep -	3108

* mandible

Table E-28 cont.
Fluoride content in mg/kg ash in ribs of farm animals from the Ardal area.

Station	1973			1974			1975			1978			1980		
	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	type age	fluo- ride	
O. Bjørkum Naddvik	sheep 6 yr	5580													
T. Berge Ardalstangen			sheep 8 yr	4976											
O.T. Læg Reid Læg Reid							sheep 6 yr	12164							
Th. Asperheim Ardalstangen ?							sheep 5 yr	8150							
							sheep 6 yr	3343							
													cow -		1720

Table E-29 : Comparison of levels of fluoride in bone, teeth and urine in animals in the Årdal area. All samples collected in 1950-51.

Number of samples analysed:	Levels of fluoride	
	Range:	Average:
<u>in bone</u> (defatted, dry bones)		
Goat 2	7640-8205 ppm	7923 ppm
Cow 13	1185-6331 "	4066 "
Cow, Controls 5	(143-186 ")	(162 ")
<u>in teeth</u> (dry matter)		
Goat 1		4526 ppm
Cow 3	619-1069 ppm	889 "
Cow, Controls 3	(162-264 ")	(230 ")
<u>in urine</u>		
Cow 4	26-53 ppm	43 ppm
Cow, Control 2	(3-3 ")	(3 ")
Goat, Control 1		(0.3 ")
<u>in blood</u>		
Cow 4	1.1-7.5 ppm	3.1 ppm

Analyses: Dept. of Biochemistry, The Veterinary College of Norway.
 Source: F. Ender in Yearly reports to Smoke Control Council.

Table E-30 : Fluoride concentrations (ppm) measured in urines of farm animals around Årdal in 1950, 1952 and 1953.

	1950	1952	1953
H. Skaar**		9.5(2)*	17.7(4)
A. Volldal		10.7(5)	18.0(7)
Timmersletti		7.7(2)	11.0(3)
A. Hjelle		8.8(3)	10.3(3)
Th. Asperheim		11.5(1)	17.1(3)
Lykkja		9.0(11)	14.4(2)
Tråi		14.7(8)	12.9(4)
O. Vetti		12.8(1)	5.0(1)
Hjelle		7.7(7)	9.7(7)
Moen	26(1)	19.9(13)	21.3(9)
Svalheim	45(2)	14.7(14)	23.1(7)
Øygarden	53(1)	7.1(16)	9.3(14)
Midtun	46 mg/1 (1)		15.1(3)
Hestetun	24 mg/1 (1)	8.7(1)	1.6(1)
Hæreid		4.8(2)	
Eldegard		11.9(4)	
S. Øvstetun		9.8(1)	
Holsæter			8.3(1)
B. Geithus		11.7(1)	
A.J. Vetti			3.9(1)
Midtun			15.1(3)
Avdal			11.9(4)
Melheim			4.9(4)
H. Hestetun			11.6(2)

*The numbers in parenthesis are the number of samples

**See Figures E-8, E-10 and E-12 for location of farms.

Source: F. Ender. Reports to Smoke Control Council..

APPENDIX F

EFFECTS OF POLLUTION ON
FORESTRY AND FARMING

APPENDIX F-I

EFFECTS ON FORESTRY AND
FRUIT TREE FARMING

Virkning på vegetasjon

by Richard Horntvedt

Skader og symptomer

Utslipp av fluorider til luft har ført til alvorlige skader på vegetasjon i Norge. Viktigste kilde er aluminiumverkene, men utslipp og skader forekommer også ved glassverk og teglverk. Plantene tar opp fluorider direkte gjennom bladene. Naturlige variasjoner i fluoridinnhold i jordsmonnet betyr lite for bakgrunnsnivået av fluor i plantene. Heller ikke nedvasking av fluor i jorda i fluorforurensete områder synes å bety noe særlig. Opptaket i bladene skjer i det vesentlige ved at gassformige fluorider absorberes gjennom spalteåpninger. Partikulære fluorider kan også absorberes i den grad de er vannløselige, og da muligens direkte gjennom kutikula. Storparten av data vedrørende fluoropptak og -skader på vegetasjon er basert på forsøk med gassformige fluorider, vesentlig HF.

Etter opptak i bladene følger fluoridene med transpirasjonsstrømmen ut mot bladspiss og bladrand. Derved akkumuleres det først høye fluormengder i bladspiss og bladrand, og skadesymptomene opptrer gjerne først der. Skaden arter seg som en avdøing av bladvevet, ofte skarpt avgrenset mot innenforliggende friske deler av bladet. Det er dette som kalles svidning eller sviskade.

Konsekvensene av sviskader for plantenes vekst, vitalitet og verdi varierer. Noen planter, f.eks. gran, mister lett bladene selv ved relativt svak sviskade. Konsekvensene av samme grad av sviskade blir da alvorligere enn hos andre arter der bladene blir hengende på og de friske delene kan fortsette å assimilere. Men også av andre grunner vil sammenhengen mellom sviskade og produksjonsnedsettelse variere fra art til art. Videre vil sviskade på planter som dyrkes for sin estetiske verdi (prydplanter) eller hvor bladene spises (salat) ofte være mye mer verdiforringende enn en mulig produksjonsnedsettelse skulle tilsi.

Av andre skadevirkninger enn svidning kan nevnes redusert fruktsetting hos frukttrær, trolig på grunn av hemmet pollenspiring og -vekst. Videre er det rapportert tendenser til økte sprekkskader på kirsebær, og fra utlandet om flekkvis overmodning hos pære og fersken.

Det er store resistensforskjeller ovenfor fluorider, mellom arter, mellom individer innen samme art, og mellom forskjellige

utviklingstrinn innen samme individ. Våre viktigste bartreslag, gran og furu, er temmelig ømfintlige, videre de fleste liljevekster, f.eks. tulipan og gladiolus. De fleste jordbruksvekster er relativt resistente, slik at viktigste skadevirkning for disse har med akkumulering av fluor i fôrplanter å gjøre.

Utover det som er nevnt om transporten innen det enkelte blad, virker fluorider i liten grad som en systemisk gift i plantene. Man finner derfor relativt lave fluornivåer i f.eks. korn, frukter, poteter og rotfrukter selv om fluorinnholdet i bladene er høyt.

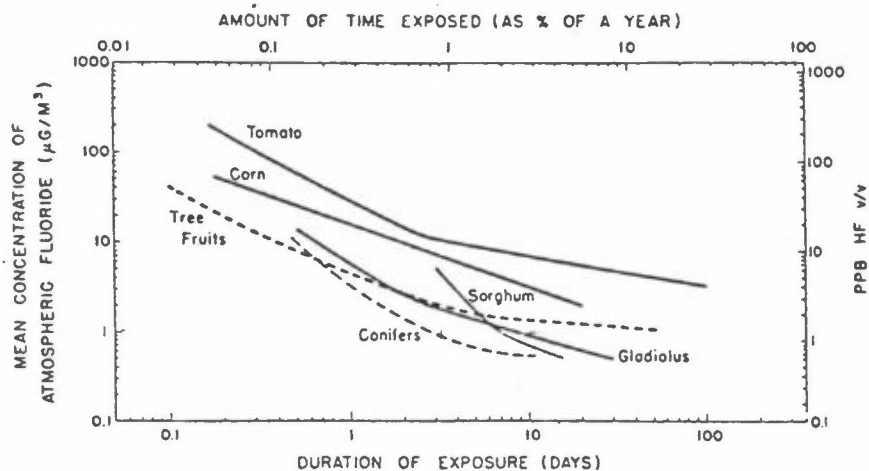
Dose/respons-relasjoner

Gassformige fluorider kan føre til vegetasjonsskader ved luftkonsentrasjoner på omkring $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og enda lavere. På grunn av tekniske vansker med å måle så lave konsentrasjoner, vansker med å skille gassformig og støvformig fluorid, det lave og nokså stabile bakgrunnsnivået for fluor i planter, og den sterke akkumuleringen av fluorid fra forurenset luft, har man ofte brukt fluorinnholdet i planter som mål for fluorbelastningen i et område. Kontrollordningen for aluminiumverkene i Norge er basert på dette.

Som nevnt viser plantene stor variasjon med hensyn på reaksjon overfor fluoridholdig luft. Dette gjelder også relasjonen mellom opptatt mengde fluorid og skade. Noen planter kan ta opp store fluoridmengder, mer enn 1 000 mg/kg tørrstoff, uten å skades, mens andre kan skades svakt ved ned mot 10-20 mg/kg, som er en meget beskjeden økning i forhold til bakgrunnsnivået.

Under kontrollerte betingelser i vekstkammer er det gjort tallrike forsøk som belyser sammenhengen mellom fluoridkonsentrasjonen i luft og plantenes reaksjon. Figur 1 er tatt fra en amerikansk publikasjon som sammenfatter mange slike forsøk. Laveste konsentrasjon som har ført til skade på de mest ømfintlige planteslagene er ca. $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som middelerdi over ca. 10 dager. En eventuell grenseverdi over lengre tid, $\frac{1}{2}$ -1 år, bør nok settes enda lavere, f.eks. ved $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, også på grunn av den usikkerhet som knytter seg til overføring fra forsøk i vekstkammer til naturlige forhold. Kurvenes krumming indikerer at ved samme produkt av konsentrasjon og eksponeringstid er høye konsentrasjoner over kort tid mer skadelige enn lave konsentrasjoner over lang tid. På den annen side er tilsvarende kurver for opptaket av fluorid rettlinjet, se nedenfor.

Dette tyder på at et raskt opptak er noe mer skadelig enn et langsomt, noe som også synes å stemme med praktisk erfaring.

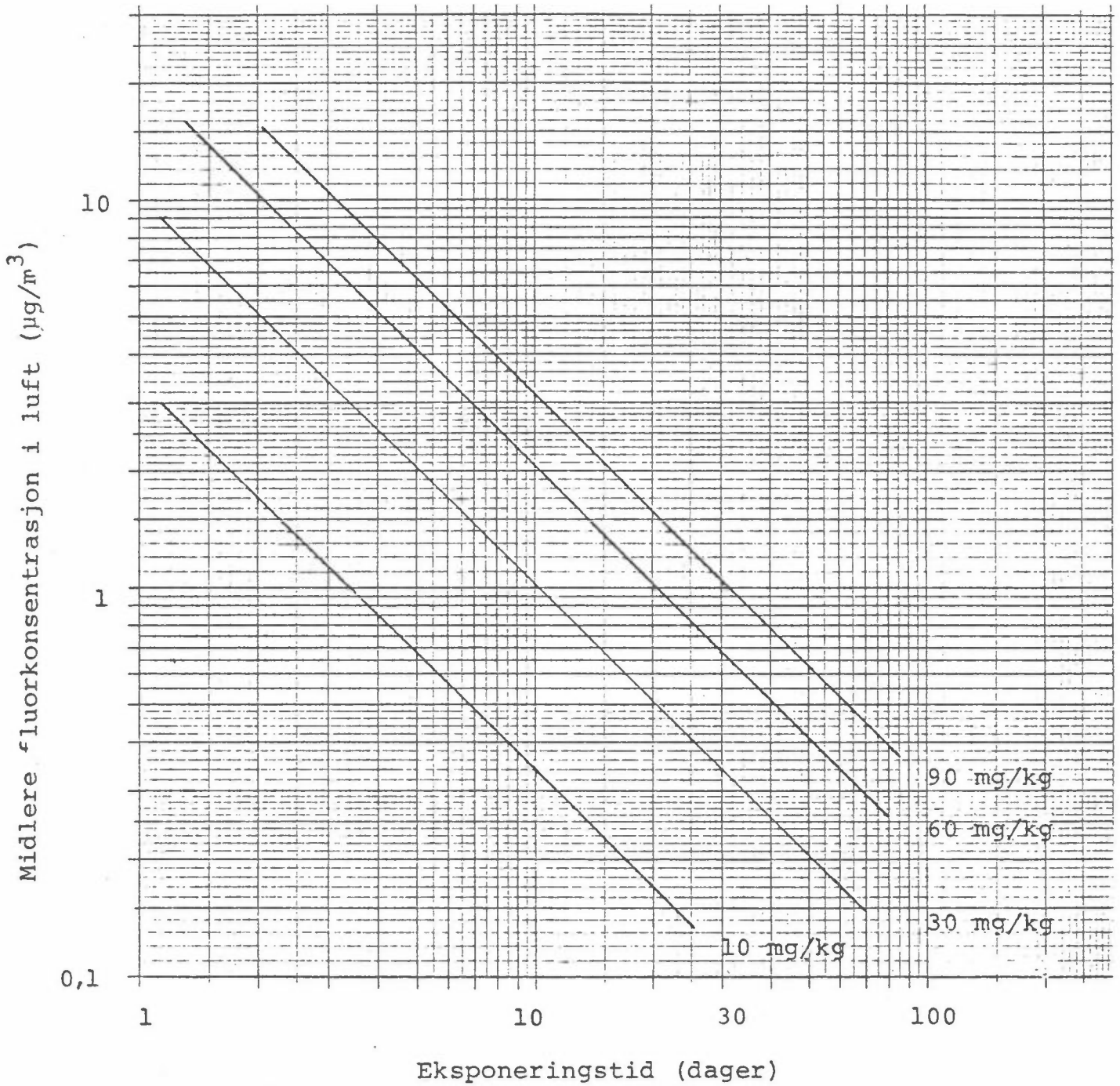


Figur 1 Mulige luftkvalitetskriterier for fluorider i luft, med tanke på forskjellige planter.

Fluor i luft og fluor i beitegras

En rekke forsøk viser at fluorakkumuleringen i beitegras kan tilnærmet beskrives som en lineær funksjon av produktet av fluorkonsentrasjonen i lufta og eksponeringstiden, $\Delta F = KCT$. Her er ΔF fluorinnholdet i plantene etter eksponering minus fluorinnhold i ikke-eksponerte planter i mg/kg tørrstoff, C er fluorkonsentrasjonen i lufta i $\mu\text{g}/\text{m}^3$, T er eksponeringstiden i dager og K er en konstant som man kan kalle akkumuleringskoeffisienten. Verdier av K varierer fra forsøk til forsøk, avhengig av planteslag, dyrkingsforhold og eksponeringsforhold. I (2) er 38 forsøk sammenstilt. K varierer fra 0,4 til 7,7, med middelerdi 2,9 og spredning 1,7.

Figuren viser hvilke kombinasjoner av fluorkonsentrasjon i luft og eksponeringstid som vil gi visse verdier for fluorakkumulering i beitegras, forutsatt $K = 2,9$. F.eks. ser en at 30 mg/kg kan oppnås ved 30 dagers eksponering for $0,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 2: Sammenhengen mellom fluor i luft og fluor i beitegras.

SKADESYMPTOMER

Av: Einar Ellingsen, 1983.

Her kan kort nevnes: Blader utvikles ikke normalt.

De symptomer som trer klarest fram er misfarving av bladverk, tydelige lyse partier mellom bladnerver. Det er brunsvide partier i bladspiss og/eller bladrand. Som oftest medfører dette deformeringer.

Skadebildet blir i tillegg til ovennevnte sammentrekt bladrand, buklet blad eller hjerteformet minsket bladstørrelse og fingertopping som ofte kompenseres med et høyere antall skudd. På nåletrær vises tydelig begynnende misfarging av nålespisser som blir brune, og til slutt faller av. Dette bildet er på eldre nåler.

I tillegg kan en under uheldige forhold få krølling og sviing av nye nåler. Under ugunstige vekstforhold (sterk tørke og høy temperatur) fikk vi unormalt store felter med brunt på nyplantede trær i sterk vekst (*populus koreana*). Dette kunne i det ene tilfelle utelukkes som sviskade, forårsaket av industrinedfall, da de generelle skadesymptomer var heller moderate. Av andre karakteristiske trekk som bør nevnes er meget stor forskjell på bladstørrelsen.

Ved høyere fluorkonsentrasjon i bladverk går det utover både bladstørrelse og bladtykkelse. De visuelle skader på blad og nåler kan variere sterkt. Individuell resistens kan være en viktig faktor, ulik næringstilgang en annen faktor. Mikroklima kan være en tredje faktor.

Sekundære årsaker:

Enkelte plantearter har årvisse svært kraftige insektangrep som viser et totalt større skadebilde enn skader forårsaket av fluor og so^2 -opptak. Jeg kan nevne angrep på syringa vulgaris av larven "syrinmøll".

Samme skadebilde som ovenfor nevnt gjør seg gjeldende også for en del andre plantearter. Nevnes spesielt bør årvisse kraftige angrep av lerkelus på *larix europeæ*. Felles for begge nevnte plantearter er at de er plantet på næringsfattig skrinns jordmonn.

I to vekstsesonger har vi observert sviing og inntørking av bladverk på *ulmus glabra* på Årdalstangen, ca 200 m fra emisjonskilden. Dette utelukker vi som fluorskade eller so^2 -skade, da konsentrasjonene av disse var adskillig høyere i Øvre Årdal, og samme planter der var symptomfri. Det bør nevnes at grunnet uheldige omstendigheter var konsentrasjonen av tjære meget høyt på det tidspunkt, så årsaken synes klart å være tjære.

Som supplement til foranstående tekster og tabeller følger også en del fotomaterialer. Til slutt følger oversikt over planter som tilrådes utplantet i Årdal.

Hensikten med arbeidet har vært å sammenfatte erfaringer jeg har høstet på området, og å trekke konklusjoner på bakgrunn at tilgjengelige data om den totale situasjon.

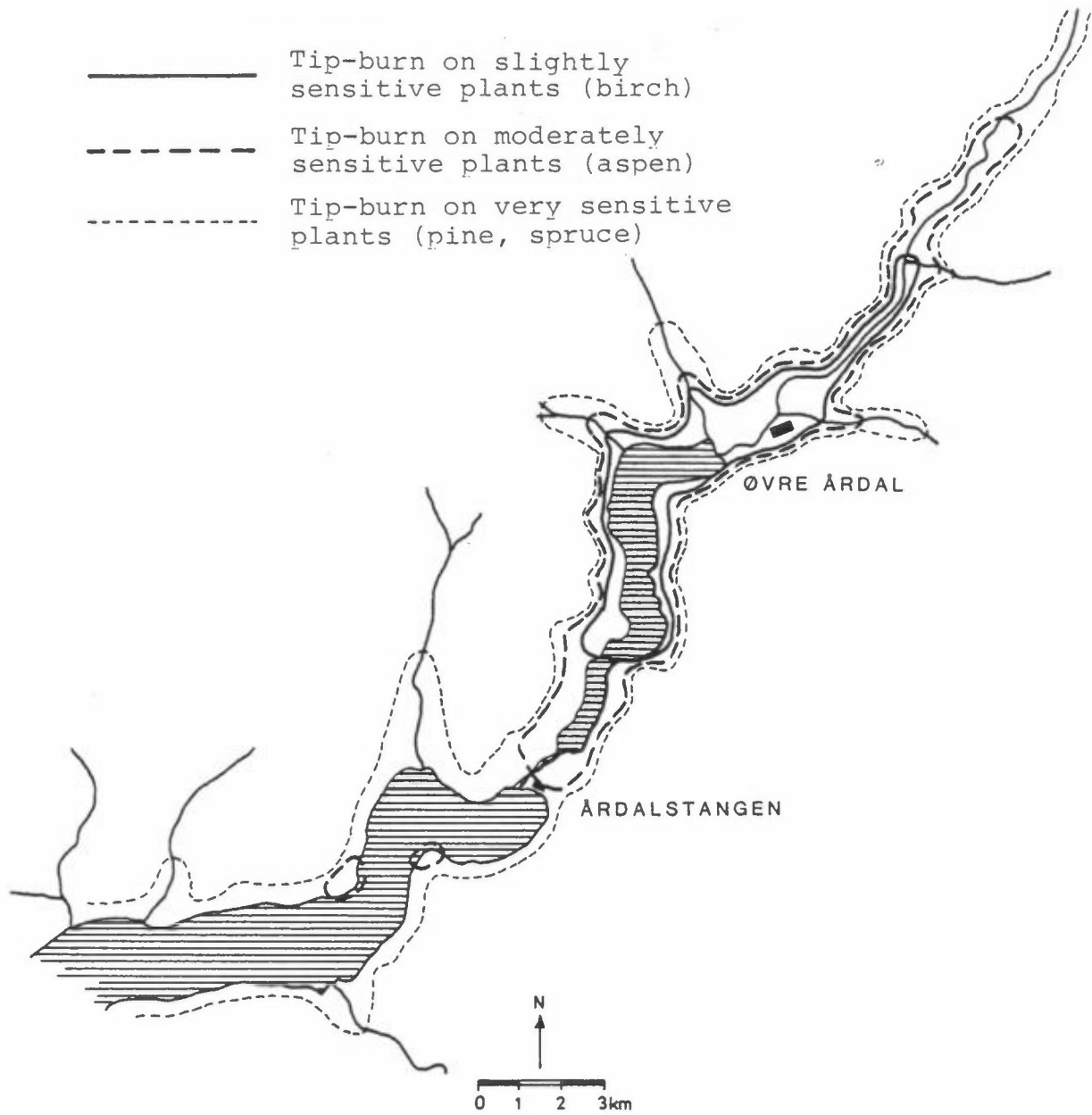


Figure F-1: Tip-burn on trees from the Årdal area.
Source: Romøren, 1973.

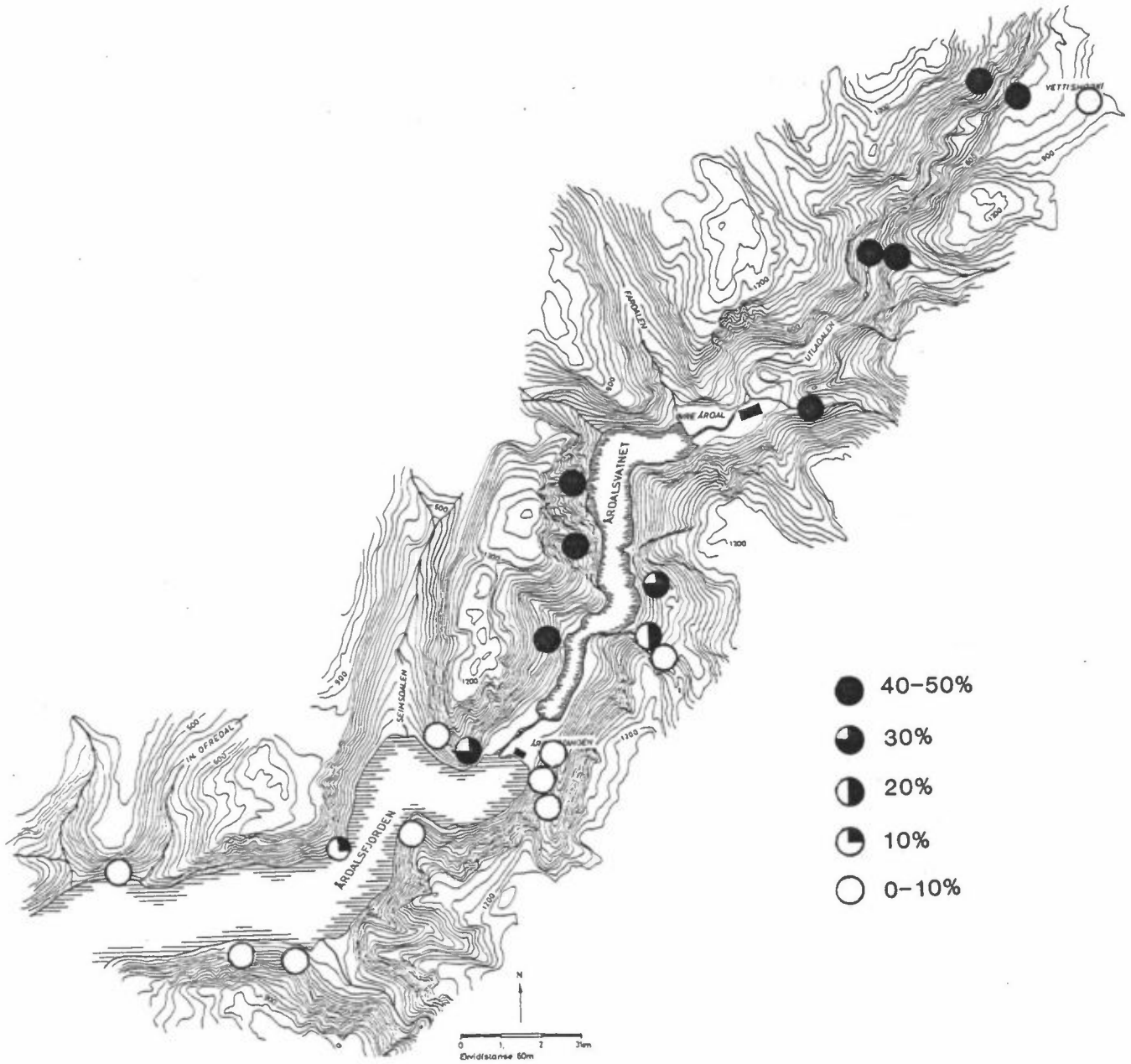


Figure F-2: Dead or dying pines around Ardal, based on observations in 1971-1972.
Source: Horntvedt, personal communication.

One thorough study was done in 1970 by E. Johnson on fluoride damage to one farmer, P. Øvstetun, in Farnes (Øvre Årdal) from 1949 through 1969. This farmer had a large fruit farm consisting of 212 fruit trees (mostly apples, but also pear, cherry and plum). The farmer was willing to allow that between 1954 up to and including 1958 there was no fluoride damage of any importance and quantities of fruit harvested between 1955 and 1959 could serve as a control of his normal harvest (an average was taken). This average harvest (9815 kg) was then multiplied by the yearly percentage of the county wide average to give what harvest would have been expected without pollution. This was used up until 1962. From 1963 to 1969 the yearly average harvest was reduced by 1115 kg because of a reduction in number of trees. The data is summarized in Table F-1. Based on these calculations, the estimated total loss of fruit was 103,000 kg, out of what should have been 190,000 kg or equivalent to a loss of 54%.

