

FFI RAPPORT

NATO Armaments Ballistic Kernel - Tilpasninger for bruk i Odin2

HAARSETH Egil

FFI/RAPPORT-2003/00008

FFIBM/81501/913

Godkjent
Kjeller 10. oktober 2003

Bjarne Haugstad
Forskningsjef

**NATO Armaments Ballistic Kernel -Tilpasninger for
bruk i Odin2**

HAARSETH Egil

FFI/RAPPORT-2003/00008

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

FORSVARETS FORSKNING SINSTITUTT (FFI)
Norwegian Defence Research Establishment

UNCLASSIFIED

P O BOX 25
 NO-2027 KJELLER, NORWAY

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2003/00008	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 35
1a) PROJECT REFERENCE FFIBM/81501/913	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE NATO Armaments Ballistic Kernel -Tilpasninger for bruk i Odin2 NATO Armaments Ballistic Kernel - Adjustments for use in Odin2		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) HAARSETH Egil		
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)		
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH: IN NORWEGIAN:		
a) <u>NATO Armaments Ballistic Kernel</u>	a) <u>NATO Armaments Ballistic Kernel</u>	
b) <u>Ballistic Software</u>	b) <u>Ballistikkprogramvare</u>	
c) <u>Modified Point Mass Model</u>	c) <u>Modifisert massepunktmodell</u>	
d) <u>Software Development</u>	d) <u>Programvareutvikling</u>	
e) <u>Quality Assurance</u>	e) <u>Kvalitetssikring</u>	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT The NATO Armaments Ballistic Kernel is a sharable software package for NATO. The software package contains functionality to calculate ballistics and firing data for artillery and mortars (ammunition using point mass model or modified point mass model for trajectory calculations). In addition the NABK contains various functionality related to ballistics. The software package has been integrated in the new fire direction system Odin2. In the process some configuration and adjustments to the NABK have been required. The report documents all differences between the baseline release 3.02 and the tailored release 3.02.N.2. Secondly, the software needs to be tested in order to ensure that it works properly. The qualification testing is divided into two categories, accuracy and functional. The report describes the two categories as well as results from the testing.		
9) DATE 10. oktober 2003	AUTHORIZED BY This page only Bjarne Haugstad	POSITION Director of Research

ISBN-82-464-0775-9

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

INNHold

	Side	
1	INNLEDNING	7
2	KORT OM NABK	7
3	KONFIGURERING	9
3.1	Konfigurasjonsfil	9
3.2	Konfigurasjonspakker	10
3.3	Prioriteringstabell for overføring av innskutt korreksjon	10
3.3.1	Lagring av innskutte korreksjoner	11
3.3.2	Regler for overføring	11
3.3.3	Oppbygging av prioritetstabellen	12
3.3.4	Forslag til prioritetstabell	14
4	ENDRING AV KODEN	14
4.1	Fjerne kode for Copperhead granat	15
4.2	Utvide maksimumsgrenser for databasestruktur	15
4.3	Utvide streng for subunit ID	15
4.4	Mulighet for å "skru av" baseburn eller rakettmotor	15
4.5	Modifisere prosedyre for enkeltbaneberegning	16
4.6	Prosedyre for krete- og luftkorridorsjekking av ekstern kulebane	16
4.7	Modifisere metode for V_0 management	16
4.8	Modifisere regler for overføring av innskutt korreksjon	17
5	SLUTTESTING - METODER	17
5.1	Nøyaktighetstesting	18
5.1.1	Testsett	18
5.1.2	Gjennomføring	18
5.2	Inventar	19
5.3	Toleranse	20
5.4	Funksjonstesting	20
6	SLUTTESTING- RESULTATER	21
6.1	Nøyaktighetstesting	21
6.1.1	155mm artilleri, Equations of Motion, FCT	21
6.1.2	155mm artilleri, Fire Mission, FCT	22
6.1.3	155mm artilleri, Fire Mission, FCTR	22
6.1.4	81mm bombekaster, Equations of Motion, FCT	22
6.1.5	81mm bombekaster, Fire Mission, FCT	22
6.2	Funksjonstesting	23

