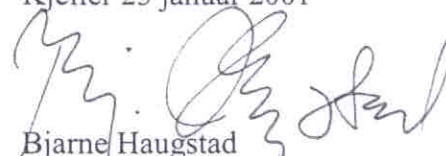


FFIBM/699/136

Godkjent
Kjeller 23 januar 2001


Bjarne Haugstad
Forskningsjef

**Atmosfæriske prøvesprengninger i Sovjetunionen - en
oversikt**

Grønhaug, Karl-Ludvig

FFI/RAPPORT-2001/00791

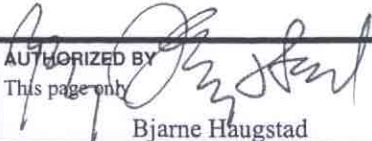
FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge

FORSVARETS FORSKNINGSPENNINGSTUTT (FFI)
Norwegian Defence Research Establishment

UNCLASSIFIED

P O BOX 25
 NO-2027 KJELLER, NORWAY
REPORT DOCUMENTATION PAGE

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2001/00791	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 30
1a) PROJECT REFERENCE FFIBM/699/136	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE Atmosfæriske prøvesprengninger i Sovjetunionen - en oversikt Atmospheric explosions in the Soviet Union - a review		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) Grønhaug, Karl-Ludvig		
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)		
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH:		
a) <u>Kjernevåpen</u>		IN NORWEGIAN:
b) <u>Kjernevåpentester</u>		a) <u>Nuclear weapons</u>
c) <u>Deteksjon av kjernevåpen</u>		b) <u>Nuclear weapons testing</u>
d) <u>Radioaktivt nedfall</u>		c) <u>Detection of nuclear weapons</u>
e) _____		d) <u>Nuclear fall-out</u>
		e) _____
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT In 1949, the Soviet Union conducted its first nuclear weapon test at Semipalatinsk in East Kazakhstan. The total number of atmospheric explosions in the Soviet Union is given as 216, 87 of them at Novaya Zemlya. Testing of nuclear weapons at Novaya Zemlya started in 1955. At this test site the largest weapons were tested. Most of the explosions took place at the coast north-west of the Matochkin Strait. Some occurred near the southern coast, including three underwater explosions. A review is given of published estimates of positions, yield and total radiation release of the nuclear atmospheric explosions in the Soviet Union, in particular at Novaya Zemlya. Some information as to position and yield of underground nuclear explosions at Novaya Zemlya, as well as a review of published information of Soviet nuclear weapons, are presented. Finally a review of measured fall-out is given.		
9) DATE 23 January 2001	AUTHORIZED BY This page only  Bjarne Haugstad	POSITION Director of Research

ISBN 82-464-0533-0

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

INNHold	Side
1 INNLEDNING	7
2 ATMOSFÆRISKE SPRENGNINGER VED SEMIPALATINSK OG URAL	7
3 ATMOSFÆRISKE SPRENGNINGER VED NOVAJA ZEMLJA	11
4 NOEN PUBLISERTE OPPLYSNINGER OM BOMBENE	20
5 UNDERJORDISKE SPRENGNINGER PÅ NOVAJA ZEMLJA	21
6 LITT OM RADIOAKTIVT NEDFALL	24
7 KONKLUSJONER	26
Erkjentlighet	27
Litteratur	27

Atmosfæriske prøvesprengninger i Sovjetunionen - en oversikt

1 INNLEDNING

Denne rapport er en oppgradering av et tidligere notat til forskningssjef P Thoresen av 27.02.1995. Siden den tid er flere opplysninger blitt frigitt i Russland. De sovjetiske sprengningene ble ikke annonsert slik det var vanlig å gjøre i USA. Det amerikanske forsvaret hadde derfor systemer for å kunne detektere slike sprengninger. US Atomic Energy Commission (AEC) bekjentgjorde som regel hvilke dager sovjetiske sprengninger hadde funnet sted. Ved hjelp av registreringer av akustiske og seismiske bølger ved forskjellige observatorier og jordskjelvstasjoner ble det etter hvert publisert estimat av tidspunkt, sted og styrke for en del av sprengningene. Jordskjelvstasjonen i Bergen og Observatoriet i Uppsala fikk forespørsler fra US Coast and Geodetic Survey (USCGS) om seismiske registreringer i bestemte tidsperioder. Dette viser at de også hadde opplysninger fra andre kilder, bl a målestasjoner for EMP. Amerikanere var meget interessert i samarbeide med institusjoner i Norge. Avansert og kostbart teknisk utstyr ble overført fra USA. Rådata i form av magnetbånd, filmer og kodede meldinger gikk med ekspress til USA og ble analysert der. Bearbejdede opplysninger kom tilbake i form av publikasjoner (f eks (1)) og pressemeldinger.

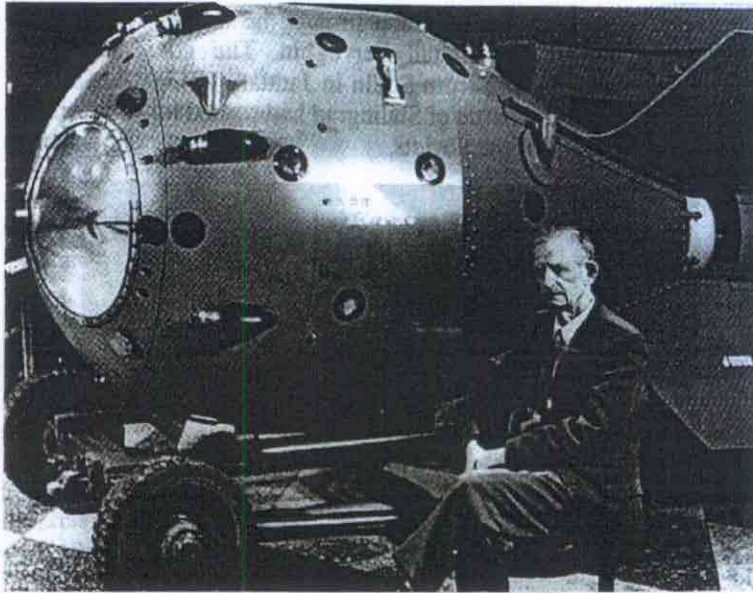
2 ATMOSFÆRISKE SPRENGNINGER VED SEMIPALATINSK OG URAL

Den første sovjetiske atombombe ble sprengt i et tårn vest for Semipalatinsk den 29 august 1949. Kjernen i denne bombe besto av en forniklet kule av plutonium ca 10 cm i diameter. Nedfallet fra bomben ble først målt den 3 september av et amerikansk fly som var utstyrt med filter for å fange opp slike partikler. Dette flyet var et RB-29 fra "375th Air Weather Reconnaissance Squadron" på veg fra Yokota Air Base til Eieson AFB, Fairbanks, i Alaska. I løpet av de neste to uker ble det samlet inn 500 prøver ved 90 flyvninger. Mange av disse prøver hadde spor av fisjonsprodukter (36). Den 23 september ble sprengningen annonsert av president Truman.

Den 8 desember 1992 publiserte Izvestia nyheten om at bomben var en kopi av den første amerikanske bomben. Tegningene ble skaffet til veie av Klaus Fuchs og lederen for atomvåpenprogrammet (Igor Kurchatov) fikk disse høsten 1945. Dette var holdt strengt hemmelig og denne nyheten kom som en stor overraskelse for russiske atomfysikere som fortsatt var i live.

Samtidig utviklet de sin egen bombe som bare hadde halve vekten (ca 2,5 tonn) og en styrke på 30 kt. Den ble prøvet 3 oktober 1951. Det var minst 4 prøver i denne serien. En mer effektiv bombe som benyttet en blanding av uran og plutonium ble prøvet 16 oktober. Det første slipp fra fly foregikk den 18 oktober. Den 12 august 1953 ble den første H-bomben prøvet (2). Det diskuteres i USA om dette virkelig var en H-bombe siden den hadde en såkalt ett-trinns "layer cake"-konstruksjon (36). Men det var den første bombe som benyttet litiumdeuterium i fast form. Styrken var 400 kt og bomber på 1 Mt kunne lages med dette prinsipp (2). Ved

amerikanernes første H-bombeprøve ("Mike", 10 Mt, 31/10-1952) ble det benyttet flytende deuterium som var lite anvendelig p g a det store kjøleanlegget.



Figur 2.1 Publisert bilde av en modell av den første sovjetiske atombomben sammen med atomfysikeren Khariton (2).

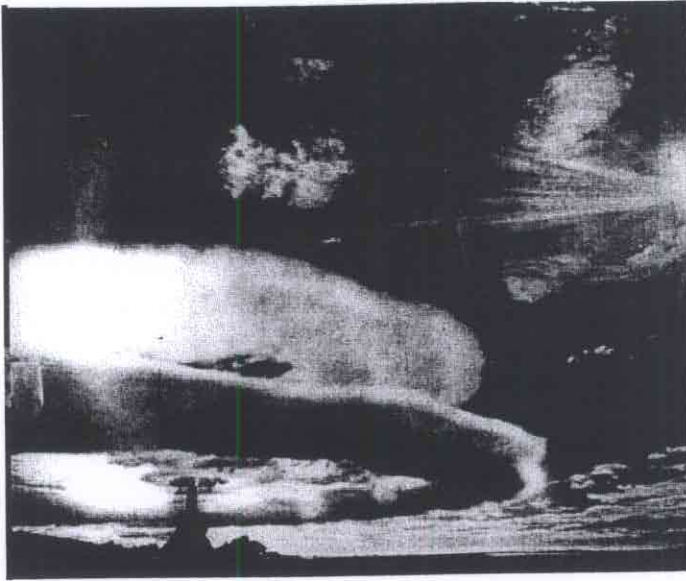
Den russiske eksplosjonen laget et stort krater og Sakarov har fortalt at titusener av innvånere ble evakuert på forhånd (3). I USA mente enkelte at styrken var anslagsvis 200 kt basert på beskrivelsene av krateret og antagelsen om at tårnet var ca 30 m høyt. Diameteren av krateret ble også estimert v h a satellittbilder (4).



Figur 2.2 Sprengningen av den første H-bomben 12. august 1953 ved Semipalatinsk med en styrke på 400 kt.(38)

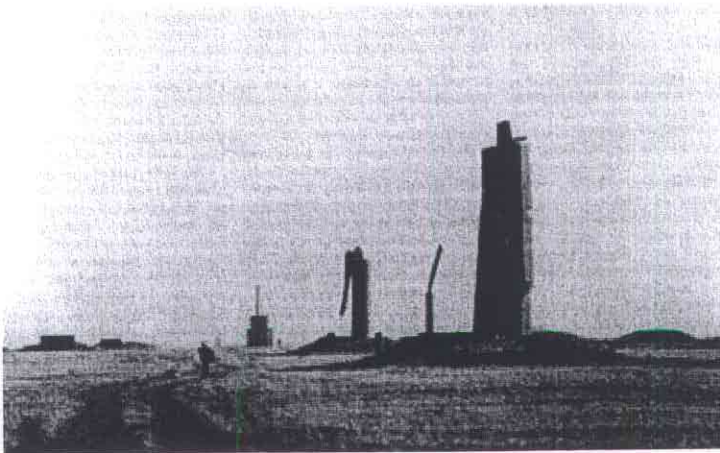
Senere kom Sakarov med sin "Tredje ide" slik at et våpen av ubegrenset styrke ble mulig. Denne ide var den samme som "Teller-Ulam"- prinsippet i USA der strålingstrykket ble benyttet til kompresjon. Den første prøven (1,6 Mt) ble utført den 23 november 1955. Bomben ble sluppet

fra et fly. Sakarov har fortalt at en ung soldat som hadde kastet seg ned i en skyttergrav ble drept. Det ble også en pike på to år da en bjelke falt ned i et tilfluktsrom.