Table F-1 : Estimated reduction in apple harvest in P. Øystetun's farm from 1949 to 1969, through fluoride pollution.

Year	Yearly harvest as % of an average yr. in S&F.	Estimated harvest without pollution	Actual harvest with pollution	Estimated reduction in harvest
1949	25	2454	410	2044
1950	130	12760	5174	7586
1951	105	10306	6628	3678
1952	115	11287	4201	7086
1953	55	5398	1751	3647
1954	140	13741	5874	7867
1955	<u>50</u>	<u>11443</u>	<u>11443</u>	<u>0</u>
1956	<u>125</u>	<u>5035</u>	<u>5035</u>	<u>0</u>
1957	<u>65</u>	<u>9905</u>	<u>9905</u>	<u>0</u>
1958	<u>120</u>	<u>8168</u>	<u>8168</u>	<u>0</u>
1959	<u>140</u>	<u>14522</u>	<u>14522</u>	<u>0</u>
1960	135	13250	4754	8496
1961	50	4908	2697	2211
1962	80	7852	854	6998
1963	110	10076	2307	7769
1964	50	4580	487	4093
1965	85	7786	399	7387
1966	110	10076	508	9568
1967	40	3664	301	3363
1968	125	11450	1890	9560
1969	120	10992	343	10649
Total		189653	87651	102002

The years from 1955 up to and including 1959 are considered to be free of air pollution.

APPENDIX F-II

EFFECTS ON FARMING

FLUOR OG HELSEPROBLEMER HOS DYR

Av: Magne Aas Hansen

Fluor er sterkt utbredt i naturen, og dyrene kan neppe unngå å få i seg små mengder gjennom det de eter og drikker. Stoffet er derfor en naturlig, sikkert også nødvendig bestanddel av dyreorganismen. Men vi kjenner ikke til noen mangeltilstand som skyldes svikt i tilgangen på fluor. Derimot er skadevirkning av fluorholdige forbindelser meget godt kjent hos dyr, særlig husdyr.

Det opptrer både akutte og kroniske fluorforgiftninger, men de akutte forgiftningene har liten aktualitet, ikke minst i vårt land. De kroniske fluorforgiftningene derimot har stor interesse over store deler av verden. Mulighetene for forgiftning er temmelig mange. I områder med meget bergfosfat kan jorden inneholde relativt store mengder fluor, og drikkevannet kan i slike strøk få et naturlig innhold av 15-20 mg fluor (F)/liter. Bergfosfat nyttes til fremstilling av kunstgjødsel og fosfater for mineralblandinger, og kan derved bli en betydelig fluorkilde for husdyr, særlig sistnevnte anvendelse. Under moderne husdyrhold er tilskudd av mineralblanding en nødvendighet fordi vanlige formidler langt fra dekker behovet for den høyt oppdrevne produksjon. Behovet for kalsium og fosfor har størst interesse, og oppmalt berfosfat kan være et nyttig tilskudd for dette formål. Men en slik anvendelse av ubehandlet bergfosfat vil kunne resultere i kronisk fluorforgiftning (fluorose). Man har tatt konsekvensen av dette, og fosfater som skal inngå i mineralblandinger til husdyr blir derfor defluorinert. I Norge har vi klare bestemmelser på dette felt.

Vulkanske utbrudd kan i betydelig grad forurense vegetasjonen med fluorholdige forbindelser, og forgiftninger på denne bakgrunn er blant andre steder kjent fra Island. Likevel er utslippene fra industrien den viktigste årsak til fluorose hos dyr verden over. Flere typer industrielle bedrifter kan forurense omgivelsene med fluorholdig støv og gass. Som eksempler kan nevnes aluminiumverk, fosfatfabrikker, jernverk, teglverk, emaljeverk og visse fyringsanlegg.

I verdensmålestokk utgjør fluorutslippene fra industrien et enormt forurensningsproblem med betydelig skade på visse typer vegetasjon og husdyr. En vil i det følgende konsentrere seg om begrepet industriell fluorose, fordi det er denne som har vesentlig aktualitet, og fordi vi i Norge på denne bakgrunn har lang erfaring når det gjelder utviklingen av kroniske fluorforgiftninger. I vårt land er det så å si utelukkende forurensningen fra aluminiumindustrien som har skapt problemer for husdyrholdet og skogbruket.

Under fremstilling av aluminium nyttes fluorholdige forbindelser som kryolitt og aluminiumfluorid som hjelpestoffer. Trass i meget effektive renseanlegg vil til en viss grad fluorholdige forbindelser komme ut i atmosfæren gjennom ovnsrøyken eller luften fra ovnshallene. Utslippene skjer i form av gass og finpartiklet støv. Dette forholdet er meget viktig. Fluorider i form av gass, hydrogenfluorid, er betydelig mer skadelig for husdyrholdet enn støvformen. Målinger av totalfluorid vil således ikke gi det rette bilde av situasjonen.

Forurensningen av vegetasjonen. En anriking av jordsmonnet med fluorholdig materiale fra industrien synes å ha liten betydning i og med at det er liten oppsugning av fluorider gjennom plantenes røtter, i hvert fall når det gjelder de planteslag som har interesse i vårt land. Finpartiklet støv vil kunne legge seg som et dekke over bladverket, men da dette stort sett er lite løselige forbindelser vil de ha liten skadevirkning på grunn av dårlig oppsugning fra dyrenes fordøyelseskanal. Forholdet er et annet når det gjelder fluorider i gassform hvor det skjer en direkte absorpsjon i bladverket, og hvor fluoridene forblir i en tilstand som gjør dem lett tilgjengelige for dyreorganismen. Det er innlysende at regn og annen nedbør kan virke inn i denne sammenheng. Finpartiklet støv vil til en viss grad vaskes av, og sterkt regnvær vil trolig også minske eller hindre absorpsjonen av gassformige fluorider. Forsøk har imidlertid vist at fint regn og fuktig bladverk, f.eks. som følge av dugg, direkte fremme absorpsjonen av gassformig fluorid. Dette har ikke så rent liten praktisk interesse. Utover sensommeren og høsten har grasveksten lett for å være fuktig store deler av døgnet, og en skulle derfor vente at

gassformige fluorider vil gi en høyere lagring i vegetasjonen i de senere stadier av vekstperioden. Denne formodning passer overordentlig godt med forholdene i Norge. Rundt verk med relativt høye utslipp av gassformige fluorider får man en tydelig stigning i plantenes fluorinnhold under sensommeren og høsten sammenlignet med vårmånedene. Den praktiske nytten for husdyrholdet ligger i at man kan redusere fluoropptaket ved best mulig utnyttning av den tidlige græsveksten, nemlig ved tidlig slått for nedlegging av surfor i silo, og ved ikke å strekke beitesesongen alt for langt utover høsten.

Men det er selvsagt en rekke forhold som innvirker på forurensningsgraden. Det gjelder størrelsen av aluminiumproduksjonen, effekten av de installerte renseanlegg, den herskende vindretning, nedbøren og de terrengmessige forhold i verkets omgivelser. I Norge har vi for øvrig helt særegne forhold rundt enkelte verk, nemlig slike som ligger ved utløpet av en trang dal som er omgitt av høye fjell. I slike tilfeller kan røyken og forurensningen føres opp gjennom dalen temmelig langt fra selve verket. Således er iaktatt skadevirkninger på husdyr i en avstand av henimot 40 km fra utgangstedet, et forhold som ikke er kjent andre steder i verden.

Sykdomsutviklingen. Den industrielle fluorosen er en utpreget kronisk forgiftningsform. Når fluor tas opp med foret, vil en del unndra seg oppsugning fra tarmen og blir derfor skilt ut med avføringen. Det gjelder først og fremst de tungt oppløselige fluorforbindelsene. Noe fluor vil imidlertid komme over i organismen og bli skilt ut med urinen, men karakteristisk for fluoridene er den sterke tendens til lagring i organismens knokkelvev. Dette foregår som en helt normal prosess hos dyr på vanlig foring, og ses kanskje mest typisk hos drøvtyggerne. Også hos nyfødte kalver etter friske kyr vil en finne noe fluor i knoklene, men i beskjedne grad, 50-100 mg F/kg knokkelaske. Hos normale eldre kyr kan fluorinnholdet i knokkelasken etter hvert komme opp i 1000-2000 mg F/kg, og det har således foregått en gradvis økning gjennom flere år. Dette forholdet har til følge at det må ta en viss tid, måneder eller år, før fluoridinnholdet kommer opp til et nivå som er ensbetydende med skadevirkning. Man regner

4000 mg F/kg knokkelaske som et slikt novå. Men det er ingen fast grense, og den er i høy grad avhengig av dyrets alder. Dersom et ungt dyr på 1-2 år kommer opp i verdier på 2000-3000 mg F/kg aske, er det tegn på så sterk fluorbelastning at den er ensbetydende med skadeeffekt.

Lagringen av fluor i knoklene må ses på som en avgiftsningsprosess hvorved dyret beskytter seg selv, men også sitt avkom. Selv i distrikter utsatt for betydelig fluorbelastning finner man lave konsentrasjoner i knoklene hos nyfødte kalver, men dog noe høyere nivåer enn hos kalver i distrikter uten fluorbelastning. Det foregår således en viss, men beskjeden overføring via placenta. Videre er det en meget liten utskillelse av fluor med melken. Fluorpåvirkningen vil således i det vesentlige først inntre når ungdyrene selv er i stand til å ta opp hjemmeavlet stråfor og beite.

Det synes ikke å være noen skadevirkning på organismen før fluorinnholdet i knokkelvevet kommer opp i et visst nivå. Først når metningsgraden er nådd inntre skadevirkning. Det fluor som nå tas opp gjennom foret kan ikke lenger helt og fullt uskadeliggjøres av knokkelvevet. Men det blir likevel til å begynne med ingen generell toksisk effekt på organismen. Dyret kompenserer tilstanden til en viss grad ved økt utskillelse av fluor med urinen, videre fortsetter lagringen i knoklene, men nå med skadevirkning på celler i knokkelsubstans og tenner. Det inntre emaljedefekter og nedsatt kvalitet av dentitet, vel å merke inntre disse skadevirkningene bare i tenner som er under dannelselse, altså i bestemte perioder av dyrets liv. Skadevirkningene i knokkelvevet kan være temmelig mangeartede, og en finner ikke grunn til å gå inn på dette forholdet. Ganske karakteristisk er imidlertid tendensen til utvendig påleiring av nydannet benvev slik at knoklene blir tykkere enn normalt. Fluorinnholdet i knokkelvevet kan etter hvert komme svært høyt, 12.000-15.000 mg/kg knokkelaske, kanskje mer. Man skulle vente at når fluorinnholdet i knoklene kommer ekstremt høyt, vil evnen til å lagre fluor overskrides, og man ville få en generell toksisk påvirkning på organismen som følge av fluorets typiske enzym- og celletoksiske egenskaper. Så langt når man ikke. Under praktiske forhold vil

vil symptomene som følge av tann- og knokkelforandringene være så alvorlige at dyret enten dør eller må avlives.

Dagens situasjon i Norge tilsier at det er lite trolig at man vil få se alvorlige tilfeller av fluorose. For det første er utslippene blitt mindre, og for det andre er helsetilstanden hos husdyrene under godt oppsyn, ikke minst i fluorbelastede områder, slik at tendensen til alvorlig fluorose kan brytes på et tidlig stadium av dyrevernmessige grunner.

Ungdyr og dyr som ikke er fullt utvokst er mest utsatt, likeledes er drektighet, kalving og laktasjon påkjenninger som forverrer tilstanden ved en fluorbelastning. Utsettes dyrene for fluorpåvirkning først etter at de er fullt utvokst blir skadevirkningene meget moderate.

Kliniske symptomer. Tannforandringene kommer først til syne, men det er sjelden at melketennene viser tydelige forandringer. Men de nivåer av fluor vi vanligvis finner i Norge burde skader på melketenner egentlig ikke forekomme, sett i forhold til den ubetydelige passasjen av fluor gjennom placenta og den beskjedne utskillelse i melken. Ikke desto mindre har vi flere ganger støtt på slike forandringer, riktignok i moderate former. Permanente tenner derimot skades alvorlig, og det skjer dersom dyret utsettes forfluorpåvirkning når tennene er i sin dannelsesfase, dvs. når dyret er fra få måneder gammelt og opp til det er ca 4 år.

Forandringene på fortennene er lettest å se hos det levende dyr. Det er tydelig emaljedefekter, såkalte emaljehypoplasier, som ofte viser seg som små "hull" i emaljen slik at tannen får et spettet utseende. Tannen mister sitt porselenaktige, glinsende utseende, og den er ru å føle på. Ofte har tennene en mørk brun farge. Forsinket frembrudd av blivende tenner er også et karakteristisk trekk, noe som gjelder både fortenner og kinntenner. En abnorm slitasje er også meget typisk for begge typer tenner, men har størst betydning for kinntennene hvor man av og til kan se ekstreme forandringer. Det kan bli voldsomme spisser og hakedannelser, og med motsvarende sterk nedsliting av tennenes

antagonister.

Ved moderate tannforandringer er det lite å merke på dyrets oppførsel. Tidlige symptomer vil være at dyret vegrer seg for å drikke kaldt vann, senere vil dyret ha vanskeligheter med å få i seg for, drøvtyggingen går i stå, og dyret magrer etter hvert av.

Eieren vil ikke alltid merke tannforandringene, og får først mistanke om fluorose når dyrene viser symptomer fra knokkelsystemet. Til vanlig vil halthet være det første symptom som tiltrekker seg oppmerksomhet. Det er stiv og øm gang, og dyret har vanskelig for å reise seg, og kan således bli stående med forparten i knestående stilling i lengre tid. Haltheten er ofte, men ikke alltid, forbundet med påvisbare forandringer i knokkelsystemet. Disse består i harde påleiringer på de lange rørknoklene på ekstremitetene, på ribbenene, og kanskje mest karakteristisk på underkjevegrenene. Når det foreligger fremtredende symptomer fra knoklene, er det nærmest en regel at det også er almene symptomer i form av sterkt nedsatt appetitt, avmagring og ytterst dårlig melkeytelse.

Sikre fluornivåer i foret. Av det som er sagt foran fremgår at dyr får i seg noe fluor på normal foring, og det er videre sikkert at de i tillegg kan tåle en viss fluorforurensning fra industrien uten at det blir skadevirkninger av noen art. Det er meget viktig å vite hvilket fluornivå foret kan ha uten at det oppstår problemer. Men å fastsette et slikt grensenivå er ytterst vanskelig.

Lett løselige fluorforbindelser gir sterkest toksisk virkning, og dersom slike fluorider forekommer i drikkevannet, er dyrene aller mest utsatt. Skadevirkninger har da vært iaktatt ved 10 mg F/liter vann, muligens også ved lavere nivåer. Under norske forhold ser det ikke ut til at industriell forurensning vil gi et drikkevann som kan forårsake fluorose. Giftvirkningen hos dyr er og blir knyttet til stråforet, og de fluorforbindelser som opptrer her, er som nevnt lett tilgjengelige for dyreorganismen. Under beiteopphold er dyrene mest utsatt. Da er fluormengden i

grasvekstene oftest størst, men et annet viktig forhold er at beitegraset gjerne er det eneste for som dyrene tar opp. Belastningen går ned på inneforing fordi foringen da er mer variert. Forslag som kraftfor og rotvekster er gjerne fattige på fluor, og stråfor i form av surfor vil inneholde noe mindre fluor enn beitegraset. God og allsidig foring med tilstrekkelig innhold av mineraler og vitaminer er i seg selv en effektiv motvekt mot fluorvirkningen.

Evnen til å tåle fluor er tydelig artsbetinget. Storfe synes å tåle minst, deretter kommer i denne rekkefølgen: Sau, geit, hest, gris og fjørfe. Fugleartene ser jevnt over ut til å tåle store fluormengder sammenlignet med storfeet.

En regner at storfe kan tåle et fluorinnhold i foret på 30-50 mg/kg tørrstoff uten at det opptrer skadevirkninger. I kontrollutvalget for aluminiumverkene har vi satt en orienterende grense på 30 mg F/kg tørrstoff i stråforet, dvs. beitegras og høy. Det skulle innebære at fluorinnholdet i forrasjonens samlede tørrstoff vil ligge betydelig lavere, i og med at det i dag nyttes store kraftformengder i storfeforingen, særlig i melkeproduksjonen. Etter de erfaringer man har skaffet seg i løpet av de siste 10-20 år ser det ut til at en grense på 30 mg F/kg tørrstoff i stråforet er betryggende når det gjelder storfe. Underlig nok har man imidlertid erfart at det hos sau på samme fluornivå i stråforet har opptrådt tilfeller som utvetydig peker på fluor-skade, riktignok av moderat karakter. Dette er overraskende fordi sauene regnes å tåle fluorpåvirkning bedre enn storfeet. Riktignok er foringsgrunnlaget forskjellig idet sauene får betydelig mindre kraftfor og har en adskilling lengre beitesesong, og utsettes derfor for en sterkere belastning. Men det forklarer ikke alt, og det er et varsel om at man nok bør være litt forsiktig med å sette grenser for såkalte "sikre" fluornivåer i foret.

Når det hevdes at 30-50 mg F/kg tørrstoff i totalrasjonen er betryggende, skyldes nok dette at f.eks. moderate tannforandringer ikke tillegges særlig vekt. Personlig vil jeg bedømme et hvert

tegn på fluorskade temmelig strengt. Avstanden fra moderate forandringer til plagsomme og smertefulle tilstander hos dyrene kan være meget liten.

Næringsmiddel toksikologiske spørsmål. Kan kjøtt og melk fra dyr i fluorbelastede områder nyttes til mennesker? Man har ikke holdepunkter for å hevde at det skulle være noen risiko forbundet med dette. Hos helt normale dyr har man funnet opp til 0.12 mg F/liter melk. Det er en viss stigning når dyrene tar opp fluorholdig for, men denne er beskjeden. Ved bruk av for med 40-60 mg F/kg tørrstoff i totalrasjonen er det maksimalt funnet 0.25 mg F/liter melk, og dette burde ikke betinge noen risiko for konsumentene. For øvrig får vi tro at det i melkeproduksjonsdistrikter i vårt land ikke blir aktuelt at forets tørrstoffinnhold kommer opp i nevnte fluornivåer.

Det er forbløffende liten lagring av fluor i bløtdelene. Selv om innholdet i knoklene kommer opp til 10.000-15.000 mg F/kg, ser det ut til at fluorinnholdet i skjelettmuskulatur ikke blir høyere enn hos dyr på normal foring, opp til 1.2 mg F/kg. Det skulle således ikke være noen risiko å nytte kjøtt fra fluorbelastede områder. Av parenkymatøse organer blir det mest i nyrer, men heller ikke her kan man snakke om særs høye verdier, under 3 mg F/kg.

Nok et aktuelt spørsmål er om det under matlagning er fare for overgang av fluor fra knoklene til kjøtt eller kraft. Man antar at fluoret er så sterkt bundet i knokkelvevet at dette ikke skjer, og de, riktignok beskjedne forsøk som er utført på dette felt her i landet, synes å bekrefte denne formodning.

Tiltak mot fluorosefaren i husdyrholdet. Praksis har vist at forsvarelig husdyrhold kan drives i naboskapet til et aluminiumverk, endog nær opp til verkets beliggenhet. Tekniske landevinninger i form av effektive renseanlegg har betydd meget i denne sammenheng. Ved enkelte verk tar man således hånd om ca. 95% av totalutslippet. Aluminiumsproduksjonens størrelse kommer imidlertid inn som en viktig faktor, og man kommer ikke bort fra at en enormt stor produksjon ved ett og samme verk vil betinge økt risiko for følbar fluorbelastning i distriktet.

Enkelte steder i Norge er belastningen så sterk at husdyrhold ikke er tilrådelig, men ved de fleste steder rundt våre aluminiumverk er ikke utslippsmengden større enn at man gjennom tiltak innenfor husdyrholdet kan drive forsvarlig, både økonomisk og dyrevernmessig. Eksempelvis kan det drives ensidig kjøttproduksjon ved å holde ungfø opptil 2-2½ års alder, og i saueholdet kan nyttes relativt tidlig utrangering av søyene. På foringssiden kan nevnes: Allsidig og god foring, relativt sterk bruk av kraftfor, utstrakt bruk av surfor, lutet halm, rotvekster og poteter, grønneforvekster, avkorting av beitesesongen på høstparten, bruk av fjellbeiter hvis mulig, anlegg av fellesbeiter i trygge områder der forholdene ligger til rette for det. Ellers nyttes tilskuddsstoffer som kalsium- og aluminiumssalter. Prinsippet er at kalsium og aluminium forener seg med fluorider i dyrenes fordøyelseskanal til tungt løselige forbindelser, slik at fluor hindres i å oppsuges fra tarmen. Fluorets skadeeffekt kan reduseres med 20-40% på denne måten.

Fluorosefaren hos ville dyr. Våre kunnskaper på dette felt er ytterst mangelfulle. Man kan formode at ville drøvtyggere som hjort, rådyr og elg skulle ha størst sjanse for å få i seg fluor-kontaminert vegetasjon, og gjennom analyser av knokler har vi en rekke eksempler på at slike dyr har vært utsatt for fluorbelastning. Stort sett må man regne med at disse dyreartene i alt vesentlig beiter i ganske stor avstand fra verket, og at den fluorbelastning de utsettes for burde være såpass liten at det ikke skulle innrette skadevirkninger. Men dette er ikke alltid tilfelle. Fluorinnholdet i knoklene kan ligge så høyt at man ikke kommer utenom å måtte karakterisere belastningen som skadefremkallende, av og til endog av alvorlig karakter. Det må således ha skjedd en betydelig forurensning av vegetasjonen der disse dyrene har sine vandringer og beiteområder. En annen og viktig faktor er at dette gjelder kontinuerlig beitende dyr, og de kan således utsettes for permanent påvirkning året rundt.

Man stiller seg spørsmål om hvordan dagens situasjon fortøner seg med hensyn til fluorforurensning av beiteområder for viltlevende dyr. I de områder der fluorose hos vilt er mest aktuelt, er det

tegn som tyder på at det har skjedd en bedring men hensyn til utslippene, muligens så stor at skaderisikoen er redusert. Men om dette vet man ikke noe sikkert.

Alt i alt må man si at skjebnen til de viltlevende drøvtyggerne, kanskje også annet vilt, er et forhold som i større grad burde kreve vår oppmerksomhet. Men det er en rekke spørsmål vi ikke kan svare på i dag. Til dels gjelder det vanskelige problemer, og det er neppe til å unngå at forskning må til for å bringe frem flere kunnskaper og mer klarhet. Egentlig burde forholdene ligge godt til rette for undersøkelser på dette felt her i landet.

Anvendt litteratur

- Flatla, J.L. 1972 The fluorine problem in practice - poisoning in ruminants. Festskr. prof.dr. K. Breirem, Oslo-Ås, s. 37-50.
- Flatla, J.L. & F. Ender 1966 Industrial fluorosis in cattle in Norway. Proc. IVth. meeting of the World ass. for buiatrics, Zürich, s. 45-59.
- Krook, L. & G.A. Maylin 1979 Industrial fluoride pollution. Cornell Vet. Vol. 69, Suppl. 8, s. 1-70.
- Shupe, J.L., M.L. Minder & D.A. Greenwood 1964 Clinical and pathological aspects of fluorine toxicosis in cattle. Ann. of New York Acad. of Sci. Vol. 111, s. 618-637.
- Årlige rapporter fra Kontrollutvalget for aluminiumverkene i perioden 1970-1979.

Sammendrag.

Artikkelen omhandler i første rekke forurensninger av vegetasjonen som følge av fluorholdige utslipp fra aluminiumindustrien, og det helseproblem - industriell fluorose - som kan oppstå hos dyr, fortrinnsvis storfe og småfe. Utgangspunktet er de erfaringer man på norsk hold har skaffet seg på dette området i løpet av de siste årtier. Det er forsøkt å trekke frem og belyse forhold som har praktisk interesse og betydning - for husdyrene, for husdyrholdet og for konsumentene.

a

b

c

Figur 1a: Underkjevegrener sau. Ekstrem benvevspåleiring som følge av fluoropåvirkning.

1b: Fortenner storfe. Typiske tegn på fluorose med større og mindre emaljedefekter, brunlig misfarging av tennene.

1c: Kinntenner storfe. Utpreget fluorose med spiss- og hakedannelser og abnorm slitasje.