7	OPPSUMMERING	25
A	PARAMETERE I KONFIGURASJONSFIL	26
B	FORSLAG TIL KONFIGURASJONSFIL FOR ODIN2	28
C	TESTSETT	30
C.1	Parametere for basis FCT testsett	30
C.2	Parametere for basis FCT testsett – overgrader	31
C.3	Parametere for normal FCT testsett	31
C.4	Parametere for stresset FCT testsett	32
C.5	Parametere for flatbane FCT testsett	32
C.6	Parametere for bombekaster FCT testsett	33
C.7	Parametere for FCTR testsett	34
	Litteratur	35

NATO Armaments Ballistic Kernel -Tilpasninger for bruk i Odin2

1 INNLEDNING

NATO Armaments Ballistic Kernel (NABK) er en softwarepakke som er utviklet av NATO i fellesskap. NABKs primære funksjon er å beregne ballistikk og skytedata for artilleri og bombekaster. Aktiviteten startet opp i 1995 og første versjon av softwarepakken ble levert i 1998. Deretter har det pågått kontinuerlig videreutvikling.

Med tiden har NABK blitt integrert i et tjuetalls ildledningssystemer i flere NATO land. Her hjemme benyttes den i feltartilleriets nye ildledningssystem Odin2 (K2IS), samt i flere ballistikkapplikasjoner utviklet ved FFI. Det har imidlertid vært behov for å utføre en del konfigurering og tilpasninger for å kunne bruke NABK i Odin2.

Software må kvalitetssikres, deriblant slutttestes, for å minimalisere sannsynligheten for at det oppstår feil. NABK er å betrakte som sikkerhetskritisk software fordi konsekvensene ved eventuelle feil kan bli store. Kvalitetssikring er derfor spesielt viktig. Hver ny versjon av NABK gjennomgår derfor en omfattende slutttesting. På grunn av at vi har lagt inn egen ballistikkdata og foretatt mindre tilpasninger er det behov for å repetere denne slutttestingen.

Dette notatet beskriver nødvendig konfigurering og tilpasninger av NABK. Videre beskriver det metoder for slutttestingen og resultater fra denne. Den tilpassede versjonen bygger på NABK release 3.02 og har fått betegnelsen 3.02.N.2. Betegnelsen N.2 står her for Norge og nasjonal release nummer 2.

2 KORT OM NABK

NABK kan beregne ballistikk for de fleste ammunisjonstyper for artilleri og bombekaster. Forutsetningen er at banen kan beregnes enten med massepunktmodell (PM) eller modifisert massepunktmodell (MPM). Videre har NABK følgende funksjonalitet som enten er relatert til eller krever data fra ballistikkberging.

Beregne og overføre innskutte korreksjoner. Bruk av innskutt korreksjon (IK) er en metode for å redusere systematisk feil. Metoden går i korte trekk ut på å sammenligne faktisk og forventet treffpunkt. Overføring av IK til senere beskytning utføres etter bestemte regler for å sikre at forholdene er tilstrekkelig like. Regler for overføring er tilpasset Odin2. Temaet er nærmere behandlet i avsnitt 3.3.

Beregne og overføre utgangshastighetsvariasjon (V_0 variasjon). Differansen mellom målt V_0 og beregnet V_0 kalles i NABK for V_0 variasjon. V_0 variasjonen deles videre opp i to komponenter,

variasjon knyttet til drivladningslot (lot V_0) og variasjon knyttet til rørslitasje (skyts V_0)¹. Metoden for å bestemme de to komponentene på grunnlag av målt V_0 kalles for V_0 management. NABK inneholder et slikt system som er basert på løpende gjennomsnitt. Lot V_0 lagres for hver ladning (type og nummer) og lot, mens skyts V_0 lagres for hvert skyts og granatfamilie. Lagret skyts V_0 er normalisert til toppladningen. Lot V_0 og skyts V_0 overføres etter bestemte regler, ikke ulikt overføring av innskutte korreksjon. Det er gjort en mindre tilpasning som er beskrevet i avsnitt 4.7.

Krete og luftkorridor sjekking. Beregnede baner sjekkes mot kreter og luftkorridorer. Dersom det er problemer returneres en advarsel. Kreter er høye punkter i terrenget og deles inn i nær- og fjernkreter. Nærkreter er høye punkter i terrenget i nærhet av skytset, f.eks bygning eller skogkant, som ikke nødvendigvis er avmerket på kart. Fjernkreter er høye punkter i terrenget mellom skyts og siktepunkt som kan leses av fra kart. Luftkorridorer er områder som er reservert for flytrafikk og består av en eller flere sammenkoblede bokser.