Figur 2.3 Sprengningen av den første "super-bombe" 23/11-1955 ved Semipalatinsk (39).

I prøvemarken ved Semipalatinsk ble anslagsvis 25 prøver utført i lav høyde med bomber montert i tårn. Disse ga store mengder nedfall i omgivelsene. Senere ble det der utført ca 90 prøver i større høyde ved slipp fra fly. Likevel ble det ved 11 av disse prøvene en nedfallssky som drev utenfor prøvemarken (5).



Figur 2.4 Prøvefeltet ved Semipalatinsk. Rester av betongtårn benyttet for tester (39).

Det totale antall atmosfæriske sprengninger er oppgitt av russerne til 216. Det var 87 slike prøver på Novaja Zemlja, derav en nær jordoverflaten og tre nær havoverflaten. I Sentral-Asia ble det utført 127 prøver i atmosfæren, derav 8 i meget stor høyde og ca 25 nær jordoverflaten ved Semipalatinsk og Aralsk. En prøve i Ural den 14 september 1954 ble vel kjent. Bomben som var på 40 kt ble sprengt 350 m over et antall bygninger og undergrunnsanlegg nær Totsk i Orenburg regionen i Syd-Ural. Like etter rykket 40-45 000 soldater inn i området (6). Sprengningen ble registrert i Sverige med en styrke (magnitudo) på 4,6 på Richters skala (7). Publiserte data over sprengningene er vist i Tabell 2.1. Det gikk også rykter om en bombe på 20 Mt som ødela en by i Ural (8). I byen gikk sauer og

geiter omkring. Det ble laget en film for opplæring av personell om ødeleggelsene. En T-banestasjon som ble bygget der overlevde eksplosjonen. Angivelsen av bombens styrke var imidlertid sterkt overdrevet. Lufttrykkbølgen ville i så fall vært registrert i Japan (9) eller andre steder. Slike store bomber ble testet på Novaja Zemlja noen år senere.

DATO	TID GMT	HØYDE ----	LAT. omtrentlige data	LONG. --	MAGN.	STYRKE	REF./REG.
1949							
29/8	0100	tower 30m	50.1	78.3	Semipal	22 kt	AEC, RFCN (Joe 1)
1951							
24/9		tower	"	"		38 kt	AEC, RFCN (Joe 2)
18/10		1. airdrop	50	78	Semipal	42 kt	AEC, RFCN (Joe 3)
1953							
12/8	0136	tower 30m	"	"		400 kt 1.H	AEC, RFCN (Joe 4)
23/8		air	"	"		28 kt	AEC, RFCN (Joe 5)
3/9		"	"	"		5.8 kt	RFNC
8/9		"	"	"		1.6 kt	"
10/9		"	"	"		4.9 kt	"
1954							
14/9	0536.31	350m	52.3	56.5	Ural 4.6	40 kt	AEC, RFCN, Bâth
29/9		air	50	78	Semipal	0.2 kt	RFNC
1/10		"	"	"		0.03 kt	"
3/10		"	"	"		2 kt	"
5/10		surface	"	"		4 kt	"
8/10		atm	"	"		0.8 kt	"
19/10		surface	"	"	<0.001	fizzle	"
23/10		air	"	"		62 kt	" , AEC
26/10		"-(115m)	"	"		2.8 kt	"
30/10		"-(low)	"	"		10 kt	"
1955							
29/7		surface	50	78		1.3 kt	RFNC
2/8		"	"	"		12 kt	"
5/8		"	"	"		1,2 kt	"
6/11		air	"	"		250 kt	2.H-" , RFCN, AEC
23/11	0600	airdrop 4km	"	"		1.6 Mt	3.H, AEC, Japan (9)
1956							
2/2		surface			Aralsk	0.3 kt	RFNC
16/3		surface	50	78	Semipal	14 kt	"
25/3		"	"	"		5,5 kt	"
24/8		"	"	"		27 kt	"
30/8		air	"	"		900 kt	AEC, RFCN, Bâth
2/9		"	"	"		51 kt	AEC, RFCN
10/9		"-(270m)	"	"		38 kt	AEC, RFCN
17/11	1100	"	"	"		900 kt	AEC, RFCN, Japan (9)
14/12		"	"	"		40 kt	RFNC, Japan (9)
1957							
19/1		air(1. rocket)			Aralsk	10 kt	RFNC, AEC, RFCN
8/3		air	50	78	Semipal	19 kt	RFNC, AEC, RRFCN
3/4	1100	"	"	"		42 kt	AEC, RFCN, Japan (9)
6/4	1100	"	"	"		57 kt	AEC, RFCN, Japan (9)
10/4	1000	"	"	"		680 kt	AEC, RFCN, Japan (9)
12/4		"	"	"		22 kt	AEC, RFCN
16/4	0900	"	"	"		320 kt	AEC, RFCN, Japan (9)
22/8		"	"	"		520 kt	AEC, RFCN
26/8		"	"	"		0.1 kt	RFNC
13/9		"	"	"		5.9 kt	RFNC
26/9		"	"	"		13 kt	RFNC
28/12		"	"	"		12 kt	AEC, RFNC
1958							
4/1		air	50	78		1.3 kt	RFNC
17/1		"	"	"		0.5 kt	RFNC
13/3		"	"	"		1.2 kt	RFNC
14/3		"	"	"		35 kt	AEC, RFNC
15/3		"	"	"		14 kt	AEC, RFNC
18/3		"	"	"		0.16 kt	RFNC
20/3		"	"	"		12 kt	RFNC
22/3		"	"	"		18 kt	RFNC
1/11		air(rocket)			Aralsk	10 kt	RFNC
3/11		"	"	"		10 kt	RFNC
1961							
1/9		air	50	78	Semipal	16 kt	AEC, RFCN
4/9		"	"	"		9 kt	AEC, RFCN
5/9		"	"	"		16 kt	AEC, RFCN
6/9		"	"	"		1.1 kt	RFNC
9/9		surface	"	"		0.38 kt	RFNC
10/9		air	"	"		0.88 kt	RFNC
11/9		"	"	"		0.3 kt	RFNC

13/9	-"-	-"-		0.001-20 kt	RFNC
14/9	-"-	-"-		0.4 kt	RFNC
17/9	-"-	-"-		20-150 kt	AEC, RFNC
18/9	surface	-"-		0.004 kt	RFNC
18/9	air	-"-		0.75 kt	RFNC
19/9	surface	-"-		0.03 kt	RFNC
20/9	air	-"-		4.8 kt	RFNC
21/9	-"-	-"-		0.8 kt	RFNC
26/9	-"-	-"-		1.2 kt	RFNC
1/10	-"-	-"-		3 kt	RFNC
4/10	-"-	-"-		13 kt	RFNC
12/10	-"-	-"-		15 kt	AEC, RFNC
17/10	-"-	-"-		6.6 kt	RFNC
19/10	-"-	-"-		0.001-20 kt	RFNC
25/10	-"-	-"-		0.5 kt	RFNC
30/10	-"-	-"-		0.09 kt	RFNC
1/11	-"-	-"-		2.7 kt	RFNC
2/11	-"-	-"-		0.6 kt	RFNC
3/11	surface	-"-		< 0.001 kt	RFNC
3/11	air	-"-		0.9 kt	RFNC
4/11	surface	-"-		0.2 kt	RFNC
1962					
1/8	air	50	78	2.4 kt	RFNC
3/8	-"-	-"-		1.6 kt	RFNC
4/8	-"-	-"-		3.8 kt	RFNC
7/8	0930	-"-	-"-	9.9 kt	AEC, RFNC
18/8	-"-	-"-	-"-	7.4 kt	RFNC
18/8	-"-	-"-	-"-	5.8 kt	RFNC
21/8	-"-	-"-	-"-	20-150 kt	AEC, RFNC
22/8	-"-	-"-	-"-	3 kt	RFNC
23/8	-"-	-"-	-"-	2.5 kt	RFNC
25/8	0540	-"-	-"-	0.001-20 kt	RFNC
27/8	-"-	-"-	-"-	11 kt	RFNC
31/8	-"-	-"-	-"-	2.7 kt	RFNC
22/9	surface	-"-	-"-	0.21 kt	RFNC
24/9	air	-"-	-"-	1.2 kt	RFNC
25/9	surface	-"-	-"-	7 kt	RFNC
28/9	air	-"-	-"-	1.3 kt	RFNC
9/10	-"-	-"-	-"-	8 kt	RFNC
10/10	-"-	-"-	-"-	9.2 kt	AEC, RFNC
13/10	-"-	-"-	-"-	4.9 kt	RFNC
14/10	-"-	-"-	-"-	0.001-20 kt	RFNC
20/10	0341	-"-	-"-	6.7 kt	RFNC
28/10	0441	-"-	-"-	7.8 kt	RFNC
28/10	-"-	-"-	-"-	7.8 kt	RFNC
30/10	surface	-"-	-"-	1.2 kt	RFNC
31/10	air	-"-	-"-	10 kt	RFNC
1/11	0920	-"-	-"-	3 kt	RFNC
3/11	-"-	-"-	-"-	4.7 kt	RFNC
4/11	-"-	-"-	-"-	8.4 kt	AEC, RFNC
5/11	surface	-"-	-"-	0.4 kt	RFNC
11/11	-"-	-"-	-"-	0.1 kt	RFNC
13/11	-"-	-"-	-"-	< 0.001 kt	RFNC
14/11	air	-"-	-"-	12 kt	RFNC
17/11	-"-	-"-	-"-	18 kt	AEC, RFNC
24/11	surface	-"-	-"-	< 0.001 kt	RFNC
26/11	-"-	-"-	-"-	0.031 kt	RFNC
1/12	air	-"-	-"-	2.4 kt	RFNC
23/12	surface	-"-	-"-	< 0.001 kt	RFNC
24/12	-"-	-"-	-"-	0.007 kt	RFNC
24/12	-"-	-"-	-"-	0.028 kt	RFNC

AEC - Atomic Energy Commission

(1.H - første H-bombe)

GS - US Geological Survey, Denver (tidligere USCGS)

RFNC - Russian Federal Nuclear Center, 1996. (32). (Sprengningsstyrke og dato, ikke tidspunkt).

Båth - Markus Båth ref. (7)

Tabell 2.1 Atmosfæriske prøvesprengninger ved Semipalatinsk, Aralsk, og Ural

3 ATMOSFÆRISKE SPRENGNINGER VED NOVAJA ZEMLJA

Etter krigen satset Sovjet mye på å videreutvikle tyske V-2 raketter. De opprettet i slutten av 1940-årene et prøvelfelt for raketter som strakte seg langs vestsiden av Novaja Zemlja, fra

Kvitsjøen til Frans Josefs land. Øya ble i 1954 konfiskert av militære myndigheter som bygde 3 radarstasjoner langs vestkysten. Den ene lå helt ved nordspissen av øya (10). Der ble det allerede i 1920-årene bygd en radiostasjon (Kapp Zjelanie) samt en annen ved østenden av Matotsjkinstredet (Vykhodnoy). I syd ved byen Belusjya Guba ble det bygget en flyplass. Byen er det administrative senter for øya og hadde opp til 4000 innbyggere. Det ble også bygd radarstasjon og flyplass på Frans Josefs land. Disse installasjoner hadde rimeligvis stor betydning da det ble behov for å utføre prøver med kjernevåpen. Etter den tid er det rimelig å anta at de ble benyttet i forbindelse med rakettutskytninger fra ubåter i Barentshavet.