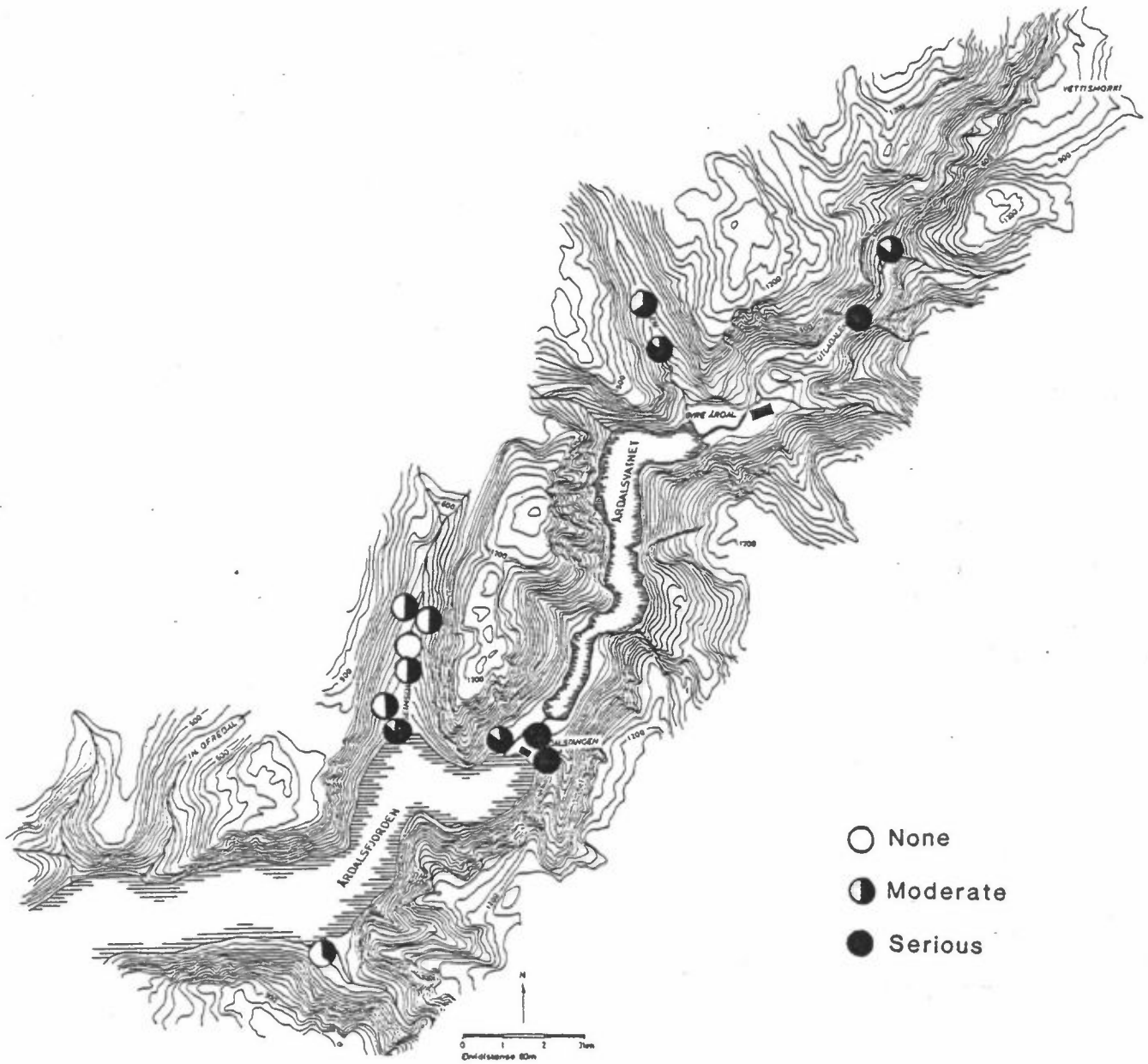


Figure F-3: Effect of fluoride on farm animals estimated and categorized from measured fluoride levels in bone. Analyses: SINTEF.
Source: Yearly reports of Kontrollutvalget for aluminiumverkene.

Table F-2: *Animals killed because of fluorosis in Årdal from 1950 to 1963.*

Year	Horses	Cows	Sheep	Goats
1950		18	20	8
1951	4	102	34	108
1952	2	7	75	35
1953	2	8	28	50
1954		9	46	14
1955	1	5	40	18
1956		2	12	5
1957			5	3
1958		1	6	2
1959		1	4	2
1960		3	18	4
1961		5	18	8
1962		5	22	6
1963		10	26	4
Total	9	176	354	267

De ovenfor oppgitte tall ligger i underkant av de virkelige, da det i årenes løp nok er blitt slaktet et og annet dyr som ikke er registrert. Erstatningsoppgjør har ikke vært holdt etter 1956.

Source: Distriktsveterinær S. Heimdal, i Lærdal.

Table F-3 : Damage in farm animals (1967 to 1981) estimated by fluoride content in ribs.

Station (farmer)	Species	Total no. animals	Damage categories*			Comments
			None	Moderate	Serious	
5. Øygarden	sheep	1	0	0	1	some goats
	cow	-	-	-	-	
6. Hjelle	sheep	3	0	1	2	
	cow	-	-	-	-	
10. Holseter	sheep	-	-	-	-	
	cow	4	0	1	3	
11. Haug	sheep	5	0	2	3	
	cow	4	0	4	0	
15. Hæreid	sheep	3	0	1	2	
	cow	-	-	-	-	
16. Seimsdalen	sheep	3	0	1	2	
	cow	-	-	-	-	
17. P.Jevnaker Seimsdalen	sheep	3	0	3	0	
	cow	2	0	2	0	
J. Asperheim Seimsdalen	sheep	-	-	-	-	
	cow	1	1	0	0	
T. Asperheim Seimsdalen	sheep	1	0	1	0	
	ox	1	0	1	0	
18. E. Nunndal Seimsdalen	sheep	13	0	11	1	mostly if not all goats
	cow	4	1	3	0	
J. Seim Seimsdalen	sheep	12	0	11	1	
	ox	6	0	6	0	
O. Bjørkum Naddvik	sheep	3	1	2	0	
	cow	-	-	-	-	
T. Berge Årdalstangen	sheep	2	0	0	2	
	cow	-	-	-	-	
O.T. Lågreid Lågreid	sheep	1	0	0	1	
	cow	-	-	-	-	
All stations	sheep	49	0	33	15	
	cow	22	2	17	3	
Combined animal types		71	3	50	18	
Expressed as a %		100	4.2	70.4	25.3	

Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

* Fluoride levels (in ppm) used for categorization of damage.

Animals age	None	Moderate	Serious
<2 years	<1999	2000-4499	>4500
2-5 years	<3499	3500-5999	>6000
>5 years	<4499	4500-7999	>8000

APPENDIX G

POLLUTIONS EFFECTS ON MAN
AND THE ENVIRONMENT

APPENDIX G-I

FLORA AND FAUNA

Table G-1 cont.
 Fluoride content in mg/kg ash in ribs of deer from Ardal area.

Supplier of sample	1972				1973				
	Age/fluoride in ribs/fluoride in mandible				Age/fluoride in ribs/fluoride in mandible				
Leif Lemvik									
J.A. Vetti	6-8 yr 14664	4 yr 2797	4 yr 3274*						
	14696	3717*	3320						
		2351							
Ardal Viltneemnd	6-8 yr 14664	4 yr 2797	4 yr 3274	4 yr 2397*					
	14696	2351	3320*	2002*	5939	10474	3805	6481	4564
				2455					5335
J. Asperheim	5 yr								
	-								
	8396								
Distr.vet. Østenvig	2-5 yr 4445								
	3717*								
	3645								1091

* second rib measurement

Table G-2: Injury to wild deer estimated by the bone content of fluoride (1970-1973).

Supplier of sample	Total	Damage Category*		
		None	Moderate	Serious
Leif Lemvik	11	5	4	2
J.A. Vetli	2	0	1	1
Årdal Viltneemd	20	8	9	3
J. Asperheim	1	0	0	1
Distr.vet. Østenvig	1	0	1	0
Total number animals	35	13	15	7
Expressed as a %	100	37.1	42.9	20.0

* Fluoride levels (in ppm) used for categorization of damage.

Animals age	None	Moderate	Serious
<2 years	<1999	2000-4499	>4500
2-5 years	<3499	3500-5999	>6000
>5 years	<4499	4500-7999	>8000

Based on analyses by SINTEF, for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

Table G-3 : Fluoride (mg/kg dry ash) and sulfur (percent) content of birch leaves at various altitudes and distances from the factory measured in 1981.

Sampling station	Altitude meters	Direction from factory	mg F/kg*	% S**
1 Heirsnosi	100	S	487	0.23
2 "	200	S	368	0.22
3 "	300	S	659	0.28
4 "	400	S	696	0.21
5 "	500	S	430	0.19
6 "	600	S	879	0.28
7 Mjøen	150	N	449	0.18
8 "	150	N	314	0.12
9 Hjelle	120	E	239	0.19

*Average of four trials

**Average of two trials.

All analyses done by SINTEF.

Source: Yearly reports for Kontrollutvalget for Aluminiumverkene.

APPENDIX G-II

VETTISMORKI

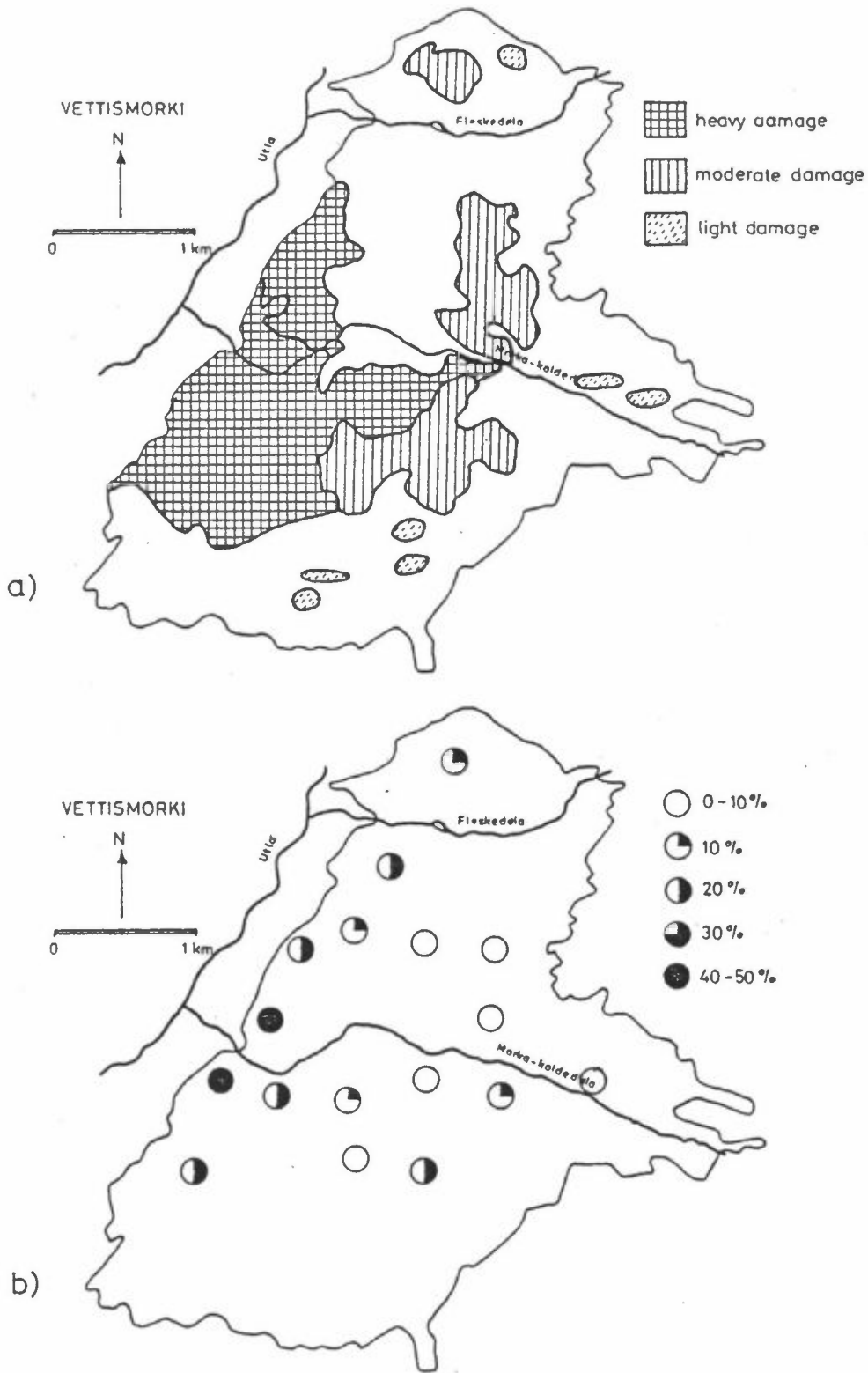


Figure G-1 : a) Injury to trees in the Vettismorkki area in 1968.
Source: Braanaas, 1970.

b) Percentage dead and dying trees in the Vettismorkki
area in 1969.
Source: Hornstvedt, 1971.

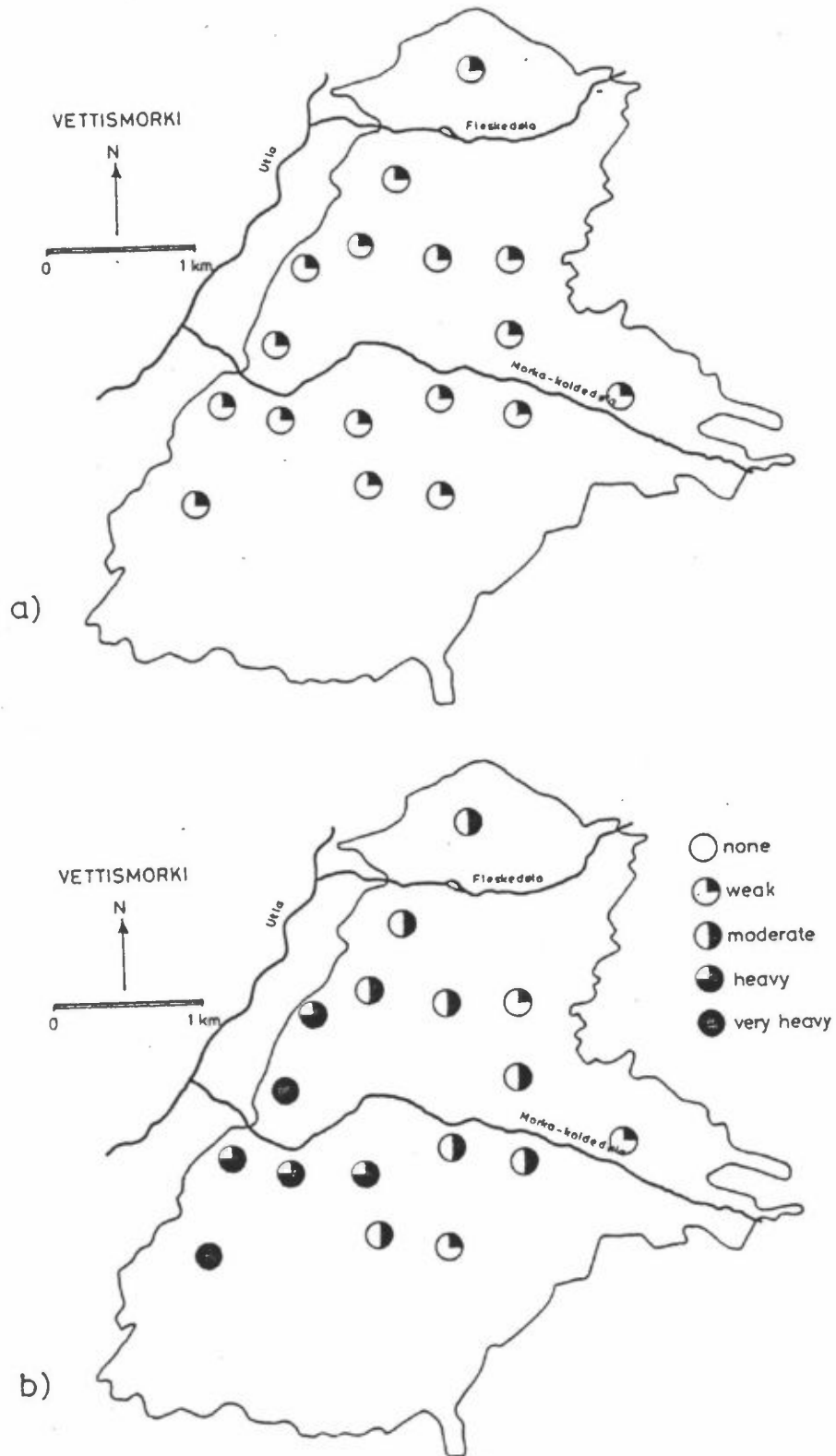


Figure G-2 : a) Tip-burn in 1968 coniferous needles in Vettismorki.
Source: Horntvedt, 1971.
b) Tip-burn in 1969 coniferous needles in Vettismorki.
Source: Horntvedt, 1971.

Table G-4 : Summary of findings by Braanaas (1970) of fluoride damage to the Vettismorki area.

A: Based on analysis of sample trees.					
Area	Class C (healthy)	Class B2 (slightly affected)	Class B1 (seriously affected)	Class A (dying)	
A	22%	32%	21%	25%	
B	13%	83%	4%	-	
C	20%	80%	-	-	
B: Analysis of old pine trees (diameter >60 cm at breast height).					
Area	% of sample stand old pine trees	Class C	Class B2	Class B1	Class A
A	7%				100%
B	69%	11%	83%	6%	
C	20%		100%		

For geographic location of areas A, B and C, see Figure G-1.

Table G-5: Fluorine injury on Scots pine in Vettismorki and along Årdalsfjorden.

Sample plot.no.	Vitality					Total	1968-needles		1969-needles		F-content 1968-: 1969- needles
	Dead	Dying	Seriously injured	Number of trees			Tip-burn index	F-content ppm	Tip-burn index	F-content ppm	
				Slightly injured	Healthy						
1	1	0	3	5	1	10	1.9	92.6	8.2	52.8	1.75
2	0	0	2	8	0	10	0.3	75.0	5.0	44.5	1.69
3	0	0	0	1	9	10	0.5	50.2	1.8	28.3	1.77
4	0	1	5	4	0	10	0.2	75.3	10.9	48.9	1.54
5	0	2	4	4	0	10	0.5	89.3	10.1	55.8	1.60
7	1	0	1	7	1	10	0.2	42.7	6.2	20.7	2.06
9	0	2	1	3	5	11	0.4	35.9	1.5	19.9	1.80
10	0	0	0	10	0	10	0.7	49.7	5.7	25.2	1.97
11	0	5	3	2	0	10	1.9	137.8	16.0	97.3	1.42
12	0	0	1	4	6	11	0.3	62.3	7.4	34.2	1.82
13	0	0	3	6	1	10	0.8	61.9	7.4	35.4	1.75
14	1	1	2	2	4	10	0.1	59.5	6.3	45.9	1.29
15	1	1	3	5	0	10	4.3	115.0	10.1	84.5	1.36
16	0	1	1	3	5	10	0.3	71.4	5.8	39.7	1.80
17	0	0	1	2	5	8	0.9	30.8	1.1	15.5	1.99
19	1	3	4	2	0	10	4.3	115.0	15.0	89.1	1.29
20	0	2	6	2	0	10	2.1	140.0	15.6	88.5	1.58
Seimsdal	-	-	-	-	-	-	4.0	-	0	-	-
Resnes	-	-	-	-	-	-	9.4	209.0	5.3	151.0	1.38
Ofredal	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-

Tip-burn index: 0 = no tip-burn; 25 = heaviest tip-burn.

Source: Horntvedt, 1971.

APPENDIX G-III

EFFECTS ON WATER QUALITY AND FISH

Between 1970 and 1974, the Norwegian Institute for Water Research did a series of studies on various parameters of water quality and pollution's effect on fish.

Tables of interest and concluding from these reports have been reproduced here.

The overall conclusion is that although pollution did affect fish life in the past, its effect has been of no consequence since 1969.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 22/67

DELRAPPORT

MÅLINGER I AVLØPSNETTET I ØVRE ÅRDAL -
AVLØPSVANNETS MENGDE OG KVALITET

Saksbehandler: Ingeniør Brynjar Hals

Rapporten avsluttet: 14. januar 1971

ANALYSERESULTATER FRA PRØVER TATT I AVLØPSNETTET FOR ØVRE ÅRDAL 25. FEBRUAR 1970

Komponenter	Vee					Farnes					Bukti					Renseanlegg inn					Renseanlegg ut				
	kl.11	kl.14	kl.15	kl.11	kl.14	kl.15	kl.11	kl.14	kl.15	kl.11	kl.14	kl.15	kl.11	kl.14	kl.15	kl.11	kl.14	kl.15	kl.11	kl.14	kl.15				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	13	14	15				
Surhetsgrad	7,9	7,2	7,4	7,2	7,0	7,2	8,5	8,5	8,1	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0				
Spes.el.ledn.evne v/200C	195,0	110,5	138,0	190,0	175,0	165,0	312,0	311,0	330,0	371,0	232,0	220,0	180,5	249,8	250,5	180,5	249,8	250,5	180,5	249,8	250,5				
Dikromattall	200,2	174,1	116,5	317,0	156,0	362,0	144,2	190,1	242,2	315,8	179,2	238,1	70,6	120,5	124,4	70,6	120,5	124,4	70,6	120,5	124,4				
Imhoff ½ time	0,5	0,1	0,1	0,2	spor	0,1	spor	spor	0,2	0,3	0,3	spor	spor	spor	spor	spor	spor	spor	spor	spor	spor				
" 2 timer	0,5	0,1	0,2	0,5	0,1	0,1	spor	spor	0,4	0,8	0,4	spor	spor	spor	spor	spor	spor	spor	spor	spor	spor				
Tørrstoff total	259,0	195,0	178,0	413,0	308,0	448,0	184,0	313,0	350,0	441,0	269,0	389,0	165,0	208,0	259,0	165,0	208,0	259,0	165,0	208,0	259,0				
Gløderest "	105,0	69,0	48,0	192,0	128,0	60,0	48,0	161,0	195,0	160,0	113,0	158,0	107,0	143,0	168,0	107,0	143,0	168,0	107,0	143,0	168,0				
Tørrstoff susp.	55,5	24,0	41,6	83,2	119,0	210,0	54,4	36,0	60,8	505,6	77,5	466,8	21,1	47,6	42,3	21,1	47,6	42,3	21,1	47,6	42,3				
Gløderest "	3,0	0,8	3,6	4,4	6,0	6,0	2,4	3,2	7,6	16,0	7,5	8,4	2,0	4,8	5,3	2,0	4,8	5,3	2,0	4,8	5,3				
BFA	14,4	10,8	12,0	16,9	15,3	18,2	10,1	34,0	15,3	21,12	18,0	17,6	16,5	19,7	18,0	16,5	19,7	18,0	16,5	19,7	18,0				
Fosfor totalt	3,9	2,6	3,1	5,4	4,1	4,2	1,7	4,7	15,0	5,1	5,3	5,7	2,8	4,6	5,2	2,8	4,6	5,2	2,8	4,6	5,2				

ANALYSERESULTATER FRA PRØVER TATT I AVLOPSNETTET FOR ØVRE ÅRDAL 11. JUNI 1970

	Vee						Farnes						Bukti						Renseanlegg inn						Renseanlegg ut					
	kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.		kl.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Surhetsgrad	6,6	6,7	6,8	6,6	6,5	6,7	7,4	6,4	8,8	6,8	8,8	6,6	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Spes. El. lrdn.evne 20°C µs/cm	126,0	105,0	114,0	134,0	95,0	95,0	270,0	830,0	770,0	264,0	242,0	166,0	176,0	150,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0
Tørrstoff total mg/l	208,0	102,0	125,0	334,0	206,0	127,0	219,0	428,0	347,0	388,0	290,0	596,0	147,0	124,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0
Gløderest, total mg/l	101,0	52,0	50,0	101,0	85,0	62,0	104,0	169,0	197,0	93,0	80,0	90,0	76,0	67,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
BOF, mg O/l	79	25	41	165	51	41	85	162	137	108	168	168	36	43	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46

Gjennomsnittlige registrerte vannføringer i kum på Vee var ca. 27 l/s i februar måned. Det er ikke oppgitt antall personer som er tilknyttet avløpsnett på Vee, men pr. 24.7.1967 var 4.500 personer tilknyttet renseanlegget. I tillegg til avløpsvannet fra bebyggelsen kommer også avløpsvann fra A/S Årdal og Sunndal Verks (ÅSV) anlegg til denne målestasjonen

I Årdal kommunes "Rapport over kloakkproblema i Øvre Årdal" av 30.4.1970 er det gitt en oversikt over antall sanitære installasjoner som kan tillates knyttet til det kommunale nett. Disse utgjør i antall normaltappedsteder (NTS) 318 og i liter pr. sekund:

$$Q = 0,3 \frac{\sqrt{NTS}}{2} = 0,3 \frac{\sqrt{318}}{2} = 2,7 \text{ l/s}$$

Dette skulle utgjøre maksimal vannføring fra ÅSV forutsatt at ikke overvann og grunnvann trenger inn i avløpsledningene. Settes den gjennomsnittlige vannføring fra ÅSV lik 2,7 l/s, skulle bidraget fra boligområdet på Vee-siden bli

$$27 - 2,7 = 24,3 \text{ l/s}$$

Gjør vi den antagelse at halvparten av befolkningen bor på Vee-siden, skulle dette tilsvare 2.250 personer (1967) og gi et forbruk pr. person på

$$\frac{24,3 \times 86400}{2250} = 930 \text{ l/p.d.}$$

Dette forbruket var svært høyt, og ved nærmere inspeksjon i pumpebrønnen på Vee-siden fant man at mengden av avløpsvann fra ÅSV var større enn beregnet.

Årdal kommune har bygd en målestasjon for avløpsvannet fra ÅSV, og man fant at dette utgjorde ca. 15-18 l/s.

PRØVETAKING OG ANALYSERESULTATER

To representanter fra NIVA, siv.ing. O.J. Nedrelid og ing. B. Hals, var på en befaring til Øvre Årdal 2.-3.12.1970. Det ble da tatt 3 stikkprøver av avløpsvannet i pumpekummen på Vee. Analyseresultatet viser (bilag 1) at avløpsvannet fra ÅSV er vesentlig fortynnet i forhold til avløpsvannet fra boligområdet på Vee-siden. De analyserte vannprøver er bare stikkprøver, og gir ikke et fullstendig bilde av forholdene, men resultatene viser at avløpsvannet fra ÅSV er sterkt fortynnet, noe som kan skyldes at overvann og/eller grunnvann kommer inn i ledningsnett. Den store mengde avløpsvann fra ÅSV er også et uttrykk for dette.

Videre ble det tatt vannprøver i avløpsnettet 25.2. og 11.6.1970. Disse vannprøvene ble tatt ved hver av målestasjonene og på renseanleggets inn- og utløp. Prøvene ble tatt til tre forskjellige tider for at de skulle bli mest mulig representative. Prøvene fra Vee-siden er en blandprøve av vann fra ASV og avløp fra boligområdet på Vee.