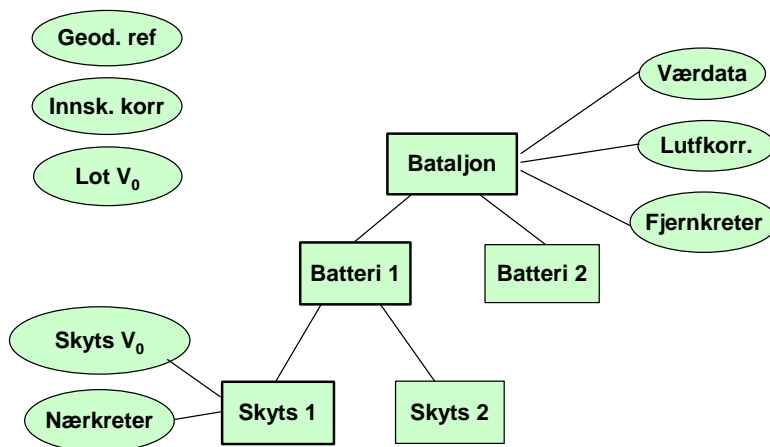
Database. Koordinater for skyts (og siktepunkt) spesifiseres som UTM eller geografiske og lagres i en intern *unitdatabase*. Databasen er organisert som en tre-strukturen hvor bladene eller nederste nivå representerer skyts. Nodene i tre-strukturen representerer ulike nivå i organisasjonen, f.eks batteri eller bataljon. Størrelse, øverste nivå, og antall nivå i tre-strukturen kan konfigureres.

Det kan hektes forskjellige dataobjekter til tre-strukturen:

- Geodetisk referanse – 100 km rute, primær gridsone og ellipsoide
- Innskutte korreksjoner – IK
- V_0 korreksjoner – lot V_0
- V_0 korreksjoner – skyts V_0
- Nærkreter
- Fjernkreter – manuell
- Fjernkreter – DTED (brukes ikke i K2IS blokk 1)
- Luftkorridorer
- Værdata – observert METCM

Figur 1 viser eksempel på en tre-struktur med bataljon som øverste nivå. Bataljonen inneholder to batterier som hver inneholder to skyts. Dataobjekter for geodetisk referanse, innskutt korreksjon og lot V_0 er globale (gyldige for hele organisasjonen). Bataljonen her tilknyttet dataobjekter for værdata, luftkorridorer og fjernkreter (gyldige for denne bataljonen). Hvert skyts har tilknyttet egne dataobjekter for skyts V_0 og nærkreter. Konfigurasjonen kalles forøvrig bataljon-batteri-skyts (battalion-batteri-weapon).

¹ Skyts V_0 er her egentlig individuell skyts V_0 . I NABK skiller en mellom gjennomsnittlig V_0 tap som følge av slitasje for en bestemt rørtype og avviket fra denne for ett bestemt rør. Disse betegnes med henholdsvis standard skyts V_0 og individuell skyts V_0 . Standard skyts V_0 inngår som en del av ballistikkdata, mens individuell skyts V_0 bestemmes ved hjelp av V_0 management.



Figur 1 Eksempel på unitdatabase med tilknyttede dataobjekt.

NABK er bygget opp av fire lag. Sett nedenfra kalles lagene FCI Database, Equations of Motion (enkeltbaneberegning), Computation (iterasjon), og Fire Mission (ildoppdrag). Hensikten er at et lag kun skal være avhengig av underliggende lag. Nærmere omtale av NABK finnes i (1).

3 KONFIGURERING

NABK konfigureres på to måter, vha en konfigurasjonsfil og vha konfigurasjonspakker (datafiler med kildekode). Det finnes en konfigurasjonspakke for hvert lag i NABK. De fleste parametrene settes i konfigurasjonsfilen mens noen få settes i konfigurasjonspakkene. Konfigurasjonsfilen leses når NABK startes opp. Konfigurasjonspakkene er en del av kildekode og krever rekompilering for at endringer skal bli tatt hensyn til. Dessuten finnes det en prioritetsstabell i forbindelse med overføring av innskutte korreksjoner. Denne fungerer på tilsvarende måte som konfigurasjonspakkene med hensyn på kompilering.