Innslag fra Novaja Zemlja er blitt vist i NRK TV siden 1991. Først fra Nordfeltet (Sjumilikhadalen) ved Matotsjkinstredet der underjordiske sprengninger startet i 1964. Det ble fortalt at nenentserne som bodde mange steder på øya (130 familier, ca 400 personer) ble tvangsflyttet til et sentralt sted i 1954. Deretter ble de sendt av sted med to skip. Først til Arkhangelsk og siden videre, de fleste til Kolgujev, andre til områder på fastlandet mot Petsjora der de opprinnelig kom fra i årene 1877 til 1930. ("Nenets autonomous district"). I 1991 ble det hevdet at det var påbegynt et nytt prøvefelt nær Nordfeltet og to tunneler skulle være klargjort. På grunn av prøvestans ble dette arbeidet stilt i bero. Arbeiderne pendlet mellom byen Amderma (7000 innbyggere) og det nye feltet. Folk fra Amderma bygget også de gamle anleggene og krigsfanger ble opprinnelig benyttet (10). Det er også vist filmer fra Sydfeltet ved Tsjernajabukten der en overflatesprengning fant sted 7 september 1957 og der underjordiske prøver startet i 1973. I 1975 var området så radioaktivt at det ble forlatt.

Den militære aktiviteten på øya var lite kjent. USA og UK sendte fly fra England (Lakenheath) allerede i 1951 for å utforske Barentshavet, men det sovjetiske luftforsvar hindret overflyvning av området. Et U-2 fly fra Bodø den 9 og 25 oktober 1958 hadde området rundt øya som mål (11). Norske etterretningsfartøyer (Eger, Marjatta) ble holdt borte fra områder med militær aktivitet av marinefartøyer. Selfangere som dro til området ved øya ble utstyrt med fotografiapparater av Forsvarets etterretningsstab ("Delfinus"-stasjonen i Tromsø) for å rapportere om aktivitet. (11).

Etterat sivile overvåkingssatellitter (SPOT, ERS etc) er kommet i drift har FFI bygget opp kompetanse til å motta, bearbeide, og analysere slike bilder (se Figur 3.3).

Admiral Strauss ("chairman" i AEC) hevdet i september 1956 at området i Barentshavet hadde blitt benyttet til kjernefysiske prøvesprengninger. I 1955 detekterte M Båth i Sverige en undervannssprengning som bekreftet dette.

AEC oppga at en sprengning på mer enn 1 Mt fant sted 24 september 1957 i forbindelse med en stor flåteøvelse i Barentshavet. M Båth registrerte en sprengning av tilsvarende seismisk magnitudo allerede den 7 september. Nedfall fra disse ble målt i Norge og Sverige. Den 10 oktober var det en undervannssprengning av liten styrke.

I 1958 var det en stor aktivitet. Det ble den gang opplyst at prøvene startet den 1 april og endte den 25 oktober. Mange av de 22 sprengningene som ble oppgitt av AEC var av størrelsesorden 1 Mt mens de øvrige ble oppgitt til anslagsvis 20 kt eller mindre. I november ble det enighet mellom USA og Sovjet om å stanse atmosfæriske prøvesprengninger.

Sovjet startet med prøvesprengninger den 1 september 1961. AEC oppga at 24 eksplosjoner fant

sted ved Novaja Zemlja den høsten. Mest kjent er "superbomben" på ca 50 Mt den 30 oktober. Den 23 oktober var det en sprengning på ca 15 Mt. I USA mente man at Sovjet hadde gjort store fremskritt når det gjaldt utvikling av nye våpen og de startet derfor prøvesprengninger i atmosfæren våren 1962.

I august 1962 tok sprengningene ved Novaja Zemlja til igjen. Først noen små og deretter en stor på 20 Mt den 5 august. AEC oppga det året at 31 sprengninger hadde funnet sted og at ca fem av disse hadde en styrke på over 8 Mt.

Antall atmosfæriske sprengninger på Novaja Zemlja er av russerne oppgitt til 87. De har også oppgitt at én av disse fant sted nær jordoverflaten den 7 september 1957 ved Tsjernaja-bukten i den sydlige del av øya. Der ble det et krater med høye strålingsnivåer. Den ble registrert av Båth som antok at den fant sted utenfor den nordlige del av øya (7). Det ble også utført prøver i Tsjernaja-bukten med en undervannstorpedo litt senere i 1957 (10 oktober). Det ble hevdet at 8 av 12 skip ble ødelagt (6). I 1961 ble det registrert enda en slik sprengning. En eksplosjon på sjøoverflaten den 27 oktober 1961 i dette området ble også registrert av Båth. Prøvesprengningene for øvrig fant hovedsakelig sted oppunder 74° nordlig bredde ved et nes vestenfor Sulmenov-bukten.

3.1 Observasjoner av atmosfæriske sprengninger ved Novaja Zemlja

Lysglimtet fra minst 3 sprengninger ble sett på Korpfjellet i Passvik i 1962. Mange kvelder var himmelen opplyst i øst etter eksplosjoner (12). Sprengningene fant sted om morgenen og av og til om formiddagen. På Hopen, ca 900 km mot vest, var det en norsk meteorologisk stasjon med 4 personer høst/vinter 1962. Lysfenomener ble observert utover høsten 1962. Julaften 1962 kom det røde lyset fra øst og bredte seg ut over hele himmelen. Det ble hevdet at det var mulig å lese en avis i dette lyset før det forsvant (40).

Det røde skumringslyset skyldes antagelig lys fra litiumatomer som var brakt opp i ca 80 km høyde av de store eksplosjonene (13). Litium ble benyttet i sovjetiske H-bomber. Til vanlig opptrer det sporadisk om vinteren et meget svakt rødlig skumringslys av naturlige årsaker (natriumatomer). En rekke personer i Finnmark og Troms hørte bulder eller torden og merket vinddraget fra luftsjokket. Jorden ristet og det oppsto små bølger i vannskorpen (12).

De store sprengningene genererte sterke overflatebølger. Men først ankommer seismiske trykkbølger (p-bølger) som er viktige for lokaliseringen. Disse signaler viste seg å ha meget liten styrke. Det var derfor et krevende og møysommelig arbeide å kunne finne slike signaler blant naturlig forekommende støy i seismogrammene. Styrken var bare 1/3 av det som tilsvarende overflatesprengninger gir. Dette tydet på at eksplosjonshøyden var av størrelsesorden én til flere km. Signalene avtar sterkt med avstanden, men ved 1000 km øker de igjen til et maksimum rundt 2000 km, for deretter å avta. Observatoriet i Uppsala viste seg derfor i en gunstig avstand fra øya og det ble tidlig registrert mange sprengninger. M Båth undersøkte bl a styrkeforholdet til forskjellige seismiske bølgetyper for å få estimat av høyden (7). Denne metoden var lite presis, men viste at sprengningen den 27/10-61 fant sted nær overflaten (7).

I Norge hadde vi en stasjon på Svalbard (Isfjord) som kom i drift 7/7-58, én i Tromsø fra 17/9-60, samt én i Kirkenes litt senere. Disse stasjoner lå imidlertid i en mindre gunstig avstand til å

gi god registrering av p-bølger. Støy- og grunnforhold var heller ikke ideelle. I Kongsberg fikk vi den 1/9-62 en meget følsom stasjon langt inne i gruvene. De norske stasjonene ble administrert fra Jordskjelvstasjonen i Bergen som ble etablert allerede i 1905. Seismometrene var ikke spesielt følsomme p g a mye støy fra byen. Det var stort sett bare stasjoner i Norge, Sverige (Kiruna, Uppsala og Skalstuga) og Finland (Sodankylä) som var nær nok til å få brukbare registreringer. Observatoriene i College, Alaska og Pasadena, California, samt et par andre stasjoner i USA registrerte bare noen av de aller største sprengningene. Opplysninger fra alle disse stasjoner gjorde det mulig for amerikanerne å beregne posisjonene for de største sprengningene med en nøyaktighet som ble anslått til 15 km (1,11).

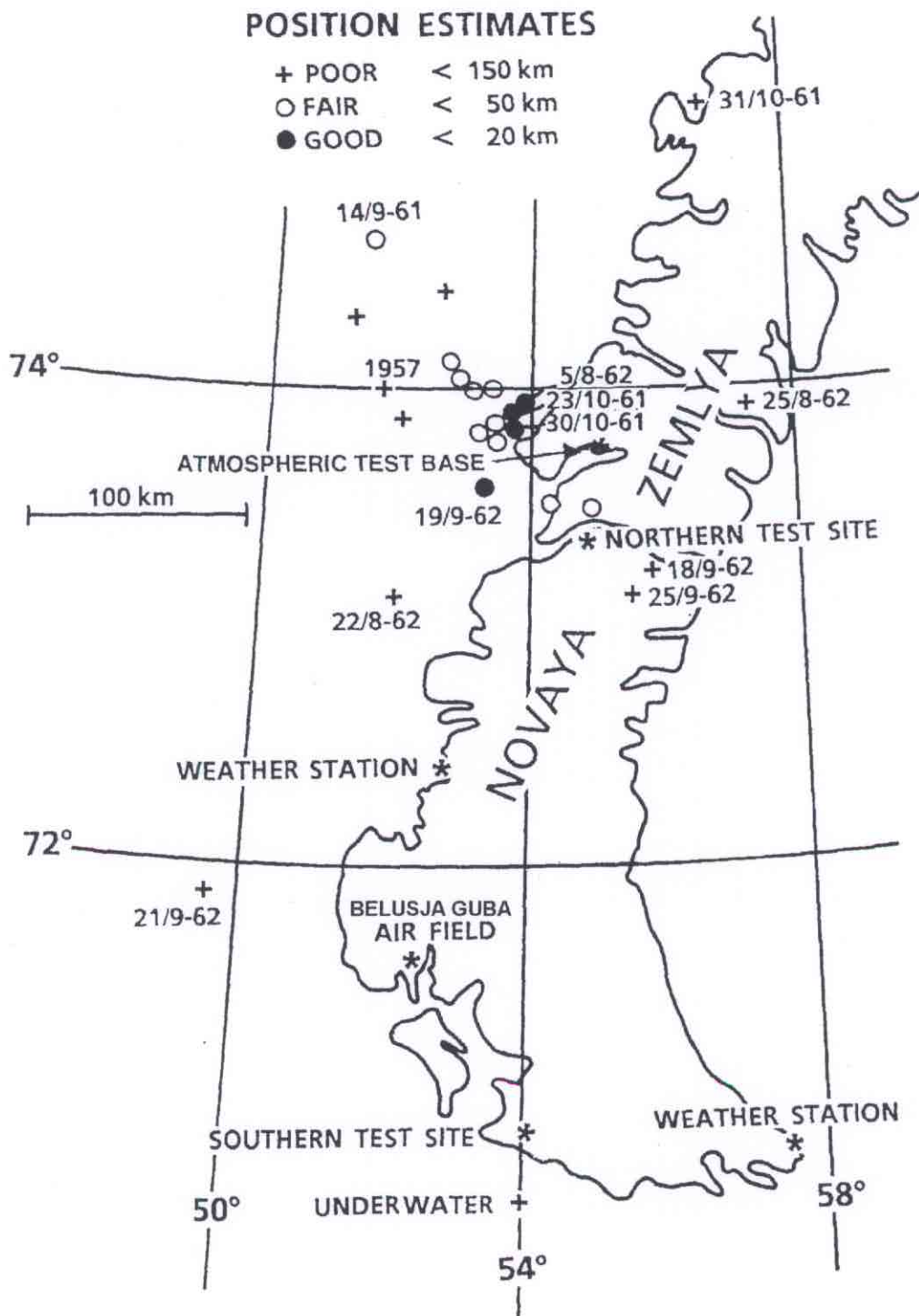
Underjordiske sprengninger som startet i 1964 ga p-bølger som var 10-100 ganger sterkere og de var derfor mye lettere å detektere og lokalisere.