Analyseresultatene av prøvene viser at avløpsvannet er mer fortynnet i juni-prøvene enn i februarprøvene. Dette styrker mistanken om at uønskede vannmengder lekker inn på avløpsnettet, bilag 2 og 3.

Når det gjelder hvilke virkninger de store avløpsvannmengdene har på renseanlegget for avløpsvann, viser vi til "Rapport O-22/67, Årdal kloakkrenseanlegg og fremtidig utvidelse av anlegget", som ble avsluttet 24.7.1967.

Hals/dwi
15.1.1971

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 22/67

UNDERSØKELSE AV ÅRDALSVATNET SOM RESIPIENT FOR
ØVRE ÅRDAL OG VANNKILDE FOR ÅRDALSTANGEN VANNVERK

Utført i tiden oktober 1969 - oktober 1970

Saksbehandler: Cand.real. Hans Kristiansen

Rapporten avsluttet: 26. februar 1971

Befolkningen i nedbørfeltet er konsentrert i øvre og nedre ende av vannet. Kloakken fra Øvre Årdal føres i separatsystem via et biologisk renseanlegg og ut i Årdalsvatnet. En del av bebyggelsen på Årdals- tangen trenerer naturlig til Årdalsvatnet. Hallgassene fra aluminiums- verket i Øvre Årdal blir ikke rensset. Gassene går direkte ut i atmosfæren og føres via nedbøren til nedbørfeltet. Vegetasjonen i nedbørfeltet er preget av det. Elektrolyseovnene i de nye hallene er imidlertid så tette at utslippet av gasser til hallene er redusert til et minimum.

Reguleringen av elvene i nedbørfeltet har muligens ført til at Årdals- vatnet får tilført et noe kaldere vann ved at vannet kommer i tunneller istedenfor oppå bakken. Men på den annen side bruker aluminiumsverket vann til kjøling under støping av aluminium, og betydelige varme- mengder blir dermed tilført Årdalsvatnet.

3. MORFOMETRISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD

Årdalsvatnet er demmet opp av mektige grus- og sandmasser i bunnen av Årdalsfjorden. A/S Årdal og Sunndal Verk har foretatt opplodding av innsjøen, og på grunnlag av det tegnet et batygrafisk kart i målestokk 1:10.000. Figur 1 viser en fotografisk forminskelse av dette kart. Areal- og magasinkurver er tegnet inn på figur 2. Magasinkurven viser volumet av vannet under angitte dyp. Magasinkurven i vår rapport av 24. juli 1967 viser volumet av vannet over angitte dyp. Innsjøens morfometriske og hydrologiske data er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Morfometriske og hydrologiske data.

Høyde over havet	4,0 m
Overflateareal	7,16 km ²
Største dyp	181,0 m
Volum	697,1 mill. m ³
Middel dyp	97,5 m
Areal av nedbørfelt	952 km ²
Midlere årlig avløp	1.450 mill. m ³
Teoretisk oppholdstid	176 døgn

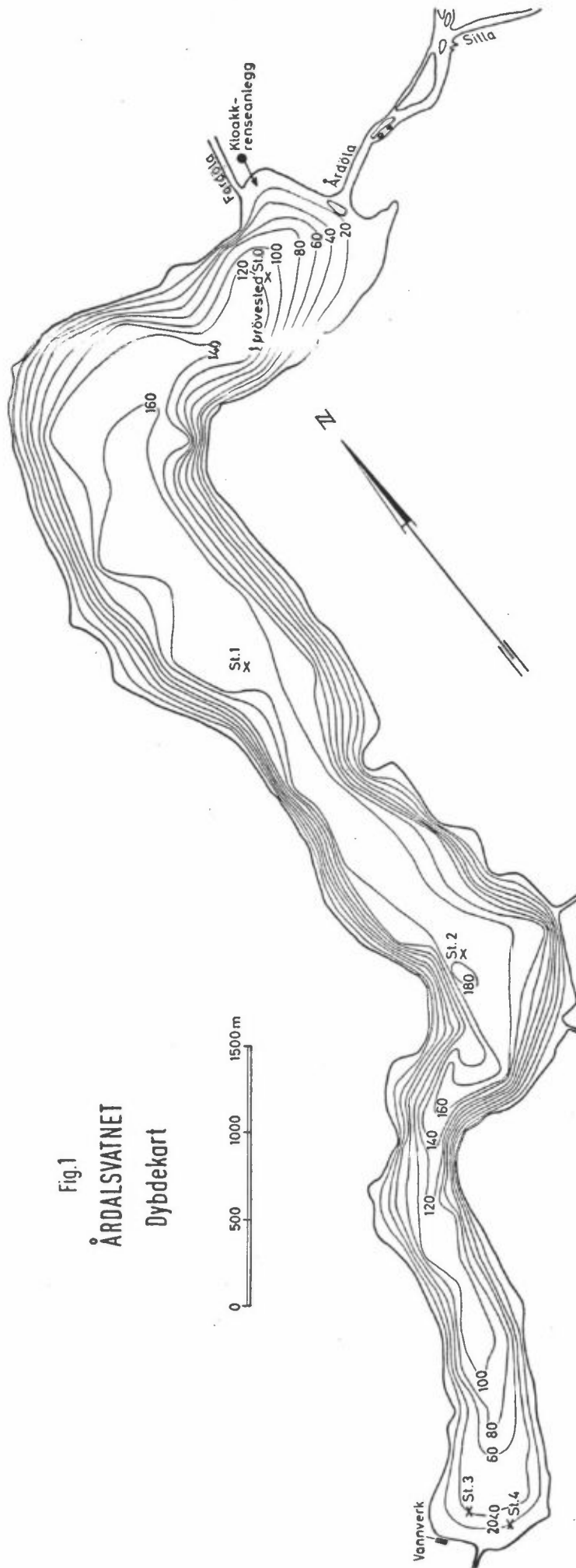
Tabell 6. Analyseresultater for noen tilløpselver til Årdalsvatnet. Provene tatt 15. oktober 1970.

Elver	pH	Spes. el. ledn. e. 20°C. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Alkalitet ml N/10 HCl/l	Total hårdhet mg CaO/l	Sulfat mg SO_4/l	Klorid mg Cl/l	Fluorid mg F/l
Utlop Tyin	6,8	7,40	0,3	1,7	2,5	0,4	<0,05
Årdalselv ved kraftst.	6,6	8,12	0,4	1,6	2,4	0,4	0,08
Bekk ved tipp ÅSV	6,5	16,7	0,5	3,1	2,9	0,6	0,10
Avløpsvann ÅSV	6,3	11,7	0,4	2,8	2,4	0,4	0,14
Utle	6,4	15,0	0,5	4,0	2,8	0,4	0,05
Årdalselv ved utlop	6,3	11,0	0,4	3,6	<2	0,4	0,08
Fardøla	6,2	12,8	0,6	3,1	3,2	0,4	<0,05
Hæreidelva	6,3	11,6	0,4	2,6	2,8	0,6	0,06

Tabell 7. Analyseresultater for vannet i Årdalsvatnet. Middelerdier og variasjonsbredde.

Komponenter		Variasjonsbredde	Middelerdier
Surhetsgrad	pH	6,2 - 6,9	6,4
Spes. el. ledningsevne, 20°C	µS/cm	10,9 - 20,0	13,7
Farge	mg Pt/l	4 - 36	15
Turbiditet	JTU	2,1 - 0,07	0,8
Permanganattall	mg O/l	1,0 - 0,2	0,6
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	0,9 - 0,4	0,5
Total hårdhet	mg CaO/l	3,8 - 1,6	2,1
Total fosfor	mg P/l	0,012 - 0,004	0,007
Total nitrogen	mg N/l	0,190 - 0,125	0,155
Klorid	mg Cl/l	2,2 - 0,5	1,0
Fluorid	mg F/l	0,09 - 0,06	0,08

Fig.1
ÅRDALSVÄTNET
Dybdekart



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 90/70

HYDROBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

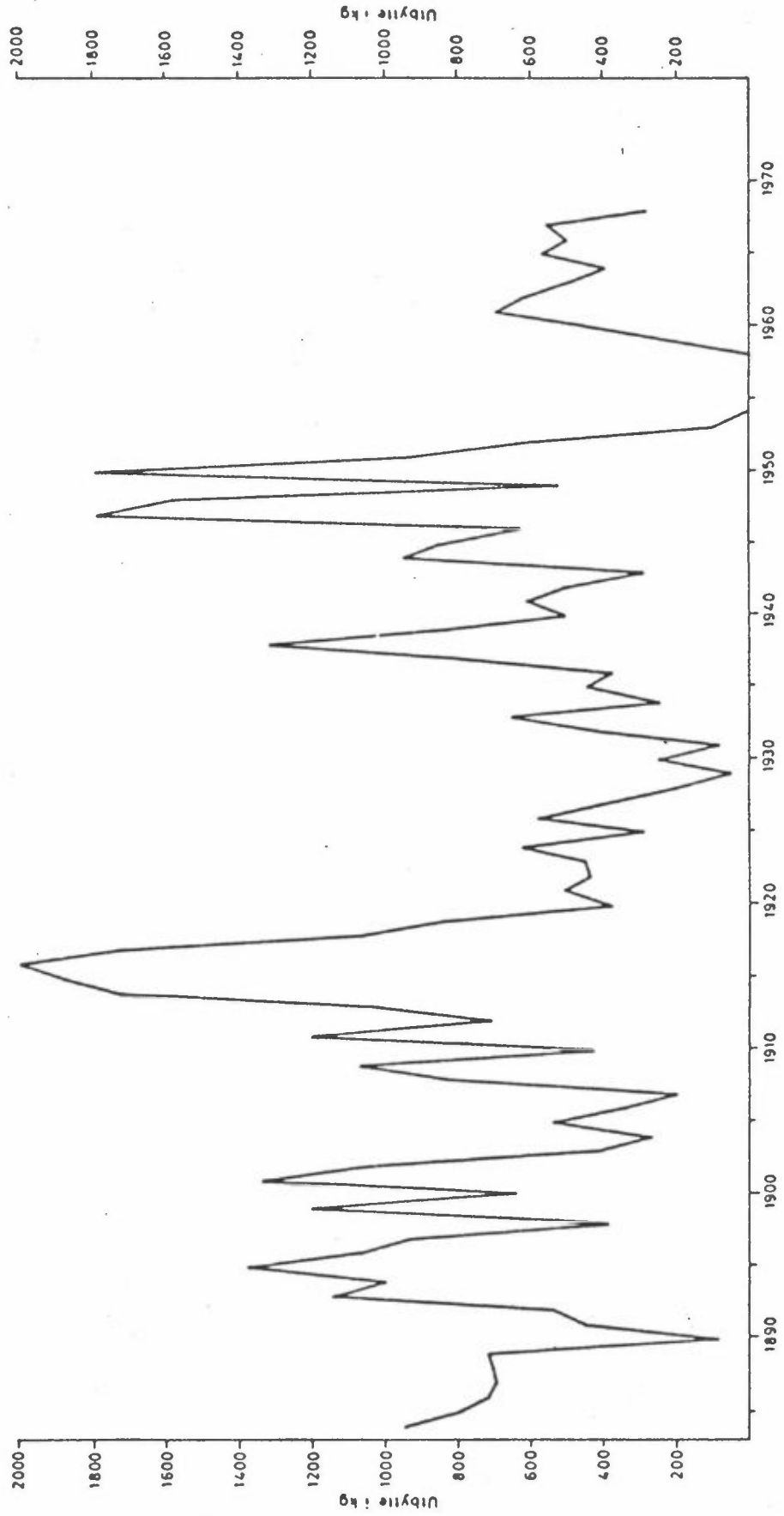
I ÅRDALSVASSDRAGET

Saksbehandler: Magne Grande
Rapporten avsluttet: Mai 1971

Tabell 1. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Årdalsvassdraget 13. - 14. oktober 1970

Lokalitet	pH	Spes.el.ledn.evne µS/cm	Hårdhet mg CaO/l	Fluorid mg F/l	Sulfat mg SO ₄ /l	Klorid mg Cl/l	Alkalitet ml N/10 HCl/l pH 4,5
Utløp fra Tyn	6,8	7,4	1,74	<0,05	2,5	0,4	0,27
Årdalselva ved utløp kraftstasjon ÅSV	6,6	8,1	1,57	0,08	2,4	0,4	0,40
Utle før samløp med Tya	6,4	15,0	3,98	0,05	2,8	0,4	0,53
Årdalselva før innløp i Årdalsvatn	6,3	11,0	3,58	0,08	<2	0,4	0,42
Fardøla	6,3	12,8	3,09	<0,05	3,2	0,4	0,55
Hæreidelva	6,3	11,6	2,58	0,06	2,8	0,6	0,42
Bekk nedenfor utslipp ÅSV	6,5	16,7	3,14	0,10	2,9	0,6	0,46
Avløpsvann ÅSV	6,3	11,7	2,75	0,14	2,4	0,4	0,38

Fig.2 Utbyttet av lakse- og sjöaurefisket i Årdalselva 1884-1968



7. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

I forbindelse med de følgende betraktninger henvises også til vår rapport 0-22/67, Undersøkelser av Årdalsvatnet som resipient for Øvre Årdal, og vannkilde for Årdalstangen Vannverk (NIVA, 1971).

De fysisk/kjemiske undersøkelser i Årdalsvassdraget har vist at vannet er svakt surt, fattig på elektrolytter (inkludert næringsalter) og humusstoffer. Innholdet av fluor varierer stort sett i området fra 0,05 - 0,1 mg F/l. Belegget på Årdalsvatnet besto vesentlig av oljeholdig sot og støv. Støvet inneholder en del fluorider. Ingen av de utførte analyser av selve vannet indikerer forurensninger som kan ha skadevirkninger overfor biologiske forhold. Sotbelegget er utvilsomt til ulempe overfor utøvelsen av fiske. Spesielle undersøkelser vil kunne gi indikasjoner om eventuelle virkninger overfor biologiske forhold.

De observasjoner som ble foretatt av fiskefaunaen ved befaringen i oktober 1970 antyder at det iallefall i Utlea var et meget lite antall gytefisk. I Årdalselva og Hæreidelva var dette vanskelig å observere. Elektrofisket i Hæreidelva resulterte i 0,7 laksefisk (sjøaure og laks) pr. løpende meter ved engangsfiske. Dette er relativt lite, idet en i vestlandselver må regne med mer enn en fisk pr. løpende meter elv. (Rosseland, pers. oppl.). Fangsten besto vesentlig av sommergammel fisk og en burde sannsynligvis ventet en noe større andel av større fisk. Årsaken til den relativt sparsomme forekomst av fisk og den utpregede dominans av sommergammel fisk kan ikke uten videre forklares. Det er mulig at den større fisken for en stor del vandrer opp i Årdalsvatnet slik at forekomstene i elva derfor blir små i kortere eller lengre perioder. Andre forhold som beskatning (av mennesker, dyr) er selvsagt av vesentlig betydning for bestandens størrelse og sammensetning.

De foretatte undersøkelser og observasjoner av fisk gir derfor ingen entydig indikasjon om skadevirkninger av forurensninger overfor fiskebestanden.

Undersøkelser av invertebratfaunaen er et meget vesentlig supplement til observasjoner av fiskeforhold. En har ikke her problemet med å vurdere beskatningens innflytelse, innsamlingen er enkel og visse grupper og arter av organismer er meget ømfindtlige overfor forurensninger. Bortsett fra den sannsynligvis rent lokale innflytelse på faunaen i Årdalselva ved ÅSV kan en

påpeke den meget sparsomme forekomst av døgnfluer (*Ephemeroptera*) i Hæreidelva. Døgnfluer ble her praktisk talt ikke funnet hverken i elva eller i fiskens mageinnhold. Flere av artene i denne organismegruppen er spesielt ømtålelige overfor forurensninger. Arten *Baetis rhodani* har vanligvis store forekomster i vestlandselver og er viktig fiskeføde. Av denne ble bare funnet meget få eksemplarer i Hæreidelva. På grunnlag av denne ene innsamling kan en imidlertid ikke trekke sikre konklusjoner om årsaken til artens sparsomme forekomst, og det er mulig at den kan henge sammen med naturlige forhold. I denne forbindelse skal nevnes at det den 25. november 1969 ble funnet et stort antall døgnfluer i elva (Steine, pers. oppl.). Forekomstene av fjærmygg var meget rik og disse dominerte også i fiskens mageinnhold.

Det skal til slutt påpekes at den bekk som renner forbi avfallshaugen på ÅSV's industriområde hadde en rik fauna såvel i kvantitativ som kvalitativ henseende.

Som helhet gir de utførte undersøkelser ingen klare indikasjoner på forurensvirkninger overfor fiskebestand og biologiske forhold forøvrig i Årdalsvassdraget.

Sotbelegget på Årdalsvatnet er utvilsomt til genanse og ulempe for fisket. Særlig er det grunn til å fremheve dette når det gjelder den rekreative side ved utøvelsen av sportfiske og virkning på bunden redskap.

8. VIDERE UNDERSØKELSER

Virkningen av forurensninger fra aluminiumsindustri overfor biologiske forhold i vassdrag i Norge er meget lite undersøkt. En har derfor ikke erfaringsmateriale å bygge på når det gjelder vurderingen av forholdene i Årdal. Både på Sunndalsøra og ved Mosjøen ligger aluminiumsverkene ved lakselver som fremdeles er meget gode (Driva og Vefsna). Bedriftene er imidlertid plassert ved elvemunningene slik at laksens gyte- og oppvekstområder ikke blir direkte berørt av avløpsvann. Atmosfæriske utslipp gjør seg imidlertid gjeldende også her.

De observasjoner som er foretatt av NIVA gir ingen entydige indikasjoner på effekter av forurensninger overfor fiskebestanden eller generelle biologiske forhold. For å påvise eventuelle slike effekter, må det foretas ytterligere undersøkelser for å supplere det materiale som foreligger. Det vil imidlertid bli meget vanskelig å kunne fastslå hva slike effekter direkte kan bety i endret avkastning av fisket, - hvis dette i det hele tatt er mulig.

I rettsbok for Indre Sogn Herredsrett, 29. januar 1970, er fremlagt et program for videre undersøkelser i vassdraget. Programmet for de biologiske undersøkelser, lyder som følger:

1. Det bør foretas analyse av næringsdyrbestanden i Hæreidelv og Årdalselv, og i Årdalsvatnet. På sistnevnte sted bør det undersøkes om den hinnen som ligger på vannet, en hinne av sot og mulige andre stoffer, har skadelig virkning f.eks. for insekter under klekking m.m.
2. Det bør også undersøkes om det kan finnes stoffer i vannet som skyldes driften av Årdal Verk eller kloakker fra bebyggelsen, og som har skadelig virkning på fisk eller næringsdyr.
3. Tettheten av småfiskbestanden i Utle, Årdalselva og Hæreidelva bør undersøkes ved el. fiske.
4. Gytebestandens størrelse bør undersøkes i Utle, og såvidt mulig i Hæreidelva.
5. Såvidt mulig bør en undersøke hva det virkelig fiskes i vassdraget.

Vi er enige i at et slikt opplegg for et videre arbeid i store trekk bør følges. Det er forøvrig ønskelig at en stilles relativt fritt med hensyn til arbeidsopplegg.

Som nevnt er det lite kjent om virkninger av forurensninger fra aluminium-industri overfor biologiske forhold i vassdrag. En eventuell undersøkelse i Årdalsvassdraget bør derfor ha interesse utenom den spesielle målsetting å tjene som grunnlag for denne rettsavgjørelse.

9. KONKLUSJON

Undersøkelser utført av NIVA i Årdalsvassdraget ved befaring 12. - 14. oktober 1970 og tidligere (NIVA, 1971) gir ingen entydig indikasjon på at forurensninger har ført til skade på fiskebestand eller biologiske forhold forøvrig i vassdraget. For å kunne trekke sikre konklusjoner om dette, ser vi det nødvendig med ytterligere undersøkelser.

Belegget på Årdalsvatnet er til ulempe for utøvelse av fiske.

---o0o---

MGr/nil

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O-90/70

HYDROBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

I ÅRDALSVASSDRAGET

1972

Saksbehandler: Magne Grande

Rapporten avsluttet: Juni 1972

Tabell 1. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Årdalsvassdraget 25. april 1971.

Lokalitet	pH	Spes. el. ledn. evne $\mu\text{S}/\text{cm}$	Hårdhet mg CaO/l	Perm. tall mg O/l	Fluorid mg F/l	Klorid mg Cl/l	Kobber $\mu\text{g Cu/l}$	Sink $\mu\text{g Zn/l}$	Aluminium $\mu\text{g Al/l}$
Tya ved utløp Kraftstasjon ÅSV	6,6	13,5	3,3	0,5	<0,1	0,4	15	<10	<50
Uta før samløp med Tya	6,7	29,5	6,3	1,4	<0,1	0,8	10	<10	50
Årdalselva før innløp i Årdalsvatn	6,4	11,0	2,4	0,6	<0,1	0,4	20	<10	50
Hæreidselva	6,3	14,0	3,0	0,7	<0,1	1,0	15	<10	50
Avløpsvann ÅSV	7,0	26,0	4,5	1,5	0,15	1,0	15	<10	100

De utførte forsøk gir ingen indikasjoner om at de fluorkonsentrasjoner som foreligger i Årdalsvassdraget (størrelsesorden $<0,1$ mg F/l) kan føre til skader overfor fiskebestanden.

5. KONKLUSJON

På grunnlag av de undersøkelser som er referert i denne og tidligere rapporter (se kap. 1. Innledning), vil vi konkludere med følgende: De utførte fysisk/kjemiske og biologiske undersøkelser gir ingen indikasjoner på at forurensninger i dag fører til skadevirkninger overfor fiskebestanden i vassdraget. Sothinnen på Årdalsvatnet er periodevis til en viss sjenanse og ulempe for utøvelsen av fisket, men har neppe noen betydning for produksjon av næringsdyr (fjærmygg).

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

O - 90/70

HYDROBIOLOGISKE UNDERSØKELSER I
ÅRDALSVASSDRAGET

Sak 11/67 A/S Årdal og Sunndal Verk -

Torstein Hjelle m.fl.

Utsatt skjønn Utle/Hæreidselven m.v.

MARS 1974

Saksbehandler: Cand.real. Magne Grande
Rapporten avsluttet mars 1974.

Tabell 1. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Årdalsvassdraget.

Prøvetakningsdatoer: 14/10-1970, 26/8 og 17/11 1971 og 25/4-1972.

1 = Middelvei, 2 = Variasjonsområde, 3 = Antall prøver.

Parameter	pH			Spes. el. ledn. e. µS/cm, 20°C			Permanganattall mg O/l			Hårdhet mg CaO/l			Fluor mg F÷/l		
Lokalitet	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tya, ved utløp fra kraftstasjon	6,6	6,5 - 6,8	4	9,5	7,4 - 13,5	4	0,5	0,2 - 0,5	3	2,5	1,7 - 3,3	2	<0,1	<0,05 - <0,1	4
Utle v. Vollidal	6,6	6,4 - 6,7	4	18,9	11,0 - 29,5	4	0,8	0,2 - 1,4	3	5,2	4,0 - 6,3	2	<0,1	<0,05 - <0,1	4
Årdalselva, ved innløp i Årdalsvatn	6,9	6,3 - 8,4	4	13,4	11,0 - 18,9	4	0,5	0,2 - 0,6	3	3,0	2,4 - 3,6	2	<0,1	0,08 - 0,11	4
Hæreidselva, ved utløp fra Årdalsvatn	6,5	6,3 - 6,8	4	12,5	10,7 - 14,0	4	0,7	0,5 - 0,9	3	2,8	2,6 - 3,0	2	<0,1	0,06 - <0,1	4

(NIVA, 0-90/70, rapport, mai 1971). Spesielle undersøkelser i april 1972 viste imidlertid at dette skyldtes en kombinasjon av drift (passiv vandring nedover vassdraget på grunn av strøm) og de forskjellige stadiers opptreden gjennom året. Ingen vesentlige forurensningseffekter overfor bunnfaunaen er således påvist på noen lokalitet i Årdalsvassdraget.

3.4 Virkning av fluor på laks.

Fluor er særlig aktuelt i forbindelse med forurensninger fra aluminiumsindustri. Det har derfor vært foretatt noen enkle tester for å studere den akutte virkning av fluor på laks. Testmetodikken er nærmere beskrevet i de enkelte delrapporter. Forsøkene viste at 21 døgn - LC_{50} var omkring 45 mg F/l i vann fra Hæreidselva og 150 mg F/l i laboratorievann. LC_{50} er definert som den konsentrasjon som dreper 50% av fisken i et bestemt tidsrom - i dette tilfelle 21 døgn. Verdiene er rent orienterende og nærmere fastsettelse av grensene krever et langt mer omfattende forsøksopplegg. Imidlertid ligger konsentrasjonene i Årdalsvassdraget såvidt mye lavere enn de antydete verdier

$$\frac{(\text{Konsentrasjon av fluor i vassdrag})}{21 \text{ d} - LC_{50}} = \frac{0,1}{45} = 0,002$$

at det ikke er grunn til å tro at det foreligger noen effekt på fisk i vassdraget.

En nylig utført undersøkelse i et norsk vassdrag synes å vise at abbor kan trives og reproducere ved fluorkonsentrasjoner i størrelsesorden 6 - 10 mg F/l. Kunstig utsatt aure trives og har vist hurtig vekst men reproduksjon er ennå ikke med sikkerhet konstatert. Manglende reproduksjon kan imidlertid her også skyldes andre årsaker.

4. SAMMENFATTENDE VURDERING AV FORURENSNINGSVIRKNINGEN PÅ FISK OG FISKET I ÅRDALSVASSDRAGET

De undersøkelser som er foretatt av NIVA tyder ikke på at en idag har forurensninger som kan føre til påviselige skader på fiskebestanden i Årdalsvassdraget. At slik skade tidligere har skjedd må imidlertid ansees som overveiende sannsynlig. Sotbelegget som

i perioder har optrådt på Årdalsvatnet og som skriver seg fra virksomheten i Øvre Årdal og på Årdalstangen er til sjenanse og ulcmpe for utøvelse av fisket. Sotbelegget ser skjemmende ut og legger seg på fiskeredskap.