Årsaken til at det finnes både konfigurasjonsfil og konfigurasjonspakker ligger i at NABK opprinnelig kun benyttet konfigurasjonsfil. Senere har en innført krav om at NABK også skal kunne brukes på datamaskiner uten eksternt filsystem (harddisk el.). Dette krever at konfigurasjonsfilen fjernes helt. Av praktiske hensyn skjer dette med "glidende overgang". Fremtidig versjoner vil derfor kun benytte konfigurasjonspakker.

3.1 Konfigurasjonsfil

Parametere i konfigurasjonsfilen har formatet "Parameter: verdi". Alle parametere har en

default verdi. Denne benyttes dersom parameteren utelates eller er på formen ”Parameter: *”. Parametere hvor verdien er et tall har dessuten en minimums- og maksimumsgrense. Dersom man setter en parameter til en verdi utenfor lovlige grenser vil ikke NABK starte. Tabellen i appendiks A viser parameter som kan settes i konfigurasjonsfilen. Appendiks B viser forslag til konfigurasjonsfil for bruk av NABK i Odin2.

3.2 Konfigurasjonspakker

Det finnes som tidligere nevnt én konfigurasjonspakke per lag. Tabell 3.1 viser parametrene i hver enkelt pakke. Kolonnen lengst til høyre kalt ”Odin2” inneholder foreslåtte endringer for Odin2.

Parameter	Beskrivelse	Standard verdi	Odin2
FCI Database	Ingen parametre		
Equations of Motion	Ingen parametre		
Computation			
Trajectory_Extra_Data	Logg ekstra data for hvert integrasjonssteg	FALSE	FALSE
Trajectory_List_Size	Lengde på statisk liste for logging av integrasjonssteg	600	600
Trajectory_Logging_Interval	Minimum tid mellom hvert integrasjonssteg som logges	0.25 sekunder	0.25 sekunder
Fire Mission			
Default_Mgmt_Levels	Nivå som de enkelte dataobjekt tilknyttes i databasestrukturen. Benyttes dersom dette ikke er spesifisert i konfigurasjonsfilen	Ingen betydning da dette er spesifisert i konfigurasjonsfilen	
Default_Configuration	Øverste nivå i databasestrukturen. Benyttes dersom dette ikke er spesifisert i konfigurasjonsfilen	Ingen betydning da dette er spesifisert i konfigurasjonsfilen	
MVV_Lot_Data_Mode	Round_by_Round eller Average, se avsnitt 4.7	Round_by_Round	Average
MVV_Mgmt_Min_Prop_Lots	Antall drivladningslotter som må skytes før NABK kan bestemme skyts V_0 , gjelder kun Round_by_Round	6	6

Tabell 3.1 Parametere i konfigurasjonspakkene

3.3 Prioriteringstabell for overføring av innskutt korreksjon

Regler for overføring av innskutt korreksjon i NABK fastsettes i en prioritetstabell. Tabellen kan konfigureres slik at vi i stor grad selv kan bestemme reglene for overføring. Dette avsnittet

beskriver regler for overføring og forslag til prioritetstabell. Det har i tillegg vært behov for å gjøre et par endringer av selve koden. Disse er beskrevet i avsnitt 4.8.

NABK levers med et hjelpeprogram som genererer prioritetstabellen basert på et feilbudsjett. Tabellen legges på en separat fil og kompiles sammen med NABK koden på tilsvarende måte som konfigurasjonsfilene.

3.3.1 Lagring av innskutte korreksjoner

NABK lagrer innskutte korreksjoner (IK) i et internt dataobjekt som normalt knyttes til bataljonen, se avsnitt 2.