Det viste seg at de seismisk beregnede posisjoner til disse eksplosjonene lå 5-10 km for langt mot vest. Denne systematiske feil har rimeligvis vært vel så stor ved registreringen av de atmosfæriske sprengningene. De største bombene ble dermed sprengt inne på land, og ikke utenfor kysten som det fremgår av Figur 3.1.

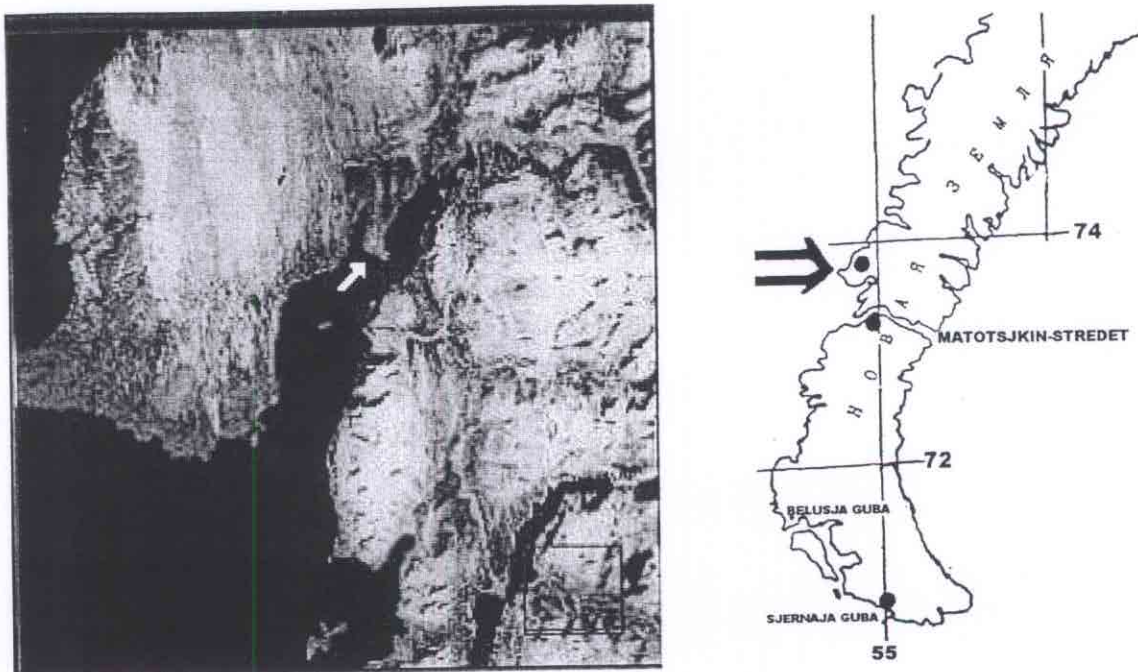
Store grupper av seismometre, "arrays", ble installert i Norge etter 1965. Det ble dermed mulig å detektere og lokalisere meget svake eksplosjoner. Enkelte små underjordiske sprengninger i nordområdene er derfor bare blitt registrert av NORSAR på Kjeller.

Estimat av posisjonene til atmosfæriske sprengninger er basert på flere studier (1,7,30,31), og er gjengitt i Tabell 3.1. Noen av sprengningene ble registrert av svært få stasjoner. Usikkerheten i posisjonen kan dermed være 100 km som vist i Figur 3.1. Det virker som om flyene stort sett tok kursen nordover fra flyplassen ved Belusjya Guba og slapp bombene nær kysten eller inne på land. Denne del av øya er meget øde og de få som holdt til der ble evakuert. Basen for de atmosfæriske sprengningene var bare ca 30 km fra disse store eksplosjonene, men lå i ly av fjell som vist på Spot-bilder (Figur 3.2 og (14)). Etter sprengningen av "superbomben" var jordoverflaten på prøvefeltet jevnet ut og blankskurt som en fotballbane og fjellsidene var blitt skinnende blanke mens snøen var smeltet. Trehus var ødelagt og steinhus hadde mistet tak, vindu og dører i flere 100 kilometers avstand fra nullpunktet (33). Det ble også hevdet at varmestrålingen kunne føles i et fly i 270 km avstand og radiosambandet var borte i nesten en time. Lysglimt ble sett i 1000 km avstand og soppskyen steg til 64 km høyde (33).

Jordskjelvstasjonen i Bergen samarbeidet med FFI og man var tidlig klar over hvor viktig registrering av EMP vil være for å kunne måle høyden av sprengninger (16). Det var professor M. Sellevoll og forskningssjef. T. Hvinden ved FFI som ledet dette arbeidet. Tidspunktet for eksplosjonen kan en få ved registrering av EMP som går med lysets hastighet. Seismiske registreringer gir tidspunktet da lufttrykkbølgen fra eksplosjonen treffer bakken. Forskjellen i disse tidspunkt er den gangtid som lufttrykkbølgen har brukt ned til bakken og høyden kan dermed estimeres (16). Norge hadde små muligheter for å kunne foreta kostbare EMP-registreringer på den tid og en sikker forhåndsvarsling av mulig spredning av nedfall var derfor vanskelig. Det er oppgitt at amerikanerne målte EMP fra "superbomben" i Norge og rimeligvis ble målinger utført ved andre eksplosjoner (11). Målinger ble holdt strengt hemmelig. Prinsipp for en slik stasjon er vist i (17) og stasjonene ble etter hvert så følsomme at de kunne registrere EMP fra lynnedslag over hele det euroasiatiske kontinent (18).



Figur 3.1 Estimerte posisjoner av kraftige atmosfæriske sprengninger 1955-62 basert på seismiske registreringer. Ref. (1,7,30,31)



Figur 3.2 Prøvefeltet for atmosfæriske sprengninger på Novaja Zemlja (øverst til v.). Pilen angir baseområdet (se Figur 3.3). Firkanten nederst til høyre viser området for underjordiske sprengninger. Satellittbilde (SPOT, 1990).



Figur 3.3 Basen for atmosfæriske sprengninger på Novaja Zemlja, se pilen i Fig 3.2, (Sukho halvøyen i Sulmenov bukten, satellittbilde (SPOT, 1990)). En veg (nord-syd) med bygninger er synlig til høyre for midten av bildet.

DATO	TID	HØYDE(km)	LAT.	LONG.	MAGN.(MB)	STYRKE	REF.	REG.
GMT	----- omtrentlige data -----							
1955								
21/9	0500.55	UV	70.5	52.5	5.4	3,5 kt	GS	B
1957								
7/9	1059.58	overfl.	(74.0	51.8)	4.2	32 kt	RFCN	B
24/9	0859.52	luftsp.	74.0	51.8	4.4	1,6 Mt	AEC	"-
6/10	0858.16	"-	74.0	51.8	4.6	2,9 Mt	GS	"-
10/10	0654.44	UV	70.7	52.5	5.6	10 kt	AEC	"-
1958								
23/2		luftsp				0,86 Mt	"-	"-
27/2	0759.25	"-	74.0	51.8	4.4	0,25 Mt	"-	B
27/2	1023.57	"-	"-	"-		1,5 Mt	"-	"-
14/3		"-				40 kt	"-	"-
21/3		"-	"-	"-		0,65 Mt	RFNC	
30/9	0743	"-	74.0	51.8		1,2 Mt	AEC	B
30/9	0955.03	lav	"-	"-	5.1	0,9 Mt	"-	B, Isfjord
2/10	0800.50	luftsp	"-	"-		0,29 Mt	"-	B
2/10	0901	"-				40 kt	RFNC,	"-
4/10		"-				9 kt	RFNC	
5/10	0600	"-				15 kt	RFNC,	AEC
6/10		"-				5,5 kt	RFNC	
10/10	0751	"-				68 kt	AEC,	RFNC
12/10	0753.34	"-	73.93	53.32	4.1	1,45 Mt	"-	(1)
15/10	0751.14	"-	74.00	51.80	4.2	1,5 Mt	"-	(1)
18/10	0951.05	"-	73.97	53.05	4.5	2,9 Mt	"-	(1)
19/10	0727	"-				40 kt	"-	"-
19/10		"-				< 0,001 kt	RFNC	
20/10	0820.24	"-	74.0	51.8		0,44 Mt	"-	B
21/10		"-				2 kt	RFNC	
22/10	0821.06	"-	73.77	53.28	4.5	2,8 Mt	"-	(1)
24/10	0803.06	"-	73.69	54.97	4.0	1 Mt	"-	(1)
25/10	0820	"-				0,19 Mt	"-	"-
25/10		"-				< 0,1 kt	RFNC	
1961								
10/9	0900.14	luftsp	73.84	52.00	4.6	2,7 Mt	"-	(1)
10/9		"-				12 kt	"-	"-
12/9	1008.12	"-	74.4	52.5	4.3	1,15 Mt	"-	B
13/9		ovf.sjø				6 kt	"-	"-
14/9	0956.17	luftsp	74.58	51.63		1,2 Mt	"-	(1)
16/9	0908.14	"-	74.0	51.9		0,83 Mt	"-	B,GS
18/9	0759.37	"-	74.0	52.0	4.4	1 Mt	"-	B,GS
20/9	0812.09	"-	74.4	52.5	4.3	< 1,5 Mt	"-	B
22/9	0800.53	"-	74.4	52.2		0,26 Mt	"-	B
2/10	1030.43	"-	74.4	52.5		0,25 Mt	"-	B
4/10	0730.55	"-	74.4	52.5	4.5	< 10 Mt	"-	B
6/10	0700.09	"-	73.79	51.18	4.7	4 Mt	"-	(1)
8/10		"-				15 kt	"-	"-
20/10	0807.02	"-	73.8	53.2	4.3	1,45 Mt	"-	B,GS
23/10	0831.21	3.5 km	73.84	53.52	5.1	12.5 Mt	"-	(1)
23/10	1030.48	UV	70.6	54.0	5.5	4,8 kt	"-	B,GS
25/10	0831.03	luftsp	74.4	52.5		0,3 Mt	"-	B
27/10	0830.29	ovf.sjø	70.7	53.5	4.9	16 kt	"-	B,GS
30/10	0833.28	3.7 km	73.82	53.57	5.4	50 Mt	"-	(1)
31/10	0829.17	luftsp	73.6	56.2		< 1,5 Mt	"-	B,GS
31/10	0838.00	"-	75.1	56.7	4.7	5 Mt	"-	(1)
2/11	0841.15	"-	74.7	56.0		0,28 Mt	"-	B
2/11		"-				0,12 Mt	"-	"-
4/11		"-				15 kt	RFNC	
4/11	0720.20	luftsp	73.7	55.7	4.4	< 1,5 Mt	"-	B,GS
4/11		"-				6 kt	RFNC	