I tabell 4 er det gitt en skjønsmessig oversikt over antatte tidligere og nåværende og fremtidige skadevirkninger i vassdraget som helhet som følge av forurensninger. Skaden er angitt i % av årlig fangstutbytte.

Tabell 4. Skjønsmessig beregnet skade på fisket i Hæreidselva og Årdalsvatnet som følge av forurensninger.
Skaden er angitt i % av årlig fangstutbytte.

År	Skade i %			
	Hæreids- elva	Årdals- vatnet	Årdøla	Utlå
1952	70	70	70	10
1953-59	100	100	100	30
1960	90	90	90	20
1961	80	80	80	10
1962	70	70	70	10
1963	60	60	60	10
1964	50	50	50	10
1965	40	40	40	10
1966	30	30	30	0
1967	20	20	20	
1968	10	10	10	
1969	5	5	5	
1970	5	↓	5	
1971	5		5	
1972	5		5	
1973	5		5	
1974	0		0	

Vi skal ikke her gå nærmere inn på de vurderinger som ligger til grunn for beregningene som er foretatt over tidligere skadevirkninger, men bare henviser til rettsdokumentene, spesielt fiskerisakkyndig Leiv Rosseland's vurderinger og undersøkelser.

Det er fra 1952 - 1965 også regnet med forurensningsskader i Utlea. Dette er gjort fordi det er sannsynlig at fisken, gjennom sine vandringer i Hæreidselva, Årdalsvatnet og Årdøla er blitt skadelidende som følge av forurensningene. En viss forflytning av fisk mellom de forskjellige elveavsnitt må en også regne med, slik at en redusert bestand i de øvrige vassdrag også vil føre til redusert fiskemengde i Utlea. Den fremtidige skadeprocent på 5 som er nyttet for Årdalsvatnet, skyldes belegg av sot på vannet som vil være en ulempe når det fiskes med garn og annen redskap. Forøvrig regner vi med at ÅSV for fremtiden vil holde sine utslipp under nøye kontroll, slik at disse ikke skulle kunne influere nevneverdig på fiskebestanden eller utøvelse av fisket i vassdraget.

GRA/IBO

12/3-74

APPENDIX G-IV
EFFECTS ON GARDENS

N O T A T

Oversikt over lignoser, stauder, knoller, løkplanter og sommerblomster, anbefalt til bruk i Årdal

Utvalget er prøvet vesentlig i tettstedene Øvre Årdal og Årdalstangen. Nevnte arter som forekommer utenfor disse områder er spesielt anmerket. Da lokalklima, vekstforhold og forurensingsgrad er svært forskjellig så har jeg også funnet det nødvendig å anmerke dette.

Medtatt i vurderingen er også hensyn til hardførhet og de lokale industriforurensinger. Oversikten baserer seg på iakttagelser av kommunale og private plantninger, samt naturlige forekomster der det har vært aktuelt.

Når det gjelder hardførhet så antar jeg at vi befinner oss i sone 3, og på gunstige plasser i sone 4 etter den internasjonale skala som går fra 1 til 10.

Når det gjelder forurensingen er det fluorid, tjæreavfall og svoveldioksyd som er de vesentligste hindringene for utvalget. I tillegg kommer også som vesentlige faktorer liten nedbør i vekstsesongen, liten luftfuktighet og sparsomt med snødekke.

Som hjelpemidler til navnefastsetting er brukt Hageselskapets sortsliste "Allverdens trær i norsk jord" av forstkandidat G. Hjorth.

Som supplement medfølger meteorologiske data for månedene januar og juli for bestemmelse av hardførhetssone. (I tillegg har jeg støttet meg på villforekomster av *Lilium europaea* - storbladet lind - og villforekomster av *Corylus avellana* - vanlig hassel).

Som supplement følger også noen enkelte data over industrinedfall. Her bør en legge sterkest vekt på tallene fra månedene mai og juni da opptaket i plantene er størst. Observasjonene er i tidspunktet 1965 til 1982.

Årdalstangen primo januar 1983


Einar Ellingsen
kommunegartner

Table G-6: Liste over trær anbefalt til utplanting i Årdal.

**** Svært god resistens S - Svovel
 *** God resistens F - Fluor
 ** Mindre god resistens T - Tjæreforbindelser

Latinske navn	Norske navn	S/F/T	H.sone	Merk
BARTRÆR:				
Abies concolor	Koloradogran	****	4	Utsatt for periodevis uttørking av nåler om vinteren
Abies homolepis	Nikkogran	****	4	Bare prøvet på Åtg.
Abies koreana	Koreagran	****	5	
Juniperus comm.hib.	Vanl. einer	**	2	
Juniperus squamata meyeri	Blåeiner	****	4	
Larix decidua	Europalerk	****	2	Sterke årvisse angrep av bartrelus. Sviskade på nålespiss i Ø. Årdal
Picea abies	Vanl. gran	**	5	Kun Åtg. og perifer dalstrøk
Picea omorika	Serbergran	****	4	Ikke Ø. Årdal
Pinus mugo	Buskfuru	**	2	Ikke Ø. Årdal
Sciadopitys verticillata	Skjermgran	****	5	Åtg, kun 1 eks.
LØVTRÆR:				
Acer ginnala	Sibirlønn	****	2	Ikke i nærheten av fabrikken
Acer platanoides	Spisslønn	**	3	Ikke i nærheten av fabrikken
Acer Pseudoplatanus	Platanlønn	**	5	Ikke i nærheten av fabrikken
Aesculus hippocastanum	Vanl. hestekastanje	**	3	Kun Åtg.
Alnus incana	Gråor	****	2	
Betula pubescens	Vanl. bjørk	****	2	
Betula verrucosa	Hengebjørk	****	2	
Betula verrucosa dalecarlica	Ornäsbjørk	****	2	
Betula verrucosa youngii		****	2	
Crataegus intricata		****	4	
Crataegus oxyacantha	Parkhagtorn	****	4	
Fagus silvatica	Vanl. bøk	****	4	

Table G.6: (cont.)

Latinske navn	Norske navn	S/F/T	H.sone	Merk
<i>Fagus silvatica atropunicea</i>	Blodbøk	***	4	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Vanl. ask	***	3	
<i>Juglans regia</i>	Ekte valnøtt		5-6	Kun 1 eks. i Ofredal ca 30 år gammelt
<i>Malus baccata</i>	Bærapal	***	2	
<i>Malus floribunda</i>	Roseapal	***	4	
<i>Malus x purpurea</i>	Purpurapal	***	4	
<i>Populus alba nivaea</i>	Sølvpoppel	***	3	Kun Åtg. 1 eksempl.
<i>Populus x berolinensis</i>	Berlinerpoppel	****	3	
<i>Populus x canadensis</i>	Goliatpoppel	****	3	
<i>Populus simonii fastigiata</i>		***	2	
<i>Populus tremula</i>	Osp	***	2	
<i>Populus tremula fastigata</i>	Søyleosp	***	2	
<i>Prunus avium</i>	Søtkirsebær	**	3	
<i>Prunus cerasus</i>	Surkirsebær	***	3	
<i>Prunus padus</i>	Hegg	**	3	
<i>Prunus serrulata</i>	Japankirsebær	***	5-6	
<i>Pyrus communis</i>	Pæretre	***	4	
<i>Salix alba</i>	Kvitpil	****	2	
<i>Salix alba sibirica</i>	Sølvpil	****	2	
<i>Salix alba vitellina</i>	Gullpil	***	2	
<i>Salix alba tristis</i>	Hengepil	***	2	
<i>Salix caprea</i>	Selje	***	4	
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rogn	***	2	
<i>Sorbus intermedia</i>	Svenskeasal	***	5	
<i>Tilia cordata</i>	Vanlig lind	***	3	Vill bærstand med normal tilvekst
<i>Tilia x europaea</i>	Parklind	***	3	
<i>Ulmus glabra</i>	Vanlig alm	****	4	
<i>Ulmus glabra pendula</i>	Hengealm	***	4	Kun 2 eksemplarer

Table G-6: (cont.)

<u>Prydbusker:</u>			
Latinske navn	Norske navn	S/F/T	Merk
Amelanchier leavis	Glattsøtmispel	***	
Amelanchier ovalis	Rundsøtmispel	***	
Aronia melanocarpa	Svartsurbær	***	Kun Årdalstangen
Berberis Thunbergii	Høstberberis	**	
Berberis thunbergia anropur purea	Blodberberis	***	
Buxus sempervirens	Buxbom	***	
Caragana arborescens	Sibirertebusk	***+	
Caragana arborescens pendula		***+	
Chaenomeles japonica	Liten eldkvede	**	Fryser tilbake i strenge vintre
Cornus alba sibirica	Sibirkornell	***	
Corylus avellana	Vanlig hassel	***+	
Cotoneaster praecox	Hengemispel	***÷	
Cotoneaster bullatus	Bulkemispel	***÷	Toppfryser i strenge vintr.
Cotoneaster horizontalis	Krypmispel	***	
Cotoneaster lucidus	Blankmispel	***+	
Crataegus intricata	Amerikahagtorn	***+	
Daphne mezereum	Vanlig tysbast	***	
Diervilla sessilifolia		**	
Elaeagnus Commutata	Vanlig sølvbusk	***	Kun prøvet på Årdalstangen
Euonymus europaeus	Vanlig beinved	***	
Forsythia ovata robusta	Marsgullbusk	***	Noe fluorskadet i Ø.Årdal
Hippophae Rhamnoides	Tindved	***	
Hydrangea arborescens	Hortensia	***	
Kolkwitzia amabilis	Fagerbusk	***	
Laburnum watererii	Hybridgullregn	***	
Lonicera coerulea	Blåleddved	**	Kun på god avst. fra fabr.
Lonicera involucrata		***	Får noe fluorskade i mai/jun men ingen merkb. skade senere
Lonicera korolkowi zabelii		***	Får frostsks. ved tidlig løvspring
Lonicera tatarica	Tatarleddved	***	" " " "
Malus zargentii	Sargentåpal	***÷	Forfryser i strenge vintr.
Philadelphus coronarius	Duftskjærsmine	***	
Prunus triloba	Rosenmandel	***	
Ribes alpinum	Alperips	***	

Table G-6: (cont.)

Latinske navn	Norsk navn	S/F/T	Merk.
<i>Sambucus racemosa</i>	Rødhyll	***	
<i>Sorbaria sorbifolia</i>	Vanlig rognspirea	**	Nøe fluorskadet
<i>Spiraea x arguta</i>	Brudespirea	***	
<i>Spiraea x bumalda</i>	Rosespirea	***	
<i>Spiraea x cinerea</i>	Grefsheim	***+	
<i>Spiraea x vanhouttei</i>	Gentspirea	**	
<i>Stephanandra incisa crispa</i>		***	
<i>Syringa amurense</i>	Amursyrin	***	Nøe fluorskadet
<i>Syringa x chinensis saugeana</i>	Kinasyrin	***	
<i>Syringa reflexa</i>	Nikkelsyrin	***	
<i>Syringa vulgaris</i>	Vanlig syrin	***	Sterke angrep av syrin- møllarver
<i>Viburnum fragrans</i>	Marskrossved	***	
<i>Viburnum lantana</i>	Filtkrossved	**	
<i>Viburnum opulus roseum</i>	Snøballkrossved	***	
<i>Weigela</i>	Klokkebusk	***	

Table G-6: (cont.)

<u>Klatre- og slyngplanter</u>			
Latinske navn	Norske navn	S/F/T	Merk.
Clematis x jackmanii	Klematis	***	
Hydragea anomala ssp petiolaris	Klatrehortensia	***÷	Noe fluorskade på bladspiss
Polygonum baldschuanicum	Klatreslireнке	***	
Lonicera caprifolium	Kaprifol	***	
Parthenocissus quinquefolia	Klatrevillvin	***+	
Parthenocissus tricuspidata	Rådhusvillvin	***+	
<u>Roser:</u>			
<u>Klatreroser, engangsblomstrende</u>			
Flammentanz		***	Blomstrer rikt
Polstjärnan		***	" "
<u>Gjenblomstrende:</u>			
Blaze		***	
Golden showers		***	
Hamburger Phønix		***	
Heidelberg		**	
New Dawn		***+	
Symphatie		**	
<u>Buskroser, engangsblomstrende</u>			
Hurdalsrose		***	Blomstrer rikt
Maiden blush		***	
Mme. plantier		***	
Rosa hugonis		***	Blomstrer rikt
Rosa moyesii		**	
Rosa nitida		***	
Rosa callica splendens		***	
<u>Gjenblomstrende:</u>			
Aloha		***+	
Buismans triumph		***	
Dornrøschén		***+	Blomstrer rikt
Elmshorn		***+	" "
F.J. Grootendorst		***+	
Hansa		***+	
Moje Hammarberg		***+	

Table G-6: (cont.)

Latinske navn	Norske navn	S/F/T	Merk.
Nevada		**	Blomstrer rikt
Pintk Grootendorst		***	Sviskade på bladverk
Rosa rugosa		***	Periodevis sviskade på bladverk mai/juni
Blance double de coubert		***	
Schneezweg		***	
Dr. Eckener		***	Sparsom blomstring
Agnes		***	
Wilhelm		***	
Goldstuck		***	Blomstrer rikt
<u>Stilkroser:</u>			
Ena Harkness		***+	
Peace		***+	
Pink Peace		***+	
Per Gynt		***	
Queen Elisabeth		***+	
Super Star		***:	
<u>Klaseroser:</u>			
Alain		***	
Allgold		***+	
Helsingør		***	
Joseph Guy		***	
Nina Weibull		***+	Den beste klaserose vi har prøvet
Tom Tom		***	
<u>Stauder:</u>			
Achillea	Ryllik	***	
Anemone pulsatilla	Stor kubjelle	***	
Aquilegia	Akeleie	***	
Arabis caucasica	Hageskrinnblom	***	
Armeria maritima	Fjørekoll	**	
Astibex arendsii	Spirblom	***	
Aubrieta x cultorum	Hageblåpute	***	
Caltna palustris	Soleihov	***	Periferisk villforekomst, ikke sviskadet
Chrysanthemum coccineum	Rosekrage	***	
Chrysanthemum maximum	Kjempekrage	***	

Table G-6: (cont.)

Latinske navn	Norske navn	S/F/T	Merk.
Dicentra formosa	Småhjerte	***	
Dicentra spectabilis	Løytnanthjerte	***	
Doronicum caucasicum	Smågullkorg	****	
Geum heldreichii	Humbleblom	****	
Hemero callis hybrida	Daglilije	***÷	Litt svisk. i bladspiss
Hosta fortunei	Breibladlilije	**÷	Noe " " "
Hosta fortunei aureomarginata		***	
Iris germanica	Hageiris	***	
Liatris spicata	Vanlig søyleblom	**	" " " "
Lysimachia nummularia	Krypfredløs	***	
Lysimachia punctata	Fagerfredløs	**	" " " "
Peonia officinalis	Bondepeon	***	Litt " " "
Papaver orientale	Praktvalmue	***	
Papaver nudicaule	Sibirvalmue	***+	
Phlox subulata	Vårfloks	***	
Phlox paniculata	Høstfloks	**	Noe " " "
Primula elatior	Hagenøkleblom	***	
Primula x pubescens	Aurikkel	***+	
Saxifraga x arendsii	Hagesildre	***+	
Sedum spurium	Gravbergknapp	***+	
Solidago x hybrida	Hagegullris	***+	
Trollius x cultorum	Hageballblom	***+	
Viola cornuta	Hagefiol	***	
<u>Knoller og løk:</u>			
Crocus aureus	Gul krokus	**	Går ut som regel etter 1 år i Øvre Årdal
Crocus vernus	Vårkrokus	**	" " " " "
Fritillaria imperialis	Keiserkrone	**	Store svisk. i bladspiss
Fritillaria meleasris	Kongekrone	**+	
Galanthus nivalis	Snøklokke	**+	
Muscari botryoides	Krydderperleblom	***	
Narcissus x pseudonarcissus	Påskelilje	***	
Narcissus x poeticus	Pinselilje	***+	
Puschinia scilloides	Stjernevårpryd	***	
Scilla sibirica	Russeblåstjerne	***	
Tulipa fosteriana	Ildtulipan	***+	
Tulipa greigii	Flekktulipan	***+	
Tulipa kauffmaniana	Nøkk	***+	

Table G-6: (cont.)

Latinske navn	Norske navn	S/F/T	Merk
Tulipa preastans Hydridtulipaner		****+ ***	Små svi- og tørkesk. i bladsp. Gruppene dob.tidl. hendel, triumph, darwin og lilieal. tulipaner
<u>Sommerblomster:</u>			
Ageratum houstonianum	Vanlig blåkorg	**	Noe fluorsk. nær fabr.
Althaea x cultorum	Hagestokkrose	***	
Amaranthus caudatus	Reveamarant	***	
Antirrhinum majus	Prydløvemunn	***	
Calceolaria integrifolia	Hagetøffel	****+	Tilsynel. meget fluor-resist.
Calendula officinalis	Ringblom	***	
Centaurea cyanus	Kornblom	***	
Chrysanthemum carinatum	Ringkrage	****+	" " "
Chrysanthemum coronarium	Kronkrage	****+	" " "
Chrysanthemum frutescens	Margerit	****+	" " "
Clarkia unguiculata	Hageklarkia	***	
Coreopsis basalis	Glansøye	***	
Cosmos bipinnatus	Pyntekorg	****+	" " "
Dahlia x cultorum	Hagegeorgine	***	
Dianthus cariophyllus	Hagenellik	****+	" " "
Dianthus chinensis	Kinesernellik	****+	" " "
Dimorphotheca pluvialis	Spåkappblom	***	
Dimorphotheca sinuata	Gullknappblom	***	
Dorotheanthus bellidiformis	Middagsblom	***	
Fuchsia x hybrida	Edeltåre	***:	Noe fluorsk. på bladsp.
Godetia amoena	Atlasblom	***	
Helianthus annuus	Solsikke	***	
Kochia scoparia tricophylla	Vanlig syppresse- melde	***	
Lathyrus odoratus	Blomsterert	***	
Lavatera trimestris	Hagepoppelrose	****+	Tilsynel. meget fluor-resist. Av de aller beste
Lobelia erinus	Hagelobelia	***	
Lobularia maritima benthamii	Smådodre	***	" " " " "
Malope trifida	Sommerstokkrose	***	

Table G-6: (cont.)

Latinske navn	Norske navn	S/F/T	Merk.
<u>Sommerblomster:</u>			
Nemesia strumosa	Vanlig nemesia	***	
Nicotiana alata	Prydtobakk	***	
Pelargonium x hortorum	Hagepelargonium	***+	Tilsynel. meget fluorresist.
Pelargonium x peltatum	Hengepelargonium	***+	" "
Petunia x hybrida	Praktpetunia	***	
Phlox drummodii	Sommerfloks	***+	Tilsynel. meget fluorresist. Av de aller beste
Salpiglossis sinuata	Prakttrompet	***	Blomstrer dårlig ved langvarig nedbør
Tagetes erecta	Storfløyelsblom	***÷	Noe fluorsk. nær fabr.
Tagetes patula	Sprikefløyelsblom	***	
Tagetes tenuifolia	Signetfløyelsblom	***	
Tropaeolum majus	Vanlig blomkarse	***	
Verbena blegance asperata		***	
Verbena x hybrida	Hagejernurt	***	
Viola x wittrockiana	Hagestemorsblomst	***+	Tilsynel. meget fluorresist. Av de aller beste
Zinnia elegans	Breizinnia	***÷	Går bra i gode somrer

APPENDIX G-V

SOCIAL CONSEQUENCES

In 1970 a large study was carried out in Årdal by the Institutt for Sosiologi, Universitetet i Oslo and the Norsk Institutt for By- og Regionforskning, that was called the Årdalprosjektet. This study resulted in the publication in 1973 of eight reports whose table of contents are reproduced here.

Storbedriftsinitiativet

Wikanindistriktet

EN ANALYSE AV BERETNINGEN OM Å ETABLIERE ÅRDAL VERK 1945/46

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	
INNLEDNING	1
I ARDAL I SOGN. JORDBRUKSBYGD, ANLEGGSTED, INDUSTRISAMFUNN	5
II NORGE 1945-47 NÆRINGSPOLITISKE SKISSE	19
1. Innledning	19
2. Sysselsettingsutviklingen og forholdene på arbeids- markedet	22
3. Forholdet mellom næringene og DMA's syn på næringslivets organisering	29
4. "Flukten fra landsbygda" som politisk konflikttema	37
III BESLUTNINGSFORLØPET FOR ETABLERING AV ARDAL VERK 1945-46	48
1. Innledning	48
2. Første fase: sommeren 1945 Opptakt, - utredninger og premisser	49
3. Andre fase: høsten 1945. Kamp om kraften. Pressedebutt om anleggets skjebne	52
4. Tredje fase: vinteren 1946. Aktivitet i departe- mentene. Tiltakende pressgruppevirksomhet	56
5. Fjerde fase: våren 1946. Proposisjon fremmes Parlamentarisk forspill Brofoss dissen- terer	64
6. Femte fase: sommeren 1946. Avgjørelsen faller	72
7. Sjette fase: høsten 1946. Reaksjoner på vedtaket "Trust-framstøt"	79
IV OPPSUMMERING: HVORFOR BLE ARDAL VERK REIST?	83
KILDER	89

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD

Kap. 1 INNLEIING s. 1

Kap. 2 UNDERSØKELSENS METODER OG METODERPROBLEMER s. 8

- 2.1. Arbeidsmiljø-undersøkelsen s. 8
- 2.2. Skift-undersøkelsen s. 14
- 2.3. Lokalsamfunn-undersøkelsen s. 16
- 2.4. Om bruken av materialet s. 18
- 2.5. Annet materiale som er blitt brukt s. 18
- 2.6. Skjematisk oversikt over de forskjellige undersøkelser s. 19
- 2.7. En kommentar om innhenting av helsedata s. 20
- 2.8. Tabell-forklaring s. 26
- 2.9. Litt om presentasjon av materialet s. 28

Kap. 3 ARDAL: BEDRIFTEN OG SAMFUNNET s. 29

- 3.1. Litt historikk s. 29
- 3.2. Produksjon av aluminium s. 30
- 3.3. De ansatte på Verket s. 32
- 3.4. Helseproblemer og yrkesvalgheining s. 34
- 3.5. Lønnsforhold s. 35
- 3.6. Utenfor bedriften s. 35
- 3.7. Boliger s. 37
- 3.8. Verkets betydning s. 37

Kap. 4 FORSKJELIGE GRUPPERS BOLIG-, ARBEIDS- OG HELSEFORHOLD s. 38

- 4.1. Boligforholdene s. 38
- 4.2. Arbeidet og det materielle og sosiale arbeidsmiljøet s. 40
 - A. Temperaturforhold s. 41
 - R. Luftforhold s. 42
 - C. Støy s. 43
 - D. Plassforhold s. 43
 - E. Sammenfatning av det fysiske arbeidsmiljøet s. 44
 - F. Fysisk trettende arbeid s. 46

Arbeid og helse
på Ardal Verk

Publisert av 1

- G. Bundethet i jobben s. 47
- H. Dårlig fysisk arbeidsmiljø og fysisk slitent arbeid s. 48
- I. Interessant arbeid s. 49
- J. Enformig arbeid s. 49
- K. Vurderinger av jobben s. 50
- L. Det sosiale miljøet i avdelingen s. 52
- M. Bedriftens behandling av de ansatte s. 52
- N. ASV en sikker arbeidsplass? s. 53
- O. Jobbene utsatt når det gjelder helseskader? s. 53
- P. Kort oppsummering s. 55

4.3. Helseproblemer blant de ansatte s. 57

- A. Magelidelser s. 58
- B. Nervøsitet s. 59
- C. Astma, bronkitt, halskatarr s. 60
- D. Allergi s. 61
- E. Hodpine s. 62
- F. Isjias, lumbago, vondt i rygg, armer, bein s. 63
- G. Dårlig hørsel s. 65
- H. Avtall lidelser s. 66
- I. Skiftet arbeid pga. helse s. 67
- J. Kort oppsummering s. 68

4.4. Fritidsbruk s. 69

- A. Sliten etter arbeidsdagen? s. 69
- B. Aktiv eller passiv bruk av fritid s. 70
- C. Deltakelse i foreningslivet s. 71

4.5. Sammenlikninger mellom 2 bedrifter i 2 lokalsamfunn s. 72

- A. De ansatte; alder og ansiennitet s. 73
- B. Boligforhold s. 74
- C. Arbeidsforhold s. 74
- D. Helsetilstand s. 78

4.6. Sammenlikninger mellom ASV-ansatte og andre yrkesaktive i Ardal s. 83

- A. Helseproblemer s. 83
- B. Sliter arbeidet på helse? s. 84

4.7. Husmødrenes helsetilstand og de yrkesaktive s. 85

- 4.8. Oppsummering og kommentar s. 95

Kap. 5 SKIFTARBEID s 97

5.1. Innledning s. 97

5.2. Sjøvn og biologiske døgnrytmer s. 101

5.3. Boligforhold s. 102

- A. Boligene s. 102
- B. Behov for hensyn fra familien s. 104
- C. Botetthet og støyforhold s. 104

- 5.4. Sosiale døgnrytmer s. 107
- 5.5. Innvirkning på familieliv og fritid s. 109
 - A. Skiftarbeid og familie s. 109
 - B. Skift og fritid s. 111
- 5.6. Skiftarbeidernes arbeidsforhold s. 117
- 5.7. Sjøvn og omstilling av døgnrytmen s. 119
 - A. Omstilling av døgnrytmen s. 119
 - B. Sjøvn s. 121
 - C. Bolig og søvn s. 124
 - D. Sjøvn, familie og helse s. 125
- 5.8. Helsetilstanden blant skiftarbeidere s. 130
 - A. Lidelser i mage-tarmkanalen s. 131
 - B. Nervøse plager s. 132
 - C. Hodpine s. 133
 - D. Bolig-, familieforhold og helse s. 134
 - E. Enkelte lidelsers relasjoner til skiftene s. 135
 - F. Sammenlikning mellom skift- og dagarbeiderne på Verket med hensyn på helsetilstand s. 137
 - G. Oppsummering s. 141
- 5.9. En sammenlikning mellom Ardal Verk og Hunsfos s. 143
 - A. Boligforhold s. 143
 - B. Skift og fritid s. 144
 - C. Sjøvn og omstilling av døgnrytmen s. 146
 - D. Helsetilstand s. 148
- 5.10. Hvilken arbeidstid foretrekkes? s. 150
- 5.11. Oppsummering s. 157

Kap. 6 SLUTTORD s. 159

APPENDIX I Intervjuuskjemmet som ble brukt i arbeidsmiljø-undersøkelsen.

APPENDIX II Intervjuuskjemmet som ble brukt i skift-undersøkelsen.

APPENDIX III Utdrag av spørreskjemaet som ble brukt i lokalsamfunnundersøkelsen.

APPENDIX IV Litteratur-referanser.

Bolig- og arbeidsforhold i Årdal

INNHOOLD

	side
FORORD	3
INNHOOLD	5
LISTE OVER TABELLER	7
LISTE OVER FIGURER	12
Kap. 1 INNLEDNING	1-1
1.1 Innholdet i rapporten	1-1
1.2 Trivsel som forskningsemer	1-4
1.3 Datainnsamling og metodeproblemer	1-7
1.4 Gjennomføringen av intervjuene	1-12
Kap. 2 ARDALS BELIGGENHET, HISTORIE OG BEFOLKNING	2-1
2.1 Topografi og klima	2-1
2.2 Næringsgrunnlag, historie og befolkning	2-4
2.3 Befolkningens alder og kjønn	2-6
2.4 Sivilstand og husholdningssammensetning	2-9
2.5 Oppvekststed og tid i Årdal	2-10
Kap. 3 YRKESLIV OG ARBEIDSFORHOLD	3-1
3.1 Sysselsettingen	3-1
3.2 Vurderinger av arbeidsforholdene	3-8
Kap. 4 BOLIGENE I ÅRDAL	4-1
4.1 Boligmarkedet	4-1
4.2 Boligområder og bustyper	4-2
4.3 Boligstørrelse og trengbodddhet	4-8
4.4 Vurderinger av boligene	4-13
4.5 Boligene til ulike grupper av befolkningen	4-17
4.6 Miljøforhold i boligområdene	4-22
4.7 Vurderinger av boligområdene	4-26
4.8 Befolkningens fordeling på boligområdene	4-34
4.9 Kriterier ved vurdering av boligområder	4-36
4.10 Vurderinger av mulige nye boligfelt i Årdal	4-39

side

LISTE OVER TABELLER

	side
Kap. 5 KOMMUNIKASJONER OG OMGIVELSER	
5.1 Interne kommunikasjoner	5-1
5.2 Forbindelsen med omverdenen	5-1
5.3 Reisesønstet	5-2
5.4 Isolasjon	5-6
5.5 Reaksjoner på omgivelsene	5-12
	5-16
Kap. 6 FRITID OG FRILUFTSLIV	6-1
6.1 Hva er fritid?	6-1
6.2 Friluftslivet i Ardal	6-2
6.3 Organisasjonsdeltagelse	6-17
6.4 Andre fritidsaktiviteter	6-22
Kap. 7 TRIVSEL OG FLYTTEPLANER	7-1
7.1 Flyttetilbøyelighet	7-1
7.2 Hvem trives godt og hvem trives dårlig?	7-6
Kap. 8 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	8-1
8.1 Arbeidssituasjonen	8-1
8.2 Boligsituasjonen	8-2
8.3 Kommunikasjoner og omgivelser	8-3
8.4 Fritidsbruk	8-4
8.5 Helhetsvurderinger	8-5
Tabell	
1.1 Intervju og frafall. Hoved- og ungdomsmaterialet	1-12
1.2 Grunner til frafall etter kjønn. Hele materialet	1-13
1.3 Frafallsprosent etter alder. Hele materialet	1-14
2.1 Informantene etter alder og kjønn pr. 31.12.1970	2-8
2.2 Ugifte i Ardal etter alder og kjønn pr. 31.12.1969	2-9
2.3 Husholdningene etter type	2-10
2.4 Innflyttere til Ardal etter oppveksted og innflyttingsår	2-11
2.5 Informantene etter kjønn, sivilstand og oppveksted	2-13
3.1 Yrkesaktive i Ardal etter næring	3-1
3.2 Informantene etter yrke og kjønn	3-4
3.3 Yrkesaktive menn etter yrke og alder	3-5
3.4 Yrkesaktive kvinner etter yrke og alder	3-6
3.5 Informantene etter yrke og oppveksted	3-7
4.1 Botetthet etter husholdningstype	4-11
4.2 Andel som nevnte ulike ulemper ved sin bolig	4-13
4.3 Andel som nevnte ulemper ved sin bolig etter hustype	4-15

	side		side		
4.4	Vurdering av boligen etter hustype	4-15	5.5	Andel som følger seg innestengt etter kjønn og alder	5-14
4.5	Botetthet etter hovedpersonens yrke	4-18	5.6	Andel som følger seg innestengt etter oppvekststed og alder	5-14
4.6	Fordeling på hustyper etter hovedpersonens yrke	4-20	5.7	Reisehyppighet ut av Ardal etter følelse av å være innestengt der	5-16
4.7	Andel som er plaget av forurensning der de bor etter bosted	4-23	5.8	Reaksjon på topografien etter oppvekststed og alder	5-20
4.8	Foretrukket boligområde etter bosted	4-30	5.9	Reaksjon på topografien etter alder og yrke	5-21
4.9	Vurdering av eget boligområde etter bosted	4-31	5.10	Reaksjon på topografien etter oppvekststed og yrke	5-22
4.10	Vurdering av eget boligområde etter boligområde	4-31	5.11	Andel som er plaget av nervøse sykdommer eller lidelser etter reaksjon på topografien	5-23
4.11	Foretrukket boområde i og ved Øvre Ardal for dem som helst vil bo i et annet område enn de nå gjør	4-32	6.1	Bruken av de hyttene som ligger i Ardal	6-3
4.12	Foretrukket boområde i og ved Ardalstangen for dem som helst vil bo i et annet område enn de gjør nå	4-33	6.2	Deltakelse i noen friluftaktiviteter i Norge i 1969-70	6-6
4.13	Husholdningenes fordeling på bosteder etter hovedpersonens yrke	4-34	6.3	Deltakelse i friluftsliv i Ardal etter aktivitet og alder	6-7
4.14	Samlet inntekt for intervjupersonene med ektefelle etter bosted	4-35	6.4	Deltakelse i friluftsliv etter aktivitet og kjønn	6-9
4.15	Vurdering av mulige nye boligfelt	4-40	6.5	Mennenes deltakelse i friluftsliv etter aktivitet og yrke	6-11
4.16	Vurdering av mulige nye boligfelt etter nåværende bosted	4-41	6.6	Kvinnenes deltakelse i friluftsliv etter aktivitet og yrke	6-12
4.17	En del begrunnelser for vurdering av boligfelt fordelt etter boligfelt	4-42	6.7	Deltakelse i friluftsliv etter aktivitet, alder og eiendom av hytte i Ardal	6-13
5.1	Betydning av helårs veiforbindelse med resten av Sogn, etter oppvekststed	5-4	6.8	Deltakelse i friluftsliv etter aktivitet, kjønn, alder og eiendom av bil	6-14
5.2	Betydning av helårs veiforbindelse med resten av Sogn, etter alder	5-5	6.9	Deltakelse i friluftsliv etter aktivitet, alder og reaksjon på topografien rundt Ardal	6-16
5.3	Preferert veivalg for helårsvei vestover	5-6			
5.4	Reisehyppighet ut av Ardal i 1970	5-11			

	side
6.10 Deltakelse i møter og kurs etter alder	6-18
6.11 Møte- og kursdeltakelse etter kjønn og sivilstand	6-19
6.12 Møte- og kursdeltakelse etter yrke	6-19
6.13 Medlemskap i foreninger etter yrke og foreningstype	6-20
6.14 Tillitsvern fordelt etter yrke og foreningstype	6-22
6.15 Kafébesøk etter alder	6-23
6.16 Kirkebesøk etter alder	6-23
6.17 Interesse for teater og konserter etter yrke	6-24
6.18 TV-titting etter alder	6-25
6.19 TV-titting etter yrke	6-26
6.20 Avislesing etter oppvekststed og utgivelsessted	6-27
6.21 Avislesing etter yrke og utgivelsessted	6-27
7.1 Flyttetilbøyelighet etter alder	7-2
7.2 Andel med flytteplaner etter alder og oppvekststed	7-3
7.3 Flyttetilbøyelighet blant menn etter yrke	7-4
7.4 Flytteplaner og trivsel i Ardal	7-5
7.5 Trivsel i Ardal etter alder	7-7
7.6 Trivsel i Ardal etter alder og kjønn	7-7
7.7 Trivsel i Ardal etter alder og oppvekst	7-8
7.8 Trivsel i Ardal etter kjønn og oppvekst	7-9
7.9 Yrkesaktives trivsel i Ardal etter vurdering av eggt arbeid	7-9
7.10 Menns trivsel i Ardal etter yrke	7-10
7.11 Yrkesaktives trivsel i Ardal etter arbeidssted	7-11
7.12 Trivsel i Ardal etter vurdering av egen bolig	7-11
7.13 Trivsel i Ardal etter alder og følelse av å være innestengt der	7-13
7.14 Trivsel i Ardal etter reaksjon på topografien	7-13
7.15 Trivsel i Ardal etter alder og reisehyppighet ut av kommunen	7-15
7.16 Husmødres trivsel i Ardal etter alder og deres ønske om å gå ut i arbeidslivet	7-16

LISTE OVER FIGURER

	side
Figur	
2.1 Ardal og omegn. Topografi	2-0
2.2 Kjemnehørende folkemengde i Ardal 1946-70	2-5
2.3 Befolkningen i Ardal og i riket etter alder og kjønn ved folketellingen i 1960	2-6
2.4 Befolkningen i Ardal og i riket etter alder og kjønn pr. 31.12.1969	2-7
2.5 Informantene etter oppvekststed	2-11
2.6 Informantene etter kjønn og oppvekststed	2-13
3.1 Andel som nevnte positive og negative sider ved sitt arbeid etter yrke	3-9
3.2 Andel som bruker positive og negative utsagn til å karakterisere sin jobb etter yrke	3-12
3.3 Tilfredshet med arbeidssituasjonen etter yrke	3-13
3.4 Andel som kunne tenke seg å ta annet arbeid enn det de har etter yrke	3-14
4.1 Boligområdene i Øvre Ardal	4-3
4.2 Boligområdene på Ardalstangen	4-5
4.3 De bosattes fordeling på hustyper	4-6
4.4 Befolkningens fordeling på hustyper i andre norske byer og tettsteder	4-7
4.5 Husholdninger/informanter etter antall rom i deres bolig. I riket, på mellomstore tettsteder og i Ardal	4-9
4.6 Tetthet i riket, på mellomstore tettsteder og i Ardal	4-10
4.7 Fordeling på hustyper etter husholdningstype	4-22
4.8 Andel i de ulike boligområdene i Øvre Ardal som helst vil bo i sitt nåværende boligområde	4-28
4.9 Andel i de ulike boligområdene på Ardals-tangen som helst vil bo i sitt nåværende boligområde	4-29
4.10 Viktige forhold ved planleggingen av nye boligområder i Ardal	4-37
5.1 Ardal og omegn. Kommunikasjoner	5-0
5.2 Reisehyppighet mellom Øvre Ardal og Ardals-tangen etter kjønn, alder, yrke og oppvekststed	5-8
5.3 Besøk til utvalgte steder utenfor Ardal i 1970	5-9
5.4 Reisehyppighet ut av Ardal etter kjønn, alder, yrke og oppvekststed	5-12
5.5 Andel som føler seg innestengt etter kjønn, alder, yrke og oppvekststed	5-13
5.6 Frekvenser for bruk av ulike ord til å karakterisere Ardals topografi	5-17
5.7 Reaksjonene på Ardals topografi etter alder, kjønn og oppvekststed	5-19
6.1 Deltakelse i friluftaktiviteter i Ardal	6-5

Storbedrift i et utkantdistrikt

EN ANALYSE AV BEDRIFTS-
OG SYKESSTABILITET I ÅRDAL OG
ÅRDALSVERK (1976-77)

INNHOLD

	Side
FORORD	III
INNHOLD	IV
TABELLFORTEGNELSE	VI
FIGURFORTEGNELSE	VII
I INNLEDNING	1
II NORSKE ENSIDIGE INDUSTRISTEDER. NOEN HOVEDTREK	5
III -ÆRINGSLIV OG BOSETTING I SOGN OG FJORDANE OG I INDBRE SOGN	14
IV SYSSELSETTING VED ÅRDAL VERK, NOEN PERSPEKTIVER	24
V ARBEIDSKRAFTREKRUTTERINGEN TIL ÅRDAL VERK I FUGLE- PERSPEKTIV	30
VI MOBILITETS- OG STABILITETSSKAPENDE FAKTORER	54
VII BEDRIFTSKJERNEN VED ÅRDAL VERK	68
VIII AVSLUTNING	74
LITTERATUR	80

TABELLER

	Side
1. Folkemengdens utvikling i Sogn og Fjordane og Norge 1801-1970	14
2. Fødtte, døde, nettoutflytting og befolkningsvekst i Norge og Sogn og Fjordane 1946-70	16
3. Yrkesaktive fordelt på næringsgrupper. Sogn og Fjordane og Norge 1950, 1960 og 1970	18
4. Folkemengdens utvikling i kommuner i Indre Sogn, og distriktets relative andel av folketallet i fylket 1930-1970 ..	20
5. Yrkesaktive fordelt på næringsgrupper i Luster, Sogndal, Årdal og Leikanger 1970	21
6. Jordbrukets relative andel av sysselsettingen i kommuner i Indre Sogn 1950 og 1960	22
7. Flyttinger fra omegnsregionen til Årdal i prosent av total utflytting 1946-1960	42
8. Fast ansettelse ved Årdal Verk 1946-71 etter hjemsted	43
9. Rekruttering til Årdal Verk etter ansettelsesperiode og hjemsted	44
10. Oppholdssted ved ansettelse for fast ansatte ved Årdal Verk etter hjemsted 1946-1971	45
11. Siste yrke før ansettelse ved Årdal Verk for fast ansatte, etter ansettelsesperiode	46
12. Ansatte ved Årdal Verk under 25 år ved ansettelse, etter hjemsted og ansettelsestidspunkt	48
13. Første jobb ved Årdal Verk	49
14. Ansettelsestid for fast ansatte ved Årdal Verk etter ansettelsesår 1946-1971	52
15. Fast ansatte i tre treårs-perioder etter ansettelseslengde.	58
16. Ansatte i årene 1947-49 etter hjemsted og varighet i tilknytning til bedriften	60
17. Ansatte i årene 1959-61 etter hjemsted og varighet i tilknytning til bedriften	61
18. Nyansatte i årene 1968-70 etter hjemsted og varighet i tilknytning til bedriften	61
19. Nyansatte i årene 1947-49 etter alder ved ansettelse og tilknytning til bedriften	62
20. Nyansatte i årene 1959-61 etter alder ved ansettelse og tilknytning til bedriften	63
21. Nyansatte i årene 1947-49 etter siste yrke før ansettelsen og tilknytning til bedriften	64

	Side
22. Nyansatte i årene 1959-61 etter siste yrke før ansettelsen og tilknytning til bedriften	65
23. Nyansatte i årene 1968-70 etter siste yrke før ansettelsen og tilknytning til bedriften	65
24. Første yrke ved Årdal Verk for veteraner og stabile	71

FIGURER

1. Sogn og Fjordane med kommunegrensler	15
2. Sysselsettingsutviklingen ved Årdal Verk i perioden 1946-1971	32
3. Antall tonn råaluminium produsert pr. ansatt 1948-1971	33
4. Befolkningsutviklingen i Årdal og sysselsettingsutviklingen ved Årdal Verk 1950-1970	34
5. Fast ansatte og totalt antall ansatte ved Årdal Verk 1950-1971 etter ansettelsesår	39
6. Total gjennomtrekk og kvalifisert gjennomtrekk ved Årdal Verk 1950-1971	51

Engerasjons samfunnet

EN SOSIOLOGISK STUDIE
I NORSK DISTRIKTPOLITIKK



INNHOLDSFORTEGNELSE.

INNLEDNING:

KAPITTEL 1: Ardal 1
Og industrien kom til bygda 3
a/s Ardal og Sundal verk 4
Idealer og etterprøving 6
Lettingen etter en målestokk 9
Alternative muligheter og mobilitets-
potensial 16
Forskningsstrategi 18
Ardal som eksperiment 20

KAPITTEL 2: Sosiologi og lokalsamfunnsforskning 21
Problemløsering 21
Det sosiologiske 24
Metode 27
Datainnsamling 28
Intervjuundersøkelser 29
Skolestilene 30
Deltakende observasjon 39
Andre datakilder 40

Del 1, Ungdom, arbeid og bosetting:

KAPITTEL 3: Industri- og lokalsamfunnet 42
Ardal verk - produksjon av aluminium 43
Lønnsnivå 46
Ungdommen og verket 46
Arbeidstilbud utenom Verket, -
jentes problemene 54

X KAPITTEL 4:

Yrkesønskener og virkelighet 58
Yrkesønskener og yrkeskARRIERER I Ardal 58
Yrkesønskernes lokale uavhengighet 64
Yrkesmobilitet og sosial lagdeling 68

— KAPITTEL 5:

Storsamfunn og lokalsamfunn 76
Sentrum og periferi 78
Verdihold og påvirkningsformer 80

Skolens rolle	83
Ungdom og storbyromantikk	87
Konformitetspress og konflikt	92
KAPITTEL 6: Flytting og bosetting	
Flytting og bosetting	95
Arbeidsmarkedet	98
Flytteforventninger	101
Flytting fra Ardal	106
Utvælgning: De som blir i Ardal	112
KAPITTEL 7: Flytteønsk	
Flytteønsk	119
Flytteønsk, slik de kom fram i intervjuene	121
Flytteønsk og flytteforventninger i skolestilene	125
Flytteforventninger, i forhold til arbeidsmarkedet og kjønnsforskjeller	130
Flytteforventninger og sosial bakgrunn	133
Foreløpig oppsummering	141
Yrkesønsk og flytteforventninger	142
Sosial bakgrunn, yrkesvalg og flytting	144
Flyttere og ikke-flyttere	148
Oppsummering	152
Trivselssindikasjoner	152
Trivselssindikasjoner i ungdomsundersøkelsen	156
Konklusjon	157
Del 11, Mennesker, miljø og sosial endring	
159	159
KAPITTEL 8: Industriedet og bygdesamfunnet	
Bygdesamfunnet	163
Kontraster. Ardal og Luster	176
192	192
KAPITTEL 9: Sosial integrasjon i lokalsamfunnet	
195	195
Lette og vanskelige substituerbare ytelser	199
Primære og sekundære relasjoner, Gemeinschaft og Gesellschaft	202
Sosial integrasjon	205
Empirisk etterprøving	208

Forskjeller mellom lokalsamfunn	211
Forskjeller innenfor lokalsamfunnet	219
Oppsummering	226

KAPITTEL 10:

<u>Sosialt liv i Ardal</u>	227
Betingelser for sosialt liv	227
Tilbudsstruktur og sosial isolasjon	231
Arbdøler og innflyttere	239
Det sosiale mønstret	244
Ungdom	245
Ungdomsproblemer	254
Ungdom i Ardal. Oppsummering	256
Midlertidighet	258
Den delvise urbaniseringen	266

KAPITTEL 11:

<u>Industrialisering og sosial endring</u>	268
Omdefineringa	273
Styring	275
Industriens domnans	280
Veksten	285
Den lettvinde rikdommen	290
Oppsummering	292

KAPITTEL 12:

<u>Engenerasjonssamfunnet - Ardal i dag og i framtida</u>	294
Ardal som bosted	294
Engenerasjonssamfunnet	297
Ardal som distriktsutbygging. Strategi for endring	300

Side

TILLEGG 304

Befolkningsutvikling i Årdal 305

Vedlegg 1: Intervjuundersøkelser 317

" 2: Spørreskjemaundersøkelser - en redgjørelse for
endel av metodens svakheter 319

" 3: Skolestilene. Bosted og arbeid 324

" 4: Klassifisering av kommunen 325

" 5: Skolestilene, kodebok og arbeidsprosedyre 327

" 6: Skolestildata fra Sogndal 337

" 7: Ungdoms yrkesønsker i Årdal og SIM-stedene 339

" 8: Oversikt over tilflyttingssteder 341

" 9: Ungdoms flytteønsker etter sosial bakgrunn 343

" 10: Yrkesfordeling blant forsørgere, skolestilene 344

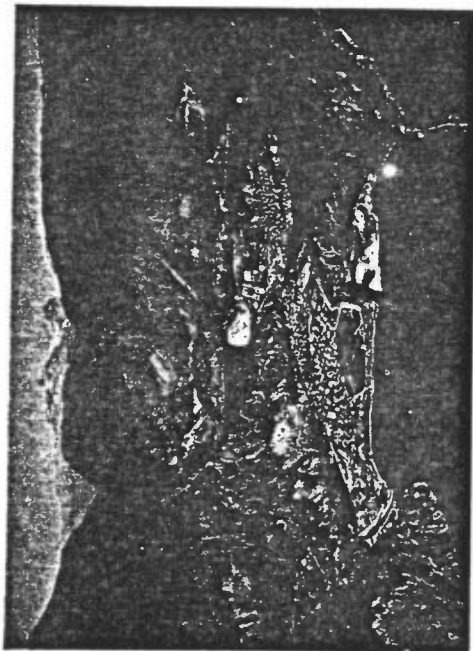
" 11: Bakgrunnsvariable og flyttetilbøyelighet 345

" 12: Ungdoms yrkesønsker, skolestilene 351

OVERSIKT OVER TABELLER 352

OVERSIKT OVER GRAFISKE FIGURER 356

LITTERATURHENVISNINGER 357



ØVRE ÅRDAL -
mot Jotunheimen.