1962							
5/8	0908.44	luftsp	73.89	53.64	5.2	21,1 Mt	RFNC (1)
10/8	0900.26	"--				0.15-1,5 Mt	"-- (19)
20/8	0902.17	"--	74.29	51.28	4.6	2,8 Mt	"-- (1)
22/8	0900.14	"--	73.12	51.99	4.4	1,6 Mt	"-- (1)
22/8		ovf.sjø				6 kt	RFNC
25/8	0900.20	luftsp	73.90	57.32		1,5-10 Mt	"-- (1)
27/8	0900.20	"--	74.08	52.64	4.7	4,2 Mt	"-- (1)
2/9		"--				80 kt	RFNC, B
8/9	1017.59	"--	73.81	53.29	4.4	1,9 Mt	AEC (1)
15/9	0802.11	"--	74.05	52.98	4.6	3,1 Mt	"-- (1)
16/9	1059.04	"--	73.48	54.15	4.6	3,25 Mt	"-- (1)
18/9	0829.02	"--	73.2	55.7	4.3	1,35 Mt	"-- (19)
19/9	1100.58	"--	73.56	53.34	4.9	1,5-10 Mt	"-- (1)
21/9	0801.33	"--	71.85	49.59		2,4 Mt	"-- (1)
25/9	1302.27	"--	73.13	55.40		19,1 Mt	"-- (1)
27/9	0803.11	"--	73.49	54.86	5.1	10-20 Mt	"-- (1)
7/10	1632	"--				320 kt	"-- (19)
9/10		"--				15 kt	RFNC
22/10	0906.13	"--	74.00	53.25	4.9	8,2 Mt	AEC (1)
27/10	0735	lav?				260 kt	"-- B
29/10	0735	lav?				360 kt	"-- "--
30/10		lav?				280 kt	"--
1/11	0630	lav?				240 kt	"-- "--
3/11	0831	lav?				390 kt	"-- "--
3/11						45 kt	RFNC
18/12	1030	høy?				110 kt	"-- "-- (19)
18/12	1053	høy?				69 kt	"-- "-- (19)
20/12		luftsp				8,3 kt	"--
22/12		"--				6,3 kt	"--
23/12	1115.15	"--				430 kt	"-- "--
23/12		"--				8,3 kt	RFNC
23/12		"--				2,4 kt	RFNC
24/12	1044.22	"--	73.6	57.5		1,1 Mt	AEC, "--
24/12	1111.45	"--	73.96	54.87		24,2 Mt	"-- (1)
25/12	1335.59	"--	73.67	54.66		3,1 Mt	"-- (1)
25/12		"--				8.5 kt	RFNC

AEC - Atomic Energy Commission

(MB - magnitude body waves - trykklølger)

GS - US Geological Survey, Denver (tidligere USCGS)

RFNC - Russian Federal Nuclear Center, 1996. (32). (Sprengningsstyrke og dato, ikke tidspunkt).

B - Markus Båth ref. (7)

luftsp. - sprengningshøyde anslagsvis gitt av formel side 24. (32).

høy - mer enn denne høyde

lav - mindre -- " --

overfl - overflatesprengning

ovf.sjø - overflatesprengning på sjø

UV - undervannsprengning

MAGN. - Beregnet seismisk p-magnitudo, hovedsakelig av M Båth.

Isfjord - stasjon på Svalbard

Tabell 3.1 Prøvesprengninger i atmosfæren og i sjø ved Novaja Zemlja 1955-62.

Posisjonene er estimert ut i fra seismisk registrering (1,7).

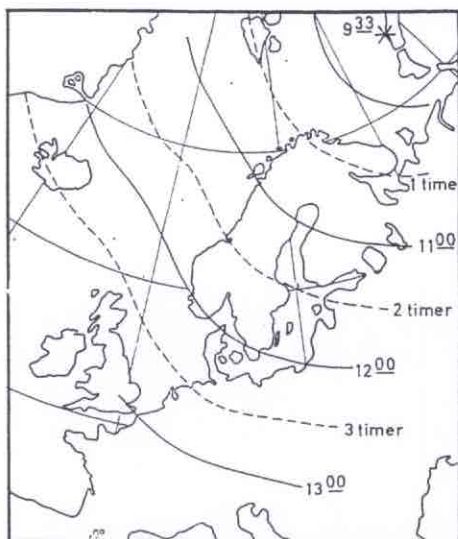
Det totale antall er oppgitt til 87 i atmosfæren, derav 3 på sjø. Dessuten 3 i sjø.

En EMP-registrering ville også fortelle mye om bombens styrke og konstruksjon (17) og amerikanerne holdt bl a av den grunn også forskningen på EMP hemmelig.

Sprengninger i luft, i motsetning til de nær overflaten, gir ikke kraftig EMP og den avtar med økende avstand. EMP som kom inn over Finnmark har derfor hatt en styrke på bare 1-10 V/m (17). Det er nok til å gi spraking i vanlige radioapparater i eksplosjonsøyeblikket, men noe slikt

er ikke rapportert.

Sprengningene ga også trykkbølger i atmosfæren. Bølgene fra de største eksplosjonene gikk jorden rundt (1). Det ble også gjort målinger av styrken til trykkbølgen og hvordan den vandret sydover i Norge som vist i Figur 3.4 (15). Slike målinger kunne ikke bestemme eksplosjonsstedet og tidspunktet med brukbar nøyaktighet, men ga estimat av bombestyrken.



Figur 3.4 Kurvene viser fronten av lufttrykkbølgen ved forskjellige klokkeslett og for 1, 2, og 3 timer etter eksplosjonen ved Novaja Zemlja den 27 september 1962 (15).

De aller største bombene ga registrering av en svak geomagnetisk forstyrrelse ved observatoriet i Kiruna (19). Slike forstyrrelser av lavfrekvente magnetiske felter har stor rekkevidde dersom eksplosjonen finner sted i stor høyde og har tilstrekkelig styrke. Tidspunktet for eksplosjonen kan bestemmes med en nøyaktighet på få sekunder. To eksplosjoner den 18/12-62 ga også slike svake magnetfelt (19). Styrken av disse sprengningene var imidlertid forholdsvis liten (ca 100 kt) og eksplosjonshøydene kan derfor ha vært mer enn 4000 m. Det ble opprinnelig i 1961 antatt at russerne ville sprengte et stort våpen i stor høyde over bakken ("100 miles") ved bruk av rakett. Denne type sprengninger fant i henhold til opplysninger fra Russland (32) bare sted over Sentral-Asia (20). En av disse (22/10-62) ble registrert i Tromsø (21). Eksplosjonene den 22/10 og 28/10-62 ble registrert i Kiruna (19).

Tabell 3.2 viser tilgjengelige informasjonen om disse sprengningene over Sentral-Asia.

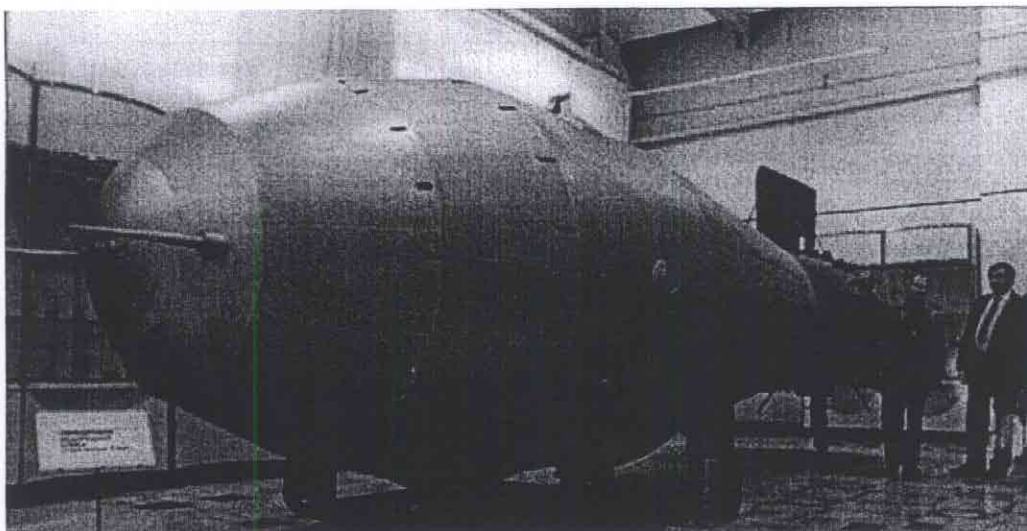
DATO	TID GMT	LAT.	LONG.	STYRKE kt	HØYDE km	REG.
----- omtrentlige data -----						
1961						
6/9		48,5	44,3 (Kapuskin Yar)	11	15	
6/10		-	" -	40	50	
27/10		46	73 (Sary Shagan)	1,2	250	M, EMP
27/10		-	" -	1,2	130	
1962						
22/10	0340.45	-	" -	300	>100	- " -
28/10	0441.20	-	" -	300	>100	- " -
1/11	0912.03	-	" -	300	<100	

Tabell 3.2 Sprengninger i meget stor høyde over Sentral-Asia (17,32,35)
M, EMP: magnetfelt- og EMP-registrering i USA

4 NOEN PUBLISERTE OPPLYSNINGER OM BOMBENE

Enkelte hevdet på den tiden at den sovjetiske superbomben var sylindrisk med en lengde på minst 5 m, diameter 3 m og vekt 15 tonn. De mente at den ble eksplodert i et fjernstyrt ubemannet Tupolev-4 som var brakt opp i 4000 m høyde (26).

Det viste seg imidlertid senere at russerne hadde et nytt større bombefly Tupolev-95 ("Bear"). Dette var en kopi av B-52 som kunne bringe en slik vekt opp til 10 km høyde (27). Bomben kunne dermed slippes fra fly. Det ble senere opplyst at den var ca 8 m lang og 2 m bred med en vekt på over 20 tonn. Bomben ble anbrakt under flykroppen etterat en hadde fjernet en del av skroget rundt bombeluken og laget en spesiell løfte og festemekanisme. Det ble sluppet i en stor spesiallaget fallskjerm. Bomben sprenge i en høyde på anslagsvis 4 km (2).



Figur 4.1 Den eksperimentelle superbomben som ble brukt 30. oktober 1961(39).

Ved analyse av fjernnedfallet ble den funnet å ha vært forholdsvis "ren" med et ytre skall av bly. Innslaget av fisjonsenergi var bare 3% og det er hevdet at den hadde en mulig styrke på over 100 Mt, men styrken ble satt lavere av sikkerhetshensyn (2). Var et skall av naturlig uran (^{238}U) blitt benyttet kunne den også hatt en styrke mer enn 100 Mt, men da hadde den blitt meget "skitten" (28).

Den var ikke noen ferdig operativ bombe, dette ville kreve vesentlig større vekt. Det ble derfor utviklet en bombe som var anslagsvis 7,5 m lang, 2 m i diameter, og vekt 25 tonn. Ved forsøkene i 1962 ble den prøvet 3 ganger med gradvis mindre innstillinger fra ca 30 til ca 10 Mt. Den blir vist frem i et museum i Sarov ("Arzamas 16", 400 km øst for Moskva) sammen med modeller av andre bomber (2, 29,38).