	Side		Side		
2-1,	Utvalgte kommunedata	34	5-4,	Storbytsagn. Andel som nevner hver type	91
2-2,	Andel stilbesvarelser klassifisert som urealistiske eller fantastiske	37	6-1,	Arlig flytting inn og ut av Ardal	96
3-1,	Yrkesaktive i Ardal, etter næring	42	6-2,	"Er det arbeidsmuligheter i det yrket her i Ardal?"	100
3-2,	"Kunne du tenke deg å ta jobb på Verket?"	47	6-3,	"Er det arbeidsmuligheter i det yrket her på stedet?" Aldersgruppen 15-17, ungdomsundersøkelsen og miljøundersøkelsene	100
3-3,	Type verksjobb valgt ifall positive svar	48	6-4,	"Regner du med å få deg arbeid her i Ardal, eller vil du dra andre steder for å ta jobb?"	102
3-4,	"Vil du anbefale ungdom i Ardal å ta jobb på Verket?" ...	50	6-5,	Syn på arbeidsmulighetene i Ardal, og på framtidig arbeidssted	104
3-5,	Argumenter hos de som har svart nei	51	6-6,	Flytteforventninger, ungdom i alderen 16-18	105
3-6,	De som har svart nei, etter hovedpersoners yrke	52	6-7,	"Tror du noen av disse barna kommer til å slå seg ned i Ardal?"	106
3-7,	"Hvordan er arbeidsmulighetene stort sett for ungdom her i Ardal?"	55	6-8,	Bosted pr. januar 73 for ungdom født i åra 1949-51, og som fullførte ungdomsskole i Ardal i tidsrommet 65-67 ...	107
3-8,	Andel kvinner og menn i hver aldersgruppe, åra 1950, 60 og 70	57	6-9,	Bosettingssituasjon for ungdom i alderen 19-26 år, pr. januar 71. Intervjuene	108
4-1,	Yrkesfordelingen blant forsørgere, flytteundersøkelsen	58	6-10,	Forventninger om tilbakeflytting, barn og søsken bosatt utenfor Ardal. Intervjuene	109
4-2,	Yrkesvalg blant ungdom i Ardal, skolestilene	59	6-11,	Flytteprognose for ungdom født i tidsrommet 1944-51	111
4-3,	Ungdoms yrkesønsker, forenklete kategorier, skolestilene og flytteundersøkelsen	59	6-12,	Yrkesituasjon etter bosted. Flytteundersøkelsen	113
4-4,	Yrkesituasjon pr. januar 73, for årskullene 1949-51	61	6-13,	Giftmålsalder for jenter som er oppvokst i Ardal, og som har bosatt seg der etter velseen	115
4-5,	Andel gutter og jenter som ønsker seg, og som er sysselsatt i høyere tj.ytning. Intervjuene og flytteundersøkelsen	63	6-14,	Ungdoms bosted etter forsørgers yrke. Flytteundersøkelsen	116
4-6,	Yrkesfordeling blant forsørgere, etter stedstype. Skolestilene	64	7-1,	Flytteønsker blant ungdom i Ardal. Intervjuene	122
4-7,	Yrkesønsker etter stedstype og kjønn. Skolestilene	65	7-2,	Flytteønsker eldste aldersgruppe. Ungdomsundersøkelsen og miljøundersøkelsene	124
4-8,	Andel jenter og gutter som har skrevet om henholdsvis læreryrket og tekniske yrker	66	7-3,	Flytteønsker og flytteforventninger blant ungdom i Ardal. Ungdomsundersøkelsen og skolestilene	128
4-9,	Yrkesønsker blant ungdom som har en far sysselsatt i industri eller håndverk. Skolestilene	67	7-4,	Framtidig bosted. Skolestilene. Bruttotall	128
4-10,	Sammenheng mellom sosialgruppe og utdanningsstatus	69	7-5,	Framtidig bosted i skolestilene. Nettotall	129
4-11,	Ungdoms yrkesvalg etter forsørgers yrke	70	7-6,	Vurdering av yrkesmuligheter for ungdom	131
4-12,	Yrkesvalg etter forsørgers yrke, Ardal	71	7-7,	Framtidig bosted etter kjønn	131
4-13,	Ungdoms yrkeskarriere, etter forsørgers yrke, Ardal. Flytteundersøkelsen	74	7-8,	Framtidig bosted. Netto flytteandel industristed og byggesamfunn	132
5-1,	Ungdoms mediainteresse. Andel som har nevnt ulike typer stoff	82	7-9,	Netto flytteandel etter forsørgers yrke	134
5-2,	Ungdoms bostedsønsker etter stedstype	89	7-10,	Nette flytteandel etter kjønn og sosial bakgrunn. Industristedene	136
5-3,	Ønsket bostedstype blant ungdom i Ardal. Intervjuene	89	7-11,	Framtidig bosted. Ungdom med fedre sysselsatt i høyere tj.ytning og ufaglært arbeid. Industristedene	137

7-12,	Netto flytteandel etter kjønn og sosial bakgrunn.	138
	Bygdesamfunnene	138
7-13,	Framtidig bosted. Jenter med fedre som er sysselsatt i jordbruk og ufaglært arbeid. Bygdesamfunnene	139
7-14,	Framtidig bosted. Ungdom fra sosialgruppene 2,3,4,5. Bygdesamfunnene	140
7-15,	Netto flytteandel etter kjønn og sosial bakgrunn. Forstedet	140
7-16,	Netto flytteandel etter eget yrkesvalg, kjønn og stedstype	143
7-17,	Framtidig bosted, ungdom fra industristred	145
7-18,	Framtidig bosted, ungdom fra bygdesamfunn, etter fars yrke og eget yrkesvalg	146
7-19,	Positive og negative relasjonelle utsegn om heimstadedet	154
7-20,	Rangordning av stedene etter differansen mellom positive og negative utsegn	154
7-21,	Rangordning av stedene etter differansen mellom positive og negative materielle utsegn	155
7-22,	"Hvordan tror du stort sett unge på din alder trives her på stedet?"	157
8-1,	Næringsstruktur og gjennomsnittsinntekt i Luster og Ardal, 1938, 1960 og 1970	178
8-2,	Holdninger til heimsted og flytting, skolestilene fra Luster og Ardal inndelt etter hovedgrupper	185
9-1,	Opptatthet av familie og eiendom i skolestilene. Gjennomsnittstall og rang for hvert sted	216
9-2,	Befolkningsutvikling i kommunene 1956-71	217
9-3,	Rangordning etter befolkningsendring og opptatthet av familie og eiendom	218
9-4,	Ungdoms flytting fra Ardal, etter foreldrestilbyrning til bygda. Flytteundersøkelsen	220
9-5,	Andel av ungdom som ønsker å flytte fra Ardal for alltid. Ungdomsundersøkelsen	222
9-6,	Andel med flytteplaner fra Ardal, etter alder og oppvekststed. Hovedundersøkelsen	223
10-1,	Omgangskrets etter oppvekst	242
10-2,	Organisasjonsdeltaking blant ungdom 12-18 år. Ardal og SUM-stedene	250
10-3,	Deltakingshyppighet i møter, kurs og liknende	250
10-4,	Andel som nevnte fritidstiltak som en av de ting som er særlig viktig for ungdom	252
10-5,	"Synes du det taes nok hensyn til de unges interesser her i Ardal?"	252

10-6,	"Hvor mange kvelder i uka er du vanligvis heimefra?"	253
10-7,	"Hvor treffer du vanligvis vennene dine?"	253
10-8,	"Hadde du da du flyttet hit planer om å slå deg ned her?"	264
10-9,	"Har du/dere planer om å flytte fra Ardal?" Innflyttere	264
10-10,	nåværende og tidligere flytteplaner blant innflyttere i Ardal	265
10-11,	Innflytters flytteplaner, i forhold til ektefelles oppvekststed	265
T - 1,	Befolkningsprognoser for Ardal, SSB	305
T - 2,	Bytteproduksjon, egenproduksjon og folketal	310
T - 3,	De eldste delene av befolkninga	313
T - 4,	De eldre andel av befolkninga, etter ulike prognoser	314
T - 5,	Utviklinga i folketalet i Ardal 1968-74	316
V - 1/1,	Intervjuer og frafall. Intervjuundersøkelsene	317
V - 1/2,	Årsaker til frafall	318
V - 1/3,	Frafallsprosent etter alder	318
V - 3,	Andel som har skrevet om arbeid og bosted, etter stød, kjønn og fars yrke	325
V - 7/1,	Yrkesønsker etter næring	339
V - 7/2,	Yrkesønsker etter stilling	340
V - 8/1,	Geografisk flyttemønster. Ardalundersøkelsen	341
V - 8/2,	Ungdoms bosted etter stedstype	342
V - 9,	Ungdoms flytteønsker etter sosial bakgrunn	343
V - 10,	Yrkesfordeling blant forsørgere. Skolestilene	344
V - 12,	Ungdoms yrkesønsker. Skolestilene	351

OVERSIKT OVER GRAFISKE FIGURER.

1-1, Produksjon og eksport av primeraluminium	5
1-2, Produksjonskapasitet	10
1-3, Bidrags-belønningsmodell	12
1-5, Befolkningsutvikling i Ardal fra 1946	15
2-1, Hovedproblematikk i undersøkelsen	26
2-2, Vertikal dimensjon	30
3-1, Produksjon av aluminium	43
6-1, Befolkningspyramider	95
6-2, Flyttemodell	97
6-3, Flytteanalyse (desisjonsmodell)	101
7-1, Svarfordeling på spørsmål om flytteønsker	123
7-2, Svarfordeling på spørsmål om flytteønsker, aldersgruppen 15-17 år. Ardal, Arendal og Flekkefjord	124
7-3, AID-kjøring	145
7-4, Kumulativ prosentfordeling. Prediksjonskurver for de to AID-kjøringene	149
8-1, Endringsfaktorer	176
8-2, Folkemengden i Ardal og Luster, 1930-71	178
8-3, Inntektsfordeling i Ardal og Luster 1972	179
9-1, Utfallsmatrise for vurderinger	198
9-2, Sosial integrasjon og substituerbarhet	206
9-3, Sammenheng mellom samfunnsendring og integrasjon	214
10-1, Negativ integrasjonseffekt	237
10-2, Sosiale grupper i Ardal	245
10-3, Arbeidsmarked, sosial integrasjon og flytting	247
T-1, Flyttebalanse	306
T-2, Antall fødte pr. år	307
T-3, Befolkningsutvikling i endel ensidige industrietater ...	315
V-2, Utvalg og befolkning i intervjuundersøkelser	320
V-11/1 AID-tre	348
V-11/2 Kumulativ prosentfordeling AID-kjøringene	350

Kvinnene sin arbeidssituasjon

PÅ EIN EINSIDIG INDUSTRISTAD



INSTITUTTET FOR SOSIOLOGI, UNIVERSITETET I OSLO OG
NORSK INSTITUTT FOR BY- OG REGIONFORSKNING

INNHOLD

	Side
KAPITTEL I: INNLEIING - BAKGRUNNEN FOR DELPROSJEKTET OM KVINNER - PROBLEMSTILLING	1
1.1 Problemstilling	3
1.2 Stutt om kvinnene sin situasjon på arbeids- marknaden i dag	4
1.3 Korleis er husmora sin situasjon i dag	6
1.4 Husmorarbeidet sett i historisk perspektiv	10
1.5 Korleis er det å vera kvinne på ein einsidig industristad?	12
1.6 Innhaldet i undersøkinga	15
KAPITTEL II: ARDAL I SOGN - EI KORT UTGREIING OM STADEN - ARBEIDSMARKNADEN FOR KVINNER	17
2.1 Stutt historisk tilbakesyn på Årdal	17
2.2 Geografi og kommunikasjon	18
2.2.1 Geografisk plassering	18
2.2.2 Kommunikasjonsforhold	18
2.3 Arbeidsmarknad og næringsgrunnlag	19
2.3.1 Næringsgrunnlaget i Årdal	19
2.3.2 Sysselsetjing og arbeidsmarknad	22
2.3.3 Kvinnene og arbeidsmarknaden i Årdal	24
KAPITTEL III: HUSHOR OG YRKESKVINNE I ARDAL - EIN ANALYSE AV KVINNENE SIN LIVS- OG ARBEIDSSITUASJON OG ARBEIDSSØNSKA DEIRA	30
3.1 Kvinnene si tilknytting til Årdal	30
3.1.1 Husmødrene som innflytтарar til Årdal og deira tilknytting til staden	30
3.1.2 Husmødrene sine fråflyttingsplanar	41
3.1.3 Gifte yrkeskvinner som innflytтарar og deira flytteleplanar	49
3.2 Haldninga til likestilling og kvinnesak	53
3.2.1 Husmødrene og dei gifte yrkeskvinnene sine haldningar til likestilling og kvinnesak	54
3.3 Husmødrene som arbeidssøklarar	66
3.3.1 Bakgrunnen til husmødrene	66
3.3.2 Husmødrene sine arbeidssøke	68
3.3.3 Kva kvinnene opplevde som umiddelbare hinder for å gå ut i arbeidslivet og den aktiviteten dei hadde vist for å få arbeid	75

	Side	
3.3.4	Årsakene til ønsket om arbeid	82
3.3.5	Arbeidsønska til husmødrene	89
3.3.6	Årsakene til ønsket om å vera heimeverande husmor	94
3.4	Kvinnene sitt utdanningsnivå og deira syn på utdanning	95
3.4.1	Utdanningsnivået til husmødrene og hinder for utdanning	95
3.5	Dei unge ugifte jentene - Årdal sine komande husmødre?	102
3.5.1	Dei ungejentene sitt syn på flytting	103
3.5.2	Det sosiale miljøet for ungjenter i Årdal	109
3.5.3	Dei unge jentene sine framtidplanar	115
3.6	Dei einslege mødre i Årdal	121
KAPITTEL IV: KREFTER SOM STYRER KVINNLEG SYSSELSETJING		126
4.1	Historisk tilbakesyn på kvinnleg deltaking i produksjonsliv og på arbeidsmarknaden	126
4.1.1	Endringane på arbeidsmarknaden som følgje av den industrielle revolusjonen ..	128
4.2	Ein del av dei viktigaste kreftene som styrer kvinnleg sysseletjing	129
4.2.1	Kvinnene som reservearbeidskraft og utjanningsfaktor	130
4.2.2	Kvinnene si stode på arbeidsmarknaden illustrert gjennom lovverket	134
4.2.3	Lover som har innverknad på kvinnleg sysseletjing i dag	138
4.2.4	Samarbeidsavtaler mellom arbeidstakarar og arbeidsgjevarorganisasjonar	145
4.2.5	Etablerings- og boligpolitikk. Utbygging av daginstitusjonar	147
4.3	Uformelle krefter på arbeidsmarknaden som styrer kvinnleg sysseletjing	150
4.3.1	Uformelle krefter i tilsetjingepolitikken	150
4.4	Personlege faktorar som har innverknad på kvinnleg sysseletjing	156
4.4.1	Utdanning	156
4.4.2	Fase i livssyklus	158
4.4.3	Personlege familietilhøve - psykologiske barrierar	159
4.5	Andre årsaker til manglande kvinnleg sysseletjing	160

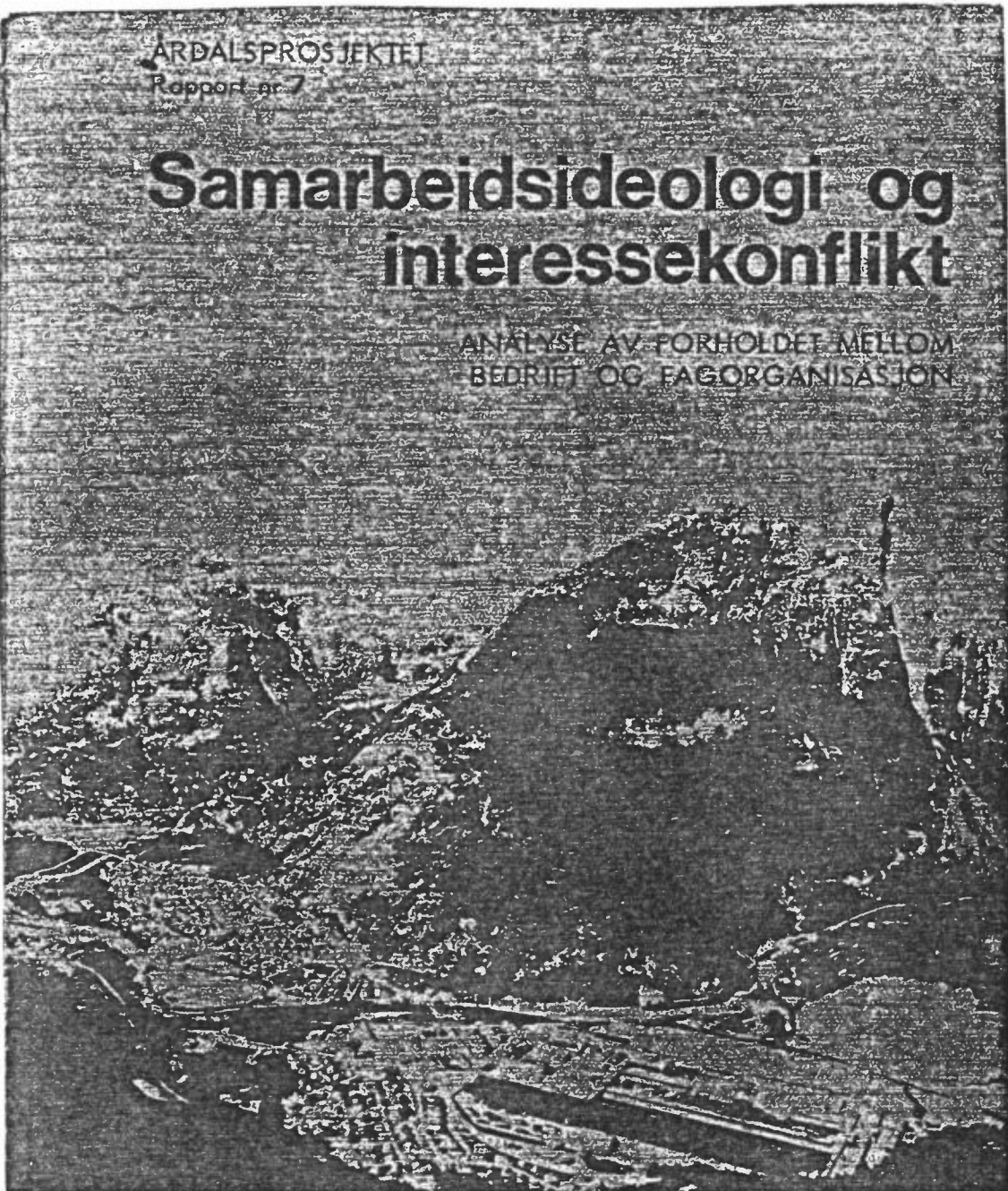
	Side	
KAPITTEL V: SYSSELSETJINGSPROBLEM EIN EINSIDIG INDUSTRI- STAD MØTER SETT I HØVE TIL KVINNLEGE ARBEIDS- PLASSAR. YRKESKVINNENE SINE PROBLEM PÅ DEN LOKALE ARBEIDSMARKNADEN		161
5.1	Utkantområda sine arbeidstilbod til kvinnene	161
5.2	Årdal sine mogelegheiter for å skaffa kvinnene arbeidsplassar	164
5.2.1	Forsøk som er gjort for å betra kvinnleg sysseletjing	164
5.2.2	Mogelegheiter for kvinnleg sysseletjing ved ASV	173
5.2.3	Årdal kommune sine mogelegheiter for å skaffa fleire arbeidsplassar for kvinnene	182
5.3	Årdal kommune si haldning til kvinnleg sysseletjing	183
5.4	Fagforeininga si haldning til kvinnleg sysseletjing	187
KAPITTEL VI: ALTERNATIV SYSSELSETJING - FRITIDSBRUK OG ORGANISASJONSLIV		198
6.1	Fritidsbruk	198
6.1.1	Fritidsaktiviteter inne	198
6.1.2	Fritidsaktiviteter ute	204
6.2	Organisasjonsliv	205
6.2.1	Politisk deltaking	211
6.3	Oppsummering	213
KAPITTEL VII: NOKON AVSLUTTANDE MERKNADER		214
APPENDIKS I: VAL OG BRUK AV METODE		218
LITTERATURLISTE		233

ARDALSPROSJEKTET

Rapport nr. 7

Samarbeidsideologi og interessekonflikt

ANALYSE AV FORHOLDET MELLOM
BEDRIET OG FAGORGANISASJON



INSTITUTTET FOR SOSIOLOGI, UNIVERSITETET I OSLO og
NORSK INSTITUTT FOR BY- OG REGIONFORSKNING

INNHOOLD

	Side	Side	
FORORD	III	Om tillitsmennes og bedriftsrepresentan- tenes målorienteringer	90
INNHOOLD	VIII	Tolkning av tillitsmennes reaksjoner på planer om endringer av arbeidsorganisasjonen ...	90
TABELLER	XII	Tolkning av ingenløyrenes (bedriftsrepresen- tantenes) målsettinger med deltakelse i avdelingsutvalgene	99
FIGURER	XII	Forløp nr. 3: Møte mellom avdelingsledelse og operatører om rasjonaliserings tiltak	103
KAPITTEL 1: INTRODUKSJON	1	Analyse av samhandlingsprosesser i AU under interessekonflikter	110
1.0 Innledning	1	Om situasjonsdefinisjonen og trekk ved dynamikken i samhandlingen	110
1.1 Ardal i Sogn	7	Tillitsmennesnes strategier	114
1.1.0 Innledning	7	Bedriftsrepresentantenes strategier	117
1.1.1 Ardal: Beliggenhet og topografiske trekk	9	Konklusjon	120
1.1.2 Trekk ved fremveksten av industri- samfunnet Ardal	10	Testing av hypotesen om at tillitsmennesne har har begrensede argumentasjonsmuligheter	121
1.2 A/S Ardal og Sunndal Verk	13	Forløp nr. 4: Invitasjon til samarbeid	122
1.2.1 Om produksjon av aluminium og trekk ved formalorganisasjonen	18	Forløp nr. 5: Diskusjon i AU om rasjonaliseringssaker	123
1.2.2 Rekruttering og sysselsettingsutvikling	31	Noen systemkonsekvenser av samhandlingen i avdelingsutvalgene	126
1.3 De kjemiske fagforeningene i Ardal	35	Polarisering	126
KAPITTEL 2: PROBLEMSTILLINGER OG ANALYSEMÅTE	37	Påstander, spørsmålsstillinger og taushet	129
2.0 Innledning	37	Analyse av tillitsmennesnes muligheter for å styrke sitt argumentatoriske grunnlag for interessehåndtering i AU	134
2.1 Beskrivelse av noen trekk ved arbeids- situasjonen	37	Interessekonflikt ut fra ønske om forbed- ringer av arbeidssituasjonen	139
2.2 Beskrivelse av forholdet mellom arbeiderne	44	Forløp nr. 6: Krav om et velferdstiltak	139
Forløp nr. 1: Konflikt mellom arbeider og arbeidsledelse	46	Analyse av tillitsmennesnes forsøk på å forfølge saker	143
2.3 Beskrivelse av arbeidernes forhold til tillitsmennesne og det faglige arbeidet	49	Innledning	143
2.4 Problemstillinger	53	Opposisjon ved å "kople saker"	143
2.5 Analyseteori og datagrunnlag	60	Opposisjon ved trusel om å avvise eller bryte samarbeid med bedriftens represen- tanter	145
KAPITTEL 3: INTERESSEMØTSETNINGER PÅ AVDELINGSPLAN	77	Forløp nr. 7: Dilemmafylt samarbeid om rasjonalisering	146
3.0 Innledning	77	Forløp nr. 8: Om deltakelse i samarbeids- gruppe	147
3.1 Forløp nr. 2: Møter i AU om et rasjonaliseringsprosjekt	78		

	Side		Side		
3.7.3	Opposisjon på grunnlag av lover og avtalebestemte regler	148	KAPITTEL 6: BEDRIFTSREPRESENTANTENES HANDLINGSPREMISSER	234	
	Forløp nr. 9: Om forverring av gass/røykforhold	148	6.0	Innledning	234
	Forløp nr. 10: Et rasjonaliseringsprosjekt	150	6.1	Beskrivelse av noen trekk ved forholdet mellom bedriftsrepresentanter (ingeniører) og arbeidere/tillitsmenn	235
3.7.4	Mobilisering av arbeiderne for å "presse" bedriftens ledelse	153	6.2	Analyse av betingelser for de beskrevne trekk ved bedriftsrepresentantenes mål-orienteringer og atferd vsv. tillitsmenn og arbeidere	244
3.7.5	Konklusjon	158	6.3	Konklusjon	253
3.8	Analyse av grunnlaget for mistillit til bedriftens representanter blant tillitsmennene	161	KAPITTEL 7: KONKLUSJONER	255	
3.9	Konsekvenser av tillitsmennenes forhold til avdelingsledelsen for det faglige arbeidet	164	APPENDIX A:	288	
3.10	Konklusjon	170	Forløp nr. 12: Diskusjon i AU om et rasjonaliseringsprosjekt	288	
KAPITTEL 4: LEDERSKAPSUTØVELSE OG PASSIVITET I FAGORGANISASJONEN	172		Forløp nr. 13: Diskusjon i AU om gass/røyk-problemer	292	
4.0	Innledning	172	APPENDIX B:	296	
4.1	Om virksomheten på fagforeningsmøtene	172	Hovedavtale av 1969	296	
4.2	Om hovedtillitsmennenes forhold til bedriftsledelsens representanter	180	APPENDIX C:	305	
4.3	Forløp nr. 11: Diskusjon i BU om rasjonalisering	189	Skiftplan 1972	305	
	Konklusjon	195	BIBLIOGRAFI	307	
KAPITTEL 5: AVMAKTSOPPLEVELSE OG DISINTEGRASJON BLANT ARBEIDERNE	198				
5.0	Innledning	198			
5.1	Tolkning av betingelsene for arbeidernes avmaktsopplevelse	198			
5.2	Analyse av basis for integrasjon blant arbeiderne	214			
5.3	Konklusjon	229			

FIGURER

Figur	Side
1. Ardal i Sogn	8
2. Hjemmehørende folkemengde i Ardal 1946-1970	12
3. Befolkningsutviklingen i Ardal og sysselsettingsutviklingen ved Ardal Verk 1950-70	13
4. Befolkningen i Ardal og riket etter alder og kjønn pr. 31.12.1969. Prosenttall	14
5. Produksjonskapasitet i 1000 tonn aluminium ved Ardal Verk	24
6. Antall tonn produsert pr. ansatt ved Ardal Verk	24
7. Produksjonsprosessen for fremstilling av primæraluminium	25
8. Organisasjonsplan for Ardal Verk	26
9. Organisasjonsplan for produksjonsavdelingen	27
10. Organisasjonsplan for samarbeidsutvalgene	29
11. Sysselsettingsutviklingen ved Ardal Verk i perioden 1946-71	32
12. Fast ansatte og totalt antall ansatte ved Ardal Verk 1950-70 etter ansettelsesår (kumulative prosenttall)	31
13. Kvalitativ sammenfatning av arbeidsmiljøet	43
14. Analysekjema for modell av forholdet mellom sosial samhandling og organisatoriske grunnlag ..	66
15. System-modell av handlingspremisser og handlingskonsekvenser	271

TABELLER

Tabell	Side
1. Yrkesaktive i Ardal fordelt etter næring (omfatter både ansatte og selvstendig næringsdrivende)	12
2. Fordeling på hustyper etter hovedpersonens yrke. Prosenttall	16
3. Antall personer pr. rom	17
4. Siste yrke før ansettelse ved Ardal Verk for fast ansatte, etter ansettelsesperiode	32

Årdalsprosjektet

SAMLERAPPORT: MILJØUNDERSØKELSER I ÅRDAL



INSTITUTTET FOR SOSIOLOGI, UNIVERSITETET I OSLO OG
NORSK INSTITUTT FOR BY- OG REGIONFORSKNING

	side
Forord	I
Innhold	II
.....	IV
.....	V
Kap. 1 Sverre Lysgaard: Samlende perspektiver på Årdals- prosjektet	1
" 2 Robert Salomon: NIDR's engasjement i Årdals- prosjektet	28
" 3 Synnøve Aga: Årdal, ein presentasjon	31
" 4 Dag Gjestland: Sammen drag av Årdalsrapport nr. 1 og nr. 4: Om etableringen av Årdal Verk og arbeidsrekrutterin- gen til bedriften	33
" 5 Arne Selbyg: Sammen drag av Årdalsrapport nr. 3 m. vedlegg: Om Årdal som bosted ..	44
" 6 Per Morten Schiefloe: Sammen drag av Årdalsrapport nr.5: Engenersjons samfunnet	54
" 7 Synnøve Aga: Sammen drag av Årdalsrapport nr.6: Kvinnene sin arbeidssituasjon på ein ein sidedig industristad	67
" 8 Helle Gran Andvig: Sammen drag av Årdalsrapport nr.2: Arbeid og helse på Årdal verk ..	76
" 9 Ørnulf Gulbrandsen: Sammen drag av Årdalsrapport nr.7: Samarbeidsideologi og Interesse- konflikt	86
" 10 Bjørg Aase Sørensen: Utdrag av den sammen lignende industrimiljøundersøkelsen: "Industrien som levevei"	123
" 11 Jørgen Thorkildsen: For A/S Årdal og Sunndal Verk: Årdal-undersøkelsen sett med den stedlige bedriftsledelses øyne ..	136
" 12 Peder Thunshelle: For fagforeninga: Hvorfor fagbe- vegelsen gikk inn for prosjektet og med hvilke forventninger	145

			side
Kap. #13	Jørgen O. Vee:	For Årdal kommune: Årdal kommune, stoda i dag og framidsutsikter	147
" 14	Arne Eldegard og Jacob Flåte:	For Årdal kommune: Årdal kommune sine synspunkt på undersøkinga .	150
" 15	Jacob Flåte:	Kvifor Årdal kommune gjekk inn i prosjektet, og med kva forvent- ningar	154
" 16	Knut Kramviken:	For Årdal kommune: Årdal kommune sine synspunkt på undersøkinga .	158

APPENDIX G-VI

EFFECTS OF FEELING OF WELL-BEING

Table G-7: Percentage of people finding air pollution bothersome where they live.