De store våpen ble også tilpasset interkontinentale raketter (SS-9) som kunne ta en last på over 6 tonn. SS-9 (opptil 20 Mt?) ble i årene 1965-80 regnet som en stor trussel mot rakettfelt i USA og mot byer ("City-booster").

Amerikanernes største sprenghing er oppgitt til 15 Mt. ("Bravo", 1/3-1954). Et ytre skall av ^{238}U ble benyttet. En bombe på 3,4 Mt og 3 tonn vekt ("Cherokee", 20/5-1956) ble sluppet fra B-52 ved ca 10 km og sprenge i en høyde på ca 4 km. Den største operative bombe (B24) kunne



Figur 4.2 Den sovjetiske operative superbombe, prøvet med opptil 30 Mt (38).

innstilles opp til 20 Mt og leveres med B-52. Bomben var mer enn 6 m lang med vekt 21 tonn. Den er forlenget gått ut av tjeneste og ble i 1962 erstattet med B53 på 9 Mt. Den veide 4 tonn og hadde lengde 3,7 m og diameter 1,3 m. B-52 kunne ta 4 slike bomber. De ytre deler av disse bomber blir vist på Atomvåpenmuséet i Albuquerque.

I 1955, 1957 og 1961 ble det registrert undervannsprengninger av liten styrke (opptil 10 kt) utenfor sydkysten av Novaja Zemlja (7). Disse bomber ble utviklet til bruk mot ubåter som torpedo eller synkemine.

En film i NRK TV (1993) viste en flybåren bombe. Det ble hevdet at den ble benyttet i undervannsprøven i september 1955. To militære løftet bomben ut fra en kasse og 4 mann festet den under vingen til et sjøfly. Bakerst på bomben var det en sylindrisk beholder med fallskjerm. Bomben var anslagsvis 1 m lang og ca. 25-30 cm i diameter.

5 UNDERJORDISKE SPRENGNINGER PÅ NOVAJA ZEMLJA

Den første underjordiske eksplosjon i Sovjet fant sted den 11/2-61 i Semipalatinsk. Totalt skal det være utført 496 underjordiske sprengninger, derav 327 i Semipalatinsk, 156 for fredelige formål (32), samt 42 på Novaja Zemlja der prøvene startet (Nordfeltet) den 18/9-64. I tidsrommet 1973-75 ble det også utført slike tester på Sydfeltet (Fig. 5.1). Liste over tilgjengelige opplysninger (32, 34, 37) over de underjordiske sprengningene på Novaja Zemlja er gitt i Tabell 5.1 og 5.2.



Figur 5.1 Sprengningsområdet på Sydfeltet med Tsjernaja-bukten (merket med firkant), samt bilder fra stedet (40)

ORIGIN	TIME			LOCATION		MAGNITUDE		STA	REF.		
	YEAR	MON	DAY	HR	MI	SEC	LAT			LONG	MB
1973	SEP	27	6	59	58.0	70.756N	53.872E	6.00	4.9	106	GS a
	OCT	27	6	59	57.4	70.779N	54.177E	6.90	5.5	221	GS b
			8	3	56.3	70.807N	53.231E	4.20		9	GS COLL.
			8	21	20.7	70.891N	52.868E	4.40		15	GS COLL.
			9	13	51.3	71.297N	51.875E	4.80	3.6	18	GS COLL.
1974	JUL	22	1	32	21.5	70.682N	53.545E	4.40	2.8	14	GS c
	NOV	2	4	59	56.7	70.817N	54.063E	6.70	5.3	205	GS d
1975	OCT	18	8	59	56.3	70.843N	53.690E	6.70	5.1	254	GS e

MB – magnitude body waves (trykkbølger)

MS – magnitude surface waves (overflatebølger)

STA – Antall registrende stasjoner

GS – US Geological Survey

COLL. – Sammenfall av kaviteten rundt sprengningen

Fra Russian Federal Nuclear Center (RFCN), 1996, (32):

a eksplosjon 20 – 150 kt i borrehull

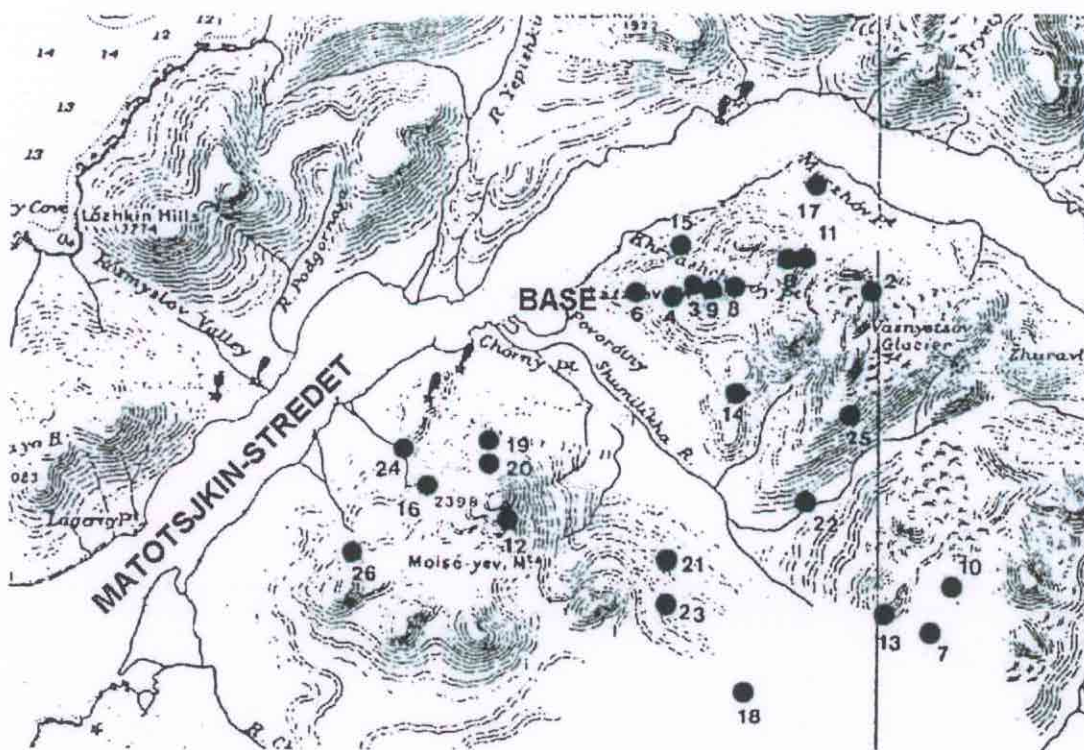
b eksplosjon 1.5 – 10 Mt største eksplosjon i borrehull

c ikke oppgitt

d eksplosjon 1.5 – 10 Mt i borrehull

e 2 eksplosjoner 0.15 – 1.5 Mt i samme borrehull samt en eksplosjon 0.15 – 1.5 Mt i et annet borrehull

Tabell 5.1 Underjordiske sprengninger på Sydfeltet (34).



Figur 5.2 Nordfeltet med estimat av posisjon for sprengninger nummerert i Tabell 5.2 (37).
Bilde av Sjumilikha-dalen med basen i bakgrunnen og basen fra sjøen (40).

ORIGIN YEAR	MON DAY		HR	TIME		LOCATION		MAGN.			REF.	NR
	MON	DAY		MI	SEC	LAT	LONG	MB	MS	STA		
1964	SEP	18	7	59	54.8	72.900N	55.200E	4.30		9	GS	1
	OCT	25	7	59	58.8	73.500N	53.700E	4.90		29	GS	2
1966	OCT	27	5	57	57.7	73.400N	54.900E	6.30		217	GS	3
1967	OCT	21	4	59	58.5	73.385N	54.826E	5.99		45	GS	4
1968	NOV	7	10	2	5.3	73.405N	54.859E	6.00		134	GS, a	5
1969	OCT	14	7	0	6.2	73.403N	54.814E	6.10		127	GS, b	6
1970	OCT	14	5	59	57.1	73.315N	55.146E	6.70	5.1	157	GS	7
1971	SEP	27	5	59	55.2	73.387N	55.100E	6.40	5.2	176	GS	8
1972	AUG	28	5	59	56.5	73.336N	55.085E	6.30	4.7	70	GS	9
1973	SEP	12	6	59	54.3	73.302N	55.161E	6.80	5.0	226	GS, c	10
1974	AUG	29	9	59	55.5	73.366N	55.094E	6.40	5.0	110	GS, d	11
	DEC	12	21	19	46.0	72.000N	49.000E	4.40		14	ISC	
1975	AUG	23	8	59	57.9	73.369N	54.641E	6.40	4.9	210	GS, e	12
	OCT	21	11	59	57.3	73.351N	55.078E	6.50	5.2	102	GS, f	13
1976	SEP	29	2	59	57.4	73.404N	54.817E	5.80	4.5	216	GS	14
	OCT	20	7	59	57.7	73.420N	54.567E	5.10	3.4	93	GS, g	15
1977	SEP	1	2	59	57.5	73.376N	54.581E	5.70	3.4	171	GS	16
	OCT	9	11	0	0.3	73.626N	53.158E	4.50		41	GS	17
1978	AUG	10	7	59	57.7	73.336N	54.792E	5.90	4.3	238	GS, h	18

	SEP	27	2	4	58.2	73.380N	54.669E	5.60	4.5	222	GS, i	19
	NOV	15	8	30	1.0	73.000N	55.000E	4.30			NAO	
1979	SEP	24	3	29	58.3	73.369N	54.708E	5.70	4.5	260	GS, j	20
	OCT	18	7	9	58.3	73.338N	54.807E	5.80	4.4	198	GS, k	21
1980	OCT	11	7	9	57.0	73.353N	54.997E	5.80	3.8	190	GS, l	22
1981	OCT	1	12	14	56.8	73.317N	54.812E	5.90	3.8	236	GS, m	23
1982	OCT	11	7	14	58.1	73.368N	54.532E	5.60	3.6	141	GS, m	24
1983	AUG	18	16	9	58.6	73.383N	54.913E	5.90	4.2	263	GS	25
	SEP	25	13	9	57.7	73.348N	54.495E	5.80	3.7	261	GS, m	26
1984	AUG	26	3	30	0.0	74.100N	53.800E	4.20			NAO	
	OCT	25	6	29	57.7	73.370N	54.955E	5.90	4.7	269	GS, m	
1987	AUG	2	1	59	59.6	73.314N	54.709E	5.80	3.4	242	GS, n	
		25	14	0	0.0	74.100N	54.600E	3.20			NAO	
1988	MAY	7	22	49	58.1	73.364N	54.445E	5.60	3.8	384	GS, j	
	DEC	4	5	19	52.8	73.367N	55.071E	5.90	4.6	243	GS, n	
1990	OCT	24	14	57	58.0	73.364N	54.827E	5.60	4.0	213	GS, o	

STA – ANTALL STASJONER

NAO – BARE REGISTRERT AV NORSAR

GS – US Geological Survey

NR – ANTALL EKSPLOSJONER

ISC – International Seismological Center

Fra Russian Federal Nuclear Center (RFCN), 1996, (32):

- a 2 EKSPLOSJONER (0.15 – 1.5 Mt) + 1 LITEN (<0.001 kt) I SAMME TUNNEL
- b 2 EKSPLOSJONER (0.15 – 1.5 Mt) + 1 MINDRE (20 – 150 kt)
- c STØRSTE UNDERJORDISKE EKSPLOSJON (1.5 – 10 Mt) + 3 MINDRE (0.15-1.5 Mt) I SAMME TUNNEL
- d 3 EKSPLOSJONER (0.15 – 1.5 Mt) + 2 EKSPLOSJONER (< 150 kt)
- e 4 EKSPLOSJONER (0.15 – 1.5 Mt) + 4 EKSPLOSJONER (< 150 kt) I SAMME TUNNEL
- f 4 EKSPLOSJONER (0.15 – 1.5 Mt) + 1 EKSPLOSJON (20 – 150 kt)
- g 4 EKSPLOSJONER (< 20 kt)
- h 1 EKSPLOSJON (20 – 150 kt) + 5 SMÅ (< 20 kt) I SAMME TUNNEL
- i 1 EKSPLOSJON (20 – 150 kt) + 6 SMÅ (< 20 kt) I SAMME TUNNEL
- j 1 EKSPLOSJON (20 – 150 kt) + 2 SMÅ (< 20 kt) I SAMME TUNNEL
- k 2 EKSPLOSJONER (20 – 150 kt) + 2 SMÅ (< 20 kt) I SAMME TUNNEL
- l 2 EKSPLOSJONER (20 – 150 kt) + 5 SMÅ (< 20 kt)
- m 1 EKSPLOSJON (20 – 150 kt) + 3 SMÅ (< 20 kt) I SAMME TUNNEL
- n 1 EKSPLOSJON (20 – 150 kt) + 4 SMÅ (< 20 kt) I SAMME TUNNEL
- o 1 EKSPLOSJON (20 – 150 kt) + 7 SMÅ (< 20 kt) I SAMME TUNNEL (Den siste prøvesprengning i Russland)

Tabell 5.2 Underjordiske sprengninger på Nordfeltet (34).

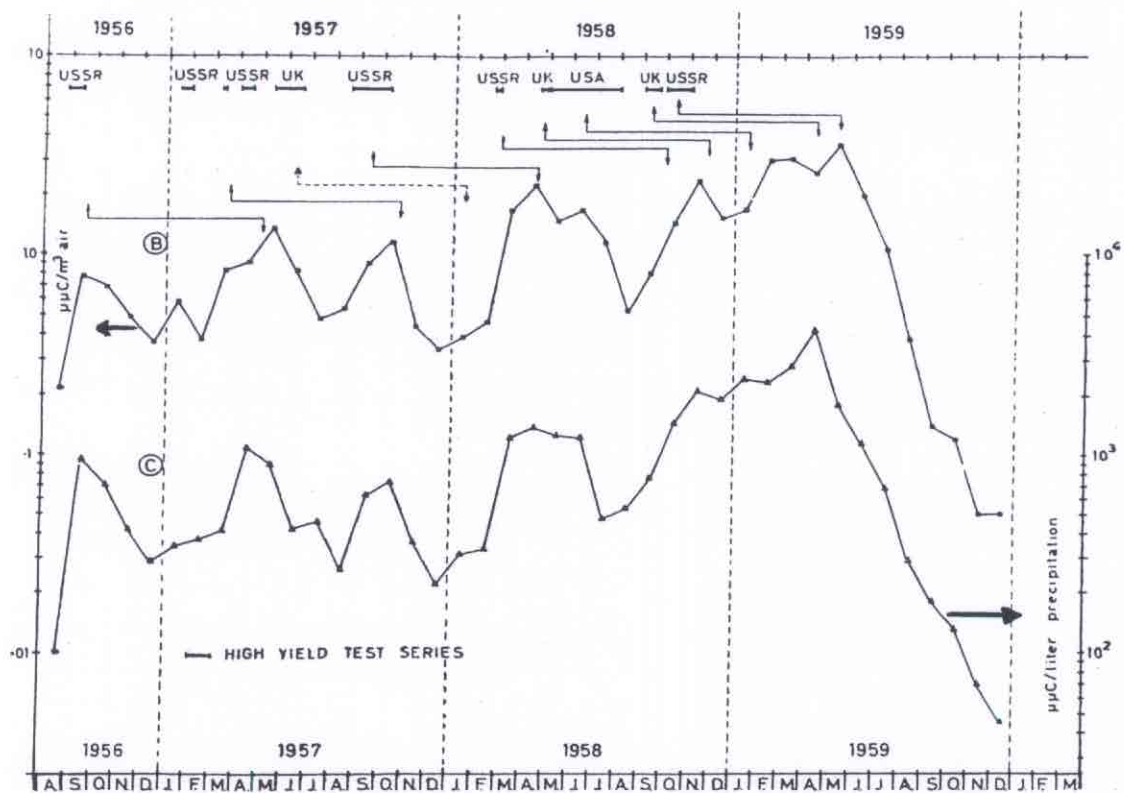
6 LITT OM RADIOAKTIVT NEDFALL

Omfanget av det radioaktive nedfall er avhengig av eksplosjonens høyde over bakken samt vær og vindforhold. Superbomben, samt den andre store bomben i 1961, ble oppgitt til å ha blitt sprengt i en høyde på ca 3700 m. Denne høyde var antagelig stor nok til å hindre store mengder farlig nedfall i nærområdene. I alle fall ble nedfallet fra bomberestene spredt over meget store avstander og områder. I områder med regnvær ble partiklene ”vasket” ned til bakken slik at det kunne bli lokale konsentrasjoner av nedfall.

Bombene ble sluppet fra fly. Dette måtte skje i så stor høyde som mulig for at flyet skulle komme på trygg avstand fra eksplosjonen. En avstand på minst 20 km antas å være nødvendig. Skjer sprengningen så høyt som 4000 m blir det minimalt med tid for å unnsnippe. Superbomben ble sluppet i en høyde på 10500 m (2) og sprengte derfor bare få minutter senere (22). Bomben hang i en meget stor spesiallaget fallskjerm og flyet var hvitmalt for å redusere varmpåvirkningen (2). Flyet rakk ut til sikkerhetssonen som var 45 km (33).

For å unngå farlig næredfall må sprengningshøyden være så stor som mulig. Nedre grense for dette blir oppgitt til $35 \cdot (kt)^{0.4}$ m, d v s 35 m for 1 kt, 550 m for 1 Mt og 2800 m for 58 Mt (44). Den sikre grensen er 50% høyere. Ildkulen kommer dermed ikke i berøring med jordoverflaten slik at bakkematerialer eller sjøvann blir fordampet, gjort radioaktivt, og deretter spredt i omgivelsene. Russerne oppgir at stort sett alle deres luftsprengningene fant sted i høyder som var større enn dette, fra 0,7 til 10 km gitt ved uttrykket: $100 \cdot (kt)^{0.33}$ m (32).

I 1955 kom radioaktivt nedfall for alvor inn over Norge. Bare i løpet av september 1956 ble mengden i nedbør tidoblet som vist i Figur 6.1. Målinger av nedfall ble utført av FFI (23) både ved bakken og med jagerfly opp til 12 km høyde. Målinger ble også utført av laboratorier i andre land. Ved hjelp av ballonger ble det høsten 1962 målt radioaktiv stråling fra nedfall i 6-30 km høyde over Tromsø, Kiruna og Tyskland (24). I hovedtrekk ble nedfallet ført med vestlige vinder langs kysten av Sibir, deretter sydoover og tilbake til Skandinavia. Enkelte steder der det var nedbør mens "atomsbyene" var på vei fikk den største strålingen. Nedbørsområder i Nord-Norge og på Vestlandet var derfor utsatt. Den 6 november 1962 kom det en veldefinert radioaktiv sky inn over Norge fra sydøst (25). Beitesesongen var da heldigvis over (23). USA hadde et eget "High Altitude Sampling Program" (HASP) der nedfall kunne måles i mer enn 25 km høyde. Det ble benyttet U-2 fly fra en base i Alaska (Eielson). De første kom allerede i februar 1958 og opererte ut året. Høsten 1961 var tre slike fly i aktivitet. Den 27/10-62 mistet et U-2 kursen og kom inn over Øst-Sibir. Det ble beskyttet av sovjetiske fly (11).

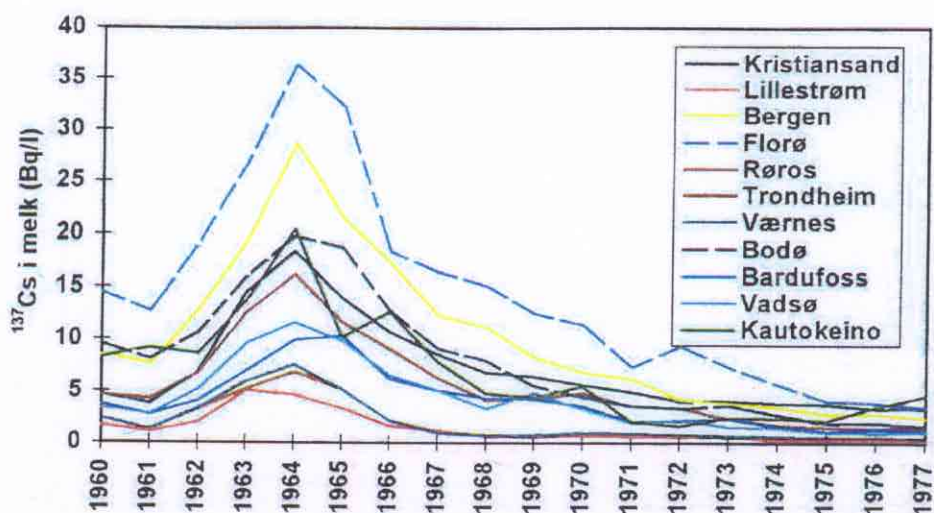


Figur 6.1 Sammenfatning av tidlige nedfallsmålinger August 1956 - Desember 1959 (41)

Kurve B: Månedlig gjennomsnitt av nedfall i luft og nær bakke. Gjennomsnittlige verdier ved 9 stasjoner.

Kurve C: Månedlig gjennomsnitt av nedfall i nedbør. Gjennomsnittlige verdier ved 12 stasjoner.

Meget små radioaktive partikler fra de store sprengningene ble ført høyt opp i stratosfæren og siden fordelt utover hele den nordlige halvkule. Styrken av oppsamlet radioaktivitet i jordsmonnet nådde sitt maksimum i Norge i 1965-67 og har siden avtatt. Radioaktiviteten i melk som fikk en topp i 1964 har også avtatt vesentlig som vist i Figur 6.2. Det samme skjedde med en ny topp i 1986 p g a Tsjernobylulykken (42). Aktiviteten i luft har i de senere år vært ubetydelig (43).



Figur 6.2 Årsgjennomsnitt for cesium-137 i melk for alle målestasjonene.
Dagens tiltaksgrense er satt til 370 Bq/l (42).

Produksjonen av langlivede radioaktive produkter er vist i tabell 1. Mengden av kortlivede produkter (f eks ^{131}I - halveringstid 8 dager) kan ha vært meget stor. Høsten 1962 ble mengden av ^{131}I målt i nedfall. Doser på opptil 0,4 mGy ble akkumulert i skjoldbruskkjertelen til barn og voksne (25). Dette var imidlertid bare ca en 1/1000 av det som tilsvarende ble målt på personell nær prøvofeltet i Nevada i USA like etter sprengninger.