Home site	Strongly bothered	A little bothered	Not at all bothered	Variably bothered	Sum	Number
Børtnes and Farnes	21	21	8	57	101	146
Ve and Naustbukta	48	5	8	44	101	85
Årdalstangen	9	23	12	56	100	121
Dalene	5	5	14	76	100	21
Entire Årdal:	22	17	9	52	100	373

Source: From NIBR-report No. 3, Årdalsprosjektet

APPENDIX G-VII

EFFECTS ON HUMAN HEALTH

Part I presents a thorough discussion of data collected concerning human health. Here follows excerpts from two reports on mutagenicity testing conducted in 1981. First (Aune, et al. 1982) done by the Norwegian Institute of Public Health and the second by the Central Institute for Industrial Research.

Finally is presented a table that is abstracted from the Årdalsprosjekt, reviewing ailments claimed by workers at the factory.

LUFTKVALITETSMÅLINGER VED ALUMINIUMVERK

MUTAGENITETS - TESTING

Tore Aune; Erik Söderlund og Kristi Tveito

Toksikologisk avdeling

Statens Institutt for Folkehelse



STATENS INSTITUTT FOR FOLKEHELSE
NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH
OSLO

5. Oppsummering og konklusjon

Luftprøver ble tatt i områder i nærheten av fire aluminiumverk, Ardalstangen, Øvre Ardal, Mosjøen og Høyanger. Man har samlet opp svevepartikler ($<3,5 \mu$) på filter og mere flyktige forbindelser på ³ polyuretanpropper plassert i serie i prøvesamleren, bak filteret. Samleprøver ble tatt for perioder av ca. 1 uke, i august (sommer) og november/desember (vinter) 1981.

Prøvene ble ekstrahert, opparbeidet og testet i bakterielle mutasjonstester; vanlig Ames' test og en kvantitativ mutasjonstest (QRA, som registrerer både mutasjoner og eventuelle cytotoxiske effekter).

Man benyttet to bakteriestammer, Salmonella typhimurium TA 98 og TA 100 for å oppnå en bedre karakterisering av prøvenes mutagenitet. Aktiveringsenzym (S9, fra lever av Aroclorforbehandlede rotter) ble inkludert i testene for å sikre at man kunne påvise indirekte virkende mutagener.

For å ha kontroll med dag- til dagvariasjoner i testenes følsomhet, inkluderte man alltid kjente mutagener som positive kontroller:

- benzo [a] pyren for TA 98 og TA 100 med S9
- 1-nitrofluoren for TA 98 uten S9
- 1-nitropyren for TA 100 uten S9.

Resultatene med de positive kontrollene viste at forskjellene mellom de ulike verkene skyldtes luftprøvene, og ikke variasjoner i testene.

Resultatene med den kvantitative mutasjonstesten viste at filterprøvene stort sett var lite cytotoxiske, og følgelig egnet for kvantitative studier med vanlig Ames' test. Propp-ekstraktene, derimot, viste varierende og ofte betydelig cytotoxisitet, slik at resultatene med disse prøvene i vanlig Ames' test må vurderes med forsiktighet.

Resultatene med filterprøvene i vanlig Ames' test viste at prøvene fra alle Aluminiumsverk-områdene var klart mutagene. Videre gav prøvene utslag med begge bakteriestammene, både med og uten aktiveringsenzym. Dette betyr at filterprøvene inneholder både direkte- og indirekte virkende mutagener, og at disse gir flere typer av genetiske effekter.

Når mutant-tallene var lavere uten aktiveringsenzym enn med i vanlig Ames' test, men ikke i QRA, kan dette skyldes flere faktorer:

- forsøksprotokollene i vanlig Ames' test og QRA er så forskjellige at resultatene i de to testene ikke kan sammenliknes direkte, eller
- prøvene kan virke toksisk på testbakteriene i vanlig Ames' test pga den lange eksponeringstiden, selvom de ikke slår ut mht toksisitet i QRA, mens tilstedeværelse av aktiveringsenzym beskytter mot denne effekten.

Litt overraskende var det at sommerprøvene stort sett var betydelig mere mutagene enn vinterprøvene (fig. 5). Resultater fra undersøkelser av byluft andre steder har oftest vist det motsatte, så også i det materialet vi foreløpig har fra SFT-prosjektet "Byluft og kreft" (samlerapport, Tore Sanner, 1982).

En foreløpig vurdering av de meteorologiske dataene (NILU) synes sterkt å indikere at forskjellene i mutagenitet mellom sommer- og vinterprøvene skyldes forskjeller i meteorologiske forhold under prøvetakingsperiodene, med de "ugunstigste" forholdene mht prøvetakernes plassering i forhold til vindretningen i sommer-perioden. Disse forholdene vil bli nærmere avklart etter at vær-dataene er ferdigbehandlet.

Sett under ett var filterprøvene fra Øvre Årdal de mest mutagene. Deretter fulgte prøvene fra Årdalstangen og Mosjøen, mens prøvene fra Høyanger viste lav mutagenitet. Disse resultatene skyldes sannsynligvis en kombinasjon av forskjeller i topografi/meteorologi og de ulike verkens produksjon/produksjonsvolum. Mht sistnevnte, skiller Årdalstangen seg fra de andre verkene ved utelukkende å produsere anodemasse, mens de tre andre produserer aluminium. Prøveresultatene stemmer godt overens med at aluminiumsproduksjonen er mye større i Øvre Årdal enn i Mosjøen og Høyanger. Anodemasse-produksjonen ser ikke ut til å resultere i kvalitativt forskjellige mutagener fra de som dannes under aluminiumsproduksjonen.

Andre faktorer, som trafikk og husoppvarming, bidrar sannsynligvis lite til de høyeste mutasjonstallene når man sammenlikner med resultater fra andre byer og tettsteder.

Når man sammenlikner herværende resultater med resultater med luftprøver av svevepartikler samlet opp i St. Olavsgt. i Oslo (1/4-4/5, 1981), viser prøvene fra Øvre Årdal ca. 5 ganger høyere antall mutanter pr. m³ luft. Selvom prøvene fra de andre verkene viste lavere mutagenitet, er det klart at svevepartikler i luften i disse områdene inneholder betydelige mengder kjemikalier med gentoksisk potensiale.

Den høye mutageniteten med aktiveringsenzym tilstede kan for en stor del forklares ved de høye PAH-konsentrasjonene man finner i luften i nærheten av aluminiumindustri (kan diskuteres nærmere når NILU fremlegger sine resultater). I hvor stor grad mutageniteten samvarierer med total-PAH, og spesielt benzo[a]-pyren, vil dels kunne avklares ved samtidig prøvetaking av disse (i dette prosjektet ble PAH-analysene dessverre kun tatt i periodene før og etter prøvetakingen for de biologiske testene, pga prøvevolumene).

Den relativt høye mutageniteten uten S9 (som muligens er enda høyere pga mulig skjult cytotoksisitet, konferer resultatene med QRA) kan sannsynligvis for en stor del forklares ved nitro-substituering av PAH-forbindelser som gir direkte-virkende mutagener.

Det var ingen systematisk sammenheng mellom mengden støv på filtrene sommer/vinter og prøvenes mutagenitet (konferer tabell 2.1 og fig. 5).

Mutageniteten av de mere flyktige forbindelsene var meget liten. Samtidig var disse prøvene så toksiske for testorganismene at vanlig Ames' test ikke er velegnet for å studere deres mutagenitet. Resultatene viser at proppekstraktene fra Øvre Årdal, Årdalstangen og Mosjøen var svakt mutagene i noen av testene med aktiveringsenzym. Mangelen på mutagenitet uten S9 kan tyde på at prøvene ikke inneholder direkte-virkende mutagener.


De oppnådde resultater tyder på at utendørsluften i nærheten av aluminiumsindustri inneholder betydelige mengder kjemikalier med gentoksiske egenskaper, særlig knyttet til svevepartiklene.

Forholdene bør undersøkes nøyere, og da bør forsøksopplegget bl.a. innebære:

- PAH-analysene utføres med samme prøvemateriale som de biologiske testene,

- de biologiske testene bør hovedsakelig utføres med veldefinerte kjemiske fraksjoner av samleprøver, slik at man kan si mere om hvilke kjemiske hovedgrupper som er ansvarlig for det gentoksiske potensialet,
- de biologiske testene bør utvides med et lite testbatteri, f.eks. bestående av en celletransformasjonstest, en test som måler kromosomskade på humane lymfocytter in vitro, og/eller test for DNA-skade. Et batteri som f. eks. det som viste korresponderende utslag på luftprøven fra St.Olavsgt. vil kunne gi et bedre grunnlag til å bedømme luftprøvenes, og spesielt del-fraksjonenes, biologiske effekter. Dette kan i sin tur danne grunnlag for å bedømme eventuell helserisiko knyttet til eksponering for forurenset utendørsluft.



<i>Oppdrag nr.</i> 81 10 10	<i>Rapport nr.</i> 81 10 10 - 1	<i>Rapporttype</i> Fagrapport
<i>Oppdragers tittel</i> Luftkvalitetsmåling ved aluminiumverk	<i>Rapportens tittel</i> Mutagenitetstesting av luftprøver innsamlet i nærheten av aluminiumverk	
<i>Prosjektleder / Prosjektansvarlig</i> M. Møller/J. Aulie	<i>Forfatter(e)</i> M. Møller og J. Hongslo	
<i>Faggruppe eller felt</i> Mikrobiologi	<i>Referat</i> Denne rapporten er en delrapport og omtaler resultater fra mutagenitetstesting av luftprøver innsamlet i nærheten av 4 aluminiumverk. Resultatene viste at mutageniteten var høyest i sommerprøvene i forhold til vinterprøver, sannsynligvis på grunn av meteorologiske forhold. Alle filterprøvene viste høyest mutagenitet med bakteriestammen TA100 med leverenzymer til stede. I sommerprøver var mutageniteten høyest i prøven fra Øvre Årdal, mens i vinterprøven var mutageniteten høy både i prøven fra Øvre Årdal og Årdalstangen. Sannsynligvis skyldes en vesentlig del av mutageniteten konvensjonelle PAH-forbindelser. Proppekstraktene viste relativt lav mutagen aktivitet i forhold til filterprøvene.	
<i>Oppdragsgiver</i> Norsk institutt for luftforskning	<i>4 emneord</i> mutagen Salmonella aluminium luftforurensning	
<i>Oppdragsgivers ref.</i> K. Thrane	<i>Antall blad inkl. bilag</i> 37	<i>Dato</i> 16 april 1982
<i>Tilgjengelighet:</i> Denne rapport / Denne side begrenset/begrenset	<i>SI's ref.</i> MEM/gmy	<i>Godkjent</i>  Jon Aulie (Sign.)



81 10 10 - 1

1.0 INNLEDNING

Det er i 1981 foretatt mutagenitetmålinger av omgivelsesluft i nærheten av fire aluminiumverk samtidig med måling av konsentrasjon polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) på de samme stedene. Målingene er foretatt på ett sett sommerprøver og ett sett vinterprøver.

Prosjektet er en orienterende undersøkelse for å studere nivået av mutagenitet og PAH i luften rundt aluminiumverk. Norsk institutt for luftforskning (NILU) har vært ansvarlig for prøvetaking og PAH-målinger, mens Statens institutt for folkehelse (SIFF) og Sentralinstitutt for industriell forskning (SI) har vært ansvarlig for biologisk testing. Denne rapporten beskriver den delen av arbeidet som er blitt utført ved SI. I hovedrapporten vil alle data bli sammenfattet, slik at resultatene fra mutagenitetstestingene ved SI og SIFF vil bli sammenholdt med de målte PAH-verdiene.

2.0 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Måling av mutagen aktivitet er blitt utført på ekstrakter av partikulært materiale fra omgivelsesluft samlet inn i nærheten av fire aluminiumverk, Høyanger, Mosjøen, Øvre Årdal og Årdalstangen. Hensikten har vært å studere nivået av mutagenitet av luften nær verkene og å forsøke å karakterisere de mutagene forbindelsene nærmere. Prøvene ble samlet inn over flere dager og slått sammen, slik at de representerte et gjennomsnitt. Undersøkelsen ble foretatt på ett sett sommerprøver og ett sett vinterprøver. Testingen er blitt utført med to Salmonella-stammer, TA98 og TA100, som har ulik følsomhet overfor mutagene forbindelser.



81 10 10 - 1

Man vet at det ved aluminiumproduksjon slippes ut relativt store mengder PAH-forbindelser. Enkelte av disse forbindelsene, bl.a. benzo(a)pyren (BaP) er vist å være kreftfremkallende i dyreforsøk, og likeledes føre til mutasjoner i bakteritester. For at konvensjonelle, usubstituerte PAH-stoffer skal gi mutasjoner i Salmonella-bakteriene, må det tilsettes leverenzymmer (S9) for at stoffene skal omdannes. Helt tilsvarende vil den aktivitet man måler uten leverenzymmer, skyldes andre forbindelser som f.eks. substituerte PAH-stoffer (f.eks. nitro-PAH eller alkylert PAH).

Mutageniteten av partikulært materiale fra omgivelsesluften samlet inn i nærheten av fire forskjellige aluminiumverk, viste alle høyest mutagenitet i nærvær av S9 både med bakteriestammen TA98 og TA100. Noe uventet var mutageniteten høyest i sommerprøver i forhold til vinterprøver. Denne forskjellen skyldtes sannsynligvis meteorologiske forhold. Kvalitativt viste prøvene en mutagen respons som ser ut til å være karakteristisk for luftprøver hvor aluminiumproduksjon er den viktigste kilden, med høyest mutagen aktivitet med bakteriestammen TA100 i nærvær av S9. For sommermålingen var mutageniteten høyest i prøven fra Øvre Årdal, 135 revertanter/m³ for TA100 med S9. For vinterprøvene var mutageniteten høy både i prøven fra Øvre Årdal og fra Årdalstangen, henholdsvis 91 og 105 revertanter/m³ for TA100 med S9. Forskjellen i nivået av mutagenitet i luften rundt verkene kan delvis forklares ved forskjell i produksjonsvolum.

Man må være oppmerksom på at S9-mengden ikke var optimalisert, og resultatene tydet på at for sommerprøvene ville antall revertanter/m³ vært litt høyere om S9-mengden var blitt korrigert. En vesentlig del av bidraget av mutagenitet i prøvene skyldes sannsynligvis konvensjonelle PAH, som må aktiveres av S9 for å være mutagene. Et estimat av bidraget fra PAH-komponentene kan beregnes når NILUs tall er ferdig bearbeidet.



Uten S9 var aktiviteten mye lavere enn med S9, og det var ikke noen særlig forskjell mellom sommer- og vinterprøver. Aktiviteten uten S9 skyldes sannsynligvis bl a substituerte PAH-forbindelser. Målt med bakteriestammen TA100 varierte aktiviteten uten S9 lite og var om lag 15 revertanter/m³. Ut fra tidligere målinger av mutagenitet i utslipp fra aluminiumverk skyldes trolig aktiviteten med TA100 uten S9 hovedsakelig andre kilder, som f.eks. fyring og bileksos, som kan ses på som bakgrunnsaktivitet.

Sammenlignet med de tidligere målinger av mutagenitet i nærheten av et aluminiumverk, ligger nivået relativt høyt. Uttrykt som revertanter/m³ er nivået å sammenligne med prøver tatt i gatenivå i Rådhusgaten i Oslo. Det understrekes imidlertid at prøvene i Rådhusgaten er kvalitativt sett forskjellige fra aluminiumverkprøvene.

Den flyktige fase av luftprøvene, som ble samlet inn på polyuretanpropper, viste mye lavere mutagen aktivitet enn filterekstraktene. Spesielt var aktiviteten i vinterprøvene lav, slik at kvantitativt sett er filterprøvene av størst betydning.

3.0 PRØVEMATERIALE

Prøvene ble innsamlet av NILU i august 1981 (sommerprøver) og november/desember 1981 (vinterprøver). Oppsamling ble gjort på glassfiberfilter og polyuretanpropp i serie. Filter og propp ble skiftet hvert døgn og flere døgnprøver slått sammen.

Filter og propp ble ekstrahert hver for seg i Soxhlet-apparatur med aceton, inndampet til nær tørrhet og overført til DMSO. Ekstrakter av blindprøver av filter og propp ble opparbeidet på tilsvarende måte. NILU var også ansvarlig for opparbeidingen.

SI mottok frosne, ferdig opparbeidede prøver, som ble fortynnet tilsvarende 28.1 m³/100 µl DMSO.

Følgende prøver er blitt testet for mutagenitet med Salmonella-bakterier:

Filterekstrakter og polyuretanproppekstrakter fra Øvre Årdal, Årdalstangen, Høyanger og Mosjøen. Både sommer- og vinterprøver ble tatt fra hvert sted.



81 10 10 - 1

Tabell 1a - Sommerprøver.

Antall revertanter pr kubikkmeter for luftprøver fra fire aluminiumsverk. Prøvene ble samlet opp på glassfiberfilter. Feilgrensen er gitt som 2 ganger standard avvik på middelveidien (95% konfidensintervall).

Filter	Revertanter pr m ³			
	TA98		TA100	
	+ S9	- S9	+ S9	- S9
Høyanger	34 ± 3	15 ± 5	71 ± 5	15
Mosjøen	76 ± 9	24 ± 3	34 ± 4	22 ± 15
Øvre Årdal	126 ± 12	86 ± 14	135 ± 16	24 ± 2
Årdalstangen	58 ± 11	42 ± 6	44 ± 7	17 ± 10

Tabell 1b - Sommerprøver.

Antall revertanter pr kubikkmeter for luftprøver fra fire aluminiumsverk. Prøvene ble samlet opp på polyuretannerpropper. Feilgrensen er gitt som 2 ganger standard avvik på middelveidien (95% konfidensintervall).

Propp	Revertanter pr m ³			
	TA98		TA100	
	+ S9	- S9	+ S9	- S9
Høyanger	7 ± 1	1	17 ± 1	-
Mosjøen	9 ± 1	< 1	-	-
Øvre Årdal	10 ± 2	3	27 ± 7	-
Årdalstangen	30 ± 4	2	24 ± 4	-



81 10 10 - 1

Tabell 2a - Vinterprøver.

Antall revertanter pr kubikkmeter for luftprøver fra fire aluminiumsverk. Prøvene ble samlet opp på glassfiberfilter. Feilgrensen er gitt som 2 ganger standard avvik på middelveidien (95% konfidensintervall).

Filter	Revertanter pr m ³			
	TA98		TA100	
	+ S9	- S9	+ S9	- S9
Høyanger	21 ± 4	16 ± 6	31 ± 13	7 ± 4
Mosjøen	20 ± 2	9 ± 2	28 ± 3	8 ± 1
Øvre Årdal	60 ± 9	42 ± 7	91 ± 20	28 ± 2
Årdalstangen	52 ± 6	52 ± 4	105 ± 21	18 ± 3

Tabell 2b - Vinterprøver.

Antall revertanter pr kubikkmeter for luftprøver fra fire aluminiumsverk. Prøvene ble samlet opp på polyuretanpropper. Feilgrensen er gitt som 2 ganger standard avvik på middelveidien (95% konfidensintervall).

Propp	Revertanter pr m ³			
	TA98		TA100	
	+ S9	- S9	+ S9	- S9
Høyanger	2 ± 1	≤ 1	4 ± 1	< 1
Mosjøen	2 ± 1	< 1	2	< 1
Øvre Årdal	1 ± 1	< 1	4 ± 1	< 1
Årdalstangen	2 ± 1	≤ 1	8 ± 3	< 1



81 10 10 - 1

Tabell 4.

Sammenligning av mutagenitet i omgivelsesluft.

Prøvested	Revertanter/m ³ , middelværdi (i parentes variasjonsområdet)			
	TA98		TA100	
	+ S9	- S9	+ S9	- S9
Stockholm, takhøyde des. -78 - jan. -81		23 (2-55)		22 (2-52)
Forstad til Stockholm (22 km NV) samme periode ¹⁾		13 (1-30)		13 (1-37)
Oslo, gatenivå Rådhusgaten jan./feb. -79 ²⁾	90 (33-180)	38 (12-55)		
Oslo, gatenivå Rådhusgaten aug./sept. -81 ¹⁾	37 (19-70)	21 (11-54)		
Oslo, takhøyde Rådhusgaten aug./sept. -81 ¹⁾	7 (2-55)	6 (2-53)		

1) Alfheim et al. Proceedings fra konferanse i Stockholm, feb. 1982,
Env. Health Perspectives, in press.

2) Møller et al. Environ. Sci. Techn., april 1982.

Table G-8: Prevalence of different ailments among males and females in Årdal.
(Values in percent).

Population Group	Headaches Migraine	Nervous complaints	Stomach ailments	Eye, nose, throat irritation	Pharyngitis Bronchitis Asthma	Pain in back, hips, sciatica	Number of complaints None 3 or more	N (Sample size)
U, M, A ¹⁾	15	34	21.5	20	19	28	11.5 44	61
U, M, E	19	19	10	0	15	29	33 29	21
S, M, A	9	17	13	13	4	26	13 22	23
O, M, A	11	28	6	14	14.5	19	28 31	36
O, M, E	3	35.5	13	28	7	26	16 36	31
U, F	22	35	13	7	16	30	15 35	46
H	30	32	12	12	12	21	16.5 34	103 ²⁾
S+U, M of Hunsfoss ³⁾	24.5	29.5	21.5	NM	8	21	NM NM	75

1) Abbreviations: U = unskilled, S = skilled, O = office, M = male, F = female, H = housewife,
A = at the factory, E = working in Årdal region, but not in the factory,
NM = not measured.

2) 6 worked part-time

3) Hunsfoss is a wood pulp, cellulose and paper factory in southern Norway. These represent
an interpretation of presented data and represents only estimation.

Source: NIBR Report No. 2, Årdalsprosjektet

APPENDIX H
MISCELLANEOUS

Table H-1: Precipitation, fluoride emissions and mean fluoride levels in conifer needles, fruit tree leaves, and grass from 1967 to 1982.

Year	Total precipitation Øvre Årdal	Growing season Precipitation Øvre Årdal	Fluoride emissions ÅSV kg/h	Current year* needles	Previous year* Fall	Fruit trees* Grev Moltke	Grass* Spring	Grass* Fall
1967	860	262	46	26	-		48	186
1968	461	157	55	16	53		85	187
1969	612	299	55	18	36		117	223
1970	465	257	60	27	78		147	139
1971	937	277	57	31	88		87	187
1972	536	209	40	24	67		75	142
1973	855	348	35	16	61		70	82
1974	575	324	32	21	64	366	51	49
1975	929	309	27	18	57	306	90	57
1976	622	271	29	33	56	347	41	142
1977	502	269	29	33	58	296	99	152
1978	729	250	31	21	50	266	55	50
1979	990	502	35	19	46	198	48	52
1980	732	327	38	-	-	338	62	56
1981	606	280	37	36	52	288	65	96
1982	597	264	-	-	-	-	-	-

*Mean over sites in mg/kg.

Table H-2: Linear regression coefficient (R) of mean levels of fluoride in current year needles, previous year needles, fruit tree leaves, spring and fall grass as a function of total precipitation, growing season precipitation and fluoride emissions.

	Current year needle	Previous year needle	Fruit trees	Grass spring	Grass fall
Total precipitation	N = 14 R .05 R ² (.22) P N.S.	N = 13 .0007 (.03) N.S.	N = 8 .35 (.59) N.S.	N = 15 .15 (.39) N.S.	N = 15 .10 (.31) N.S.
Growing precipitation	N = 14 R .04 R ² (.20) P N.S.	N = 13 .06 (.24) N.S.	N = 8 .34 (.58) N.S.	N = 15 .08 (.28) N.S.	N = 15 .28 (.529) N.S.
Fluoride emission	N = 14 R .002 R ² (.05) P N.S.	N = 13 .10 (.32) N.S.	N = 8 .03 (.176) N.S.	N = 15 .36 (.598) N.S.	N = 15 .48 (.693) 5%

Abbr.: N = sample size; R = regression coefficient; R² = percent of variation explained by regression; P = significance level; N.S. = not significant.

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH**

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 56/83	ISBN- 82-7247- 425-5	
DATO August 1984	ANSV. SIGN. O.F. Skogvold	ANT. SIDER 352	PRIS kr.120,-
TITTEL Air Pollution and its Biological Effects around the Aluminum Factory at Årdal, in Norway. Part II.		PROSJEKTLEDER O.F. Skogvold	
		NILU PROSJEKT NR. O-8139	
Edited by: Jocelyne Clench-Aas		TILGJENGELIGHET A (åpen)	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Fluoride Biological effects Aluminum industry			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Denne rapport er del II av hovedrapporten med samme navn. Del II består kun av vedlegg.			

TITLE
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) This report is Part II of the main report summarizing and reviewing data collected since the opening of the aluminum factory at Årdal. Part II consists only of appendices.