	TOTALT ANTALL	SAMLET STYRKE ENERGI FISJON		GENERERT STRÅLING PBq		
		Mt	Mt	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H
		NOVAJA ZEMLJA	88	250	80	410
HELE VERDEN	525	430	160	930	540	240000

Tabell 4.1. Grove estimat av total energi og strålingsgenerering ved atmosfæriske sprengninger (45)

7 KONKLUSJONER

Norske myndigheter var på den tiden alvorlig bekymret over mulighetene for at skadelig nedfall kom inn over Norge fra prøvene ved Novaja Zemlja og hadde bl a utarbeidet planer for evakuering. En var bl a vel kjent med at prøvesprengningen Bravo, som fant sted på overflaten ved Bikini-atollet, hadde brakt farlig nedfall (1 Gy) med vinden ut til en avstand på 500 km. Det ble ikke tilnærmevis målt slikt nedfall i Norge (23).

Vindretninger var stort sett mot øst. Men av og til virket det som om Sovjet ikke tok hensyn til at vinden hadde retning mot Norge. Heldigvis ble ingen av de store bombene sprengt nær bakken og mengden av nærnedfall ble derfor redusert. Det er oppgitt at en mindre sprengning fant sted nær bakken. Slike sprengninger var tidligere blitt utført ved Semipalatisk samt i Uralområdet. Ellers ble tre små sprengninger utført nær sjøoverflaten og tre i sjøen.

I 1961-62 ble 7 kjempemessige bomber av en styrke på ca 10 til 50 Mt sprengt i atmosfæren ved Novaja Zemlja. Den totale sprengkraft som der ble benyttet var anslagsvis 250 Mt som ga ca 80 Mt i fisjonsenergi og ca 700 PBq av ^{137}Cs og ^{90}Sr . Dette er anslagsvis halvparten av det som er blitt generert totalt av samtlige sprengninger i atmosfæren. Forsøkene var en unik hendelse og noe lignende har ikke skjedd andre steder. Norge var lite rustet til å kunne følge med i alt som foregikk der oppe. Men norsk etterretning tolket sovjetisk radiosamband og fikk rede på når bomber skulle sprenges (11).

Erkjentlighet

Professor Markvard A. Sellevoll ved Jordskjelvstasjonen i Bergen har skaffet til veie data over registreringer i Norge. Professor Eystein S. Husebye som tidligere var ved NORSAR har bidratt med ytterligere opplysninger. Professor Markus Båth ved Observatoriet i Uppsala har oversendt rapporter og publikasjoner om sine registreringer. Professor Alv Egeland har bidratt med data over forskjellige elektromagnetiske registreringer som ble utført i Kiruna (1961-62).

Litteratur

- (1) W L Donn, D M Shaw (1967): *Exploring the atmosphere with nuclear explosions*, Rev Geophys, Vol 5, Nr 1, s 53
- (2) Yuli Khariton, Yuri Smirnov (1993): *The Khariton version*, Bull Atom Sci, May 1993, p. 20, Yuri Smirnov (1994): Intervju i Aftenposten 4 mars 1994, samt personlig kommunikasjon.
- (3) Andrej Sakharov (1975): Mitt land og verden, J W Cappelens forlag.
- (4) H York (1976): *The Advisors*, W H Freeman and Company, San Francisco
- (5) V Kianitsa (1993): *Test Anxiety*, Bull Atom Sci, Oct. 1993, p.37
- (6) NTB-AP: *Sovjet-soldater brukt som forsøksdyr*, Aftenposten 3 aug 1992.
J Peerera (1993): *Forty-year-old secret explodes*, New Scientist, 18 Dec 1993.
- (7) M Båth: *Seismic records of explosions - especially nuclear explosions*, FOA rapporter: A 4270- 4721 Part 3 1962, A 2020-2092 Del 2 1959, Dnr 2441-2092 Del 1 1958, Försvarets forskningsanstalt, Sverige.
- (8) Z A Medvedev (1980): *Atomkatastrofe i Ural*, Forlaget Oktober A/S.
- (9) R. Yamamoto (1957): *A Dynamical Theory of the Microbarographic Oscillations Produced by the Explosions of Hydrogen Bombs*, Journ Met Soc Japan, Vol. 35, No 5, p. 32, 1957
- (10) S Wennerstrøm (1972): *Fra begynnelse til slutt*, Gyldendal
- (11) R Tamnes (1991): *The United States and the Cold War in the High North*, Ad Notam forlag A/S. Chr. Christensen (1988): *Vår hemmelige beredskap*, Cappelens forlag.

- (12) Sørvaranger avis, 1 november 1961 samt 6 og 10 oktober 1989. NRK TV 1991.
- (13) H M Sullivan, D M Hunten (1962): *Lithium twilight at Saskatoon, 1960-1962*, Nature, Vol 193, No 4820, s 1064
- (14) J Skorve, J K Skogan (1992): *The NUPI Satellite Study of the Northern Nuclear Test Area on Novaya Zemlya*, NUPI 1992.
- (15) K Trægde (1963): *Trykkløper fra atombombeekspløsjoner*, Naturen Vol. 87, Nr. 6, s. 333.
- (16) A Kvale, M Sellevoll (1963): *Kjernefysisk eksplosjon eller jordskjelv?*, Naturen Vol. 87, Nr.6, s. 323.
- (17) K-L Grønhaug (1978): *Elektromagnetisk puls, Håndbok 1978*, Intern Rapport F-657, Forsvarets forskningsinstitutt
- (18) B N Turman (1977): *Detection of lightning superbolts*, J Geophys Res 82, 18, 2566 (1977)
- (19) T Elkins, A Egeland (1963): *Ionospheric effects associated with nuclear weapon tests July-December 1962*, Scientific Report No. KGO 63 2, Kiruna Geophysical Observatory, samt Report No. KGO 611, 1961
- (20) K-L Grønhaug (1987): *Kjernevåpen, strålevåpen og EMP*, Sivilt beredskap, Nr 1, s 4
- (21) S Berger (1977): Brev av 27/6-77, Nordlysobservatoriet i Tromsø,
- (22) New York Times (1961): *Bomben sprengte for tidlig*, Aftenposten 27 oktober 1961.
- (23) T Hvinden (1963): *Radioaktivt nedfall i Norge*, Teknisk ukeblad, Nr 37, s 873, 1963, samt Nr 38-39, 1958. Nature, Vol 185, No 4716, s 805, 1960.
- (24) E Keppler et al (1964): *Radioaktive debris from nuclear explosions at high altitudes*, Journ Atm Terr Phys, Vol 26, s 429
- (25) T Hvinden, A Lillegraven, O Lillesæter (1964): *Passage of a radioactive cloud over Norway, November 1962*, Nature, Vol 202, No 4936, s 950-2.
- (26) J Gellner (1962): *Raketenlucke und Abscheckingslucke*, Allgem Schweiz Militarzeitschrift, Vol 128, s. 248
- (27) JANE'S All the worlds aircraft (1965)
- (28) R E Lapp (1970): *Nuclear Weapons: Past and Present*, Bull Atom. Sci, Vol 26, Nr 6 s 103
- (29) Ukjent (1992): *First Showing for super-bomb*, Jane's Defence weekly 7 Nov. 1992

- (30) S Chrapin (1966): *Higher-mode seismic waves from atmospheric nuclear explosions over Novaya Zemlya*, Jour Geophys Res, Vol 71, Nr 13, s 2951
- (31) P W Pomeroy (1963): *Long period seismic waves from large, near-surface nuclear explosions*, Bull Seism Soc Am, Vol 53, Nr.1, s 109
- (32) Russian Federal Nuclear Center (RFCN) (1996): *USSR Nuclear Weapons Tests and Peaceful Nuclear Explosions, 1949 through 1990*. ISBN 5-85165-062-1.
- (33) Viktor Adamsky, Yuri Smirnov: *Moscow's Biggest Bomb: The 50-Megaton Test of October 1961*, <http://www.seas.gwu.edu/IHP/BULLETINS/b4a13.htm>
- (34) NORSAR: *Seismological Bulletines 1964-1994, Nuclear Explosions, Norwegian Seismic Array*, Pb. 51, N-2027, Kjeller.
- (35) S Norris et al (1994): *Known Nuclear Tests Worldwide, 1945 to 1998*, Bull Atom Sci., November/December 1998, p. 65.
- (36) R S Norris, W M Arkin (1995-98): *NRDC NUCLEAR NOTEBOOK*, Bull Atom Sci.
- (37) R C Lilwall, P D Marshall: *Body Wave Magnitude and Locations of Soviet Underground Explosions at the Novaya Zemlya Test Site*, AWRE Report NO. 017/86, 1986
- (38) <http://www.vniief.ru/museum/>
- (39) <http://www.fas.org/nuke/hew/Russia/>
- (40) J Kalvemo et al: *NRK TV, 1991-92*
- (41) T Hvinden, D Hveding, A Lillegraven, S H Small (1960): *Fall-out over Norway from High-yield Nuclear Explosions*, Nature, Vol 185, 4716, 805-7
- (42) S Høibråten (1997): *Radioaktivt nedfall over Norge siden 1954*. Artikkelsamling 1996, FFI.
- (43) A Sæbø, S Høibråten, T Engøy (1998): *Måling av radioaktive stoffer i nedfall over Norge 1982 -1997*. FFI/NOTAT-98/06058
- (44) S Glasstone, J Dolan: *The Effects of Nuclear Weapons, Third Edition*, US Department of Defense and Department of Energy, Washington DC, 1977.
- (45) K-L Grønhaug: *The Nuclear Atmospheric Explosions on Novaya Zemlya, Estimates of Positions, Energy and Radiation Release*, Conference on Radiological and Radiation Protection Problems in The Nordic Regions, November 21-22, 1991

FORDELINGSLISTE

FFIBM
Dato: 23 januar 2001

RAPPORTTYPE (KRYSS AV)		RAPPORT NR.	REFERANSE	RAPPORTENS DATO	
<input checked="" type="checkbox"/> RAPP	<input type="checkbox"/> NOTAT	<input type="checkbox"/> RR	2001/00791	FFIBM/699/136	23 januar 2001
RAPPORTENS BESKYTTELSESGRAD			ANTALL EKS UTSTEDT	ANTALL SIDER	
UGRADERT			45	30	
RAPPORTENS TITTEL Atmosfæriske prøvesprengninger i Sovjetunionen - en oversikt			FORFATTER(E) Grønhaug, Karl-Ludvig		
FORDELING GODKJENT AV FORSKNINGSSJEF:			FORDELING GODKJENT AV AVDELINGSSJEF:		
					

EKSTERN FORDELING

INTERN FORDELING

ANTALL	EKS NR	TIL	ANTALL	EKS NR	TIL
1		FD	14		FFI-Bibl
3		FO/E	1		Adm direktør/stabssjef
1		Statens strålevern	1		FFIE
1		v/ Ole Harbitz	1		FFISYS
1		v/ Tone Bergan	1		FFIBM
1		v/ Jon Reitan			
1		UD	1		Bjørn Arne Johnsen, FFIBM
1		MD	1		Bjarne Haugstad, FFIBM
1		FABS	1		Steinar Høibråten, FFIBM
1		Institutt for energiteknikk	1		Odd Harry Arnesen, FFIBM
1		v/Arne Sæbø	1		Thor Engøy, FFIBM
1		v/Viking Eriksen	1		Monica Endregard, FFIBM
1		NORSAR	1		Karl-Ludvig Grønhaug, FFIBM
		www.ffi.no			FFI-veven

FFI-K1

Retningslinjer for fordeling og forsendelse er gitt i Oraklet, Bind I, Bestemmelser om publikasjoner for Forsvarets forskningsinstitutt, pkt 2 og 5. Benytt ny side om nødvendig.