Innskutt korreksjon består av følgende:

- Korreksjon i avstand (meter)
- Relativ korreksjon i avstand
- Korreksjon i side (streker)
- Korreksjon i tempering, gjelder kun tidsbrannrør (sekunder)
- Relativ korreksjon i tempering, gjelder kun tidsbrannrør

Følgende parametere fra kontrollskytingen, dvs skuddserien som innskutt korreksjonen beregnes fra, lagres sammen med korreksjonen:

- Dato/tid
- Skyts (nummer og posisjon)
- Posisjonsnøyaktighet (innmålt eller fra kart)
- Prosjektil (modell, land, lot, familie og ballistisk match²)
- Brannrør (modell og land)
- Ladning (type, lot og nummer)
- Værdata (type, dato/tid for observasjon og gyldighet i tid)
- Kontrollpunkt
- Undergrader / Overgrader
- V_0 kilde
- Avstand skyts – kontrollpunkt

Kontrollpunkt (KP) er siktepunkt som benyttes under kontrollskyting. Forskjellige typer værdata er *observert*, *ICAO* eller *klimatologi*³. Forskjellige V_0 kilder er *målt* (V_0 målt under kontrollskyting), *håndtert* (lot V_0 benyttet under kontrollskyting) eller *FCI* (lot V_0 ikke benyttet under kontrollskyting).

3.3.2 Regler for overføring

NABK søker etter passende innskutt korreksjon etter følgende regler. Alle gyldige innskutte korreksjoner i databasen tildeles en prioritet i form av et positivt heltall. Gyldige korreksjoner vil si alle som ikke er over et bestemt antall timer (settes i konfigurasjonsfilen). Prioriteten bestemmes ved oppslag i en prioritetstabell på grunnlag av likheten mellom parametere knyttet

² Ballistisk match sier noe om antatt kvalitet på ballistikken for en granat (hvor godt den ”matcher” virkeligheten). Kan være 5 %, 1 % eller 0 %. X % betyr at feil pga ballistikk ikke er over X % av skyteavstanden.

³ NABK har 8 hardkodete METCM basert på klimatologi (4 klimasoner og 2 årstider). METCM sammensatt av observert og GUACA i Odin2 blir å betrakte som observert.

til kontrollskytingen og tilsvarende parametere knyttet til skyting med overføring av innskutt korreksjon. Tabellen er nærmere beskrevet i neste avsnitt.

Dersom to eller flere innskutte korreksjoner tildeles lik prioritet velges den beste av disse etter følgende regler (i prioritert rekkefølge).

- Dersom forskjellen kun er ulik ladning velges den med negativ ladningsforskjell, dvs den eller de som benyttet lavere ladning under kontrollskytingen.
- Velg den innskutte korreksjonen med kortest avstand mellom kontrollpunkt og siktepunkt ved overføring. Innskutte korreksjoner med udefinert kontrollpunkt utelates. Dersom alle innskutte korreksjoner har udefinert kontrollpunkt velges den med minst differanse mellom avstanden skyts – kontrollpunkt og avstanden skyts – siktepunkt.
- Velg korreksjon med lavest alder, dvs minst forskjell mellom tidspunkt for kontrollskyting og nåværende tid.

3.3.3 Oppbygging av prioritetstabellen

Prioritetstabellen består av til sammen ni kolonner hvorav de åtte første er forskjellige indekser og den niende er selve prioriteten. Hver av de åtte indeksene kan anta et sett med verdier. Tabell 3.2 beskriver de åtte indeksene med tilhørende verdier. Prioritetstabellen inneholder en rad per kombinasjon av verdier fra de åtte indeksene.

Kolonnen lengst til høyre i Tabell 3.2 gir en vekt for hver verdi som tilsvarer antatt feil som introduseres ved overføring. Vekt lik 0 betyr at ingen feil introduseres ved overføring, mens vekt lik uendelig (∞) betyr at feilen er meget stor. I det siste tilfellet tillates derfor ikke overføring. Hver rad i prioritetstabellen gis en totalfeil lik kvadratsummen av vektene for den aktuelle kombinasjonen (feilene antas uavhengige). Kombinasjonen med lavest totalfeil får høyest prioritet.

Indeks	Verdi	Beskrivelse	Vekt
Undergrader/ overgrader	Y	likt, begge overgrader eller begge undergrader	0
	N	ulikt	∞
Overførings- grenser	Y	skyts og siktepunkt er innenfor, se bemerkning 1)	0
	N	skyts eller siktepunkt er utenfor	∞
Brannrør	Y	likt brannrør eller brannrør ikke oppgitt ved overføring, se bemerkning 2)	0
	N	ulikt brannrør	∞
Værdata	Y	lik værdata kilde og alder på værdata ikke over 4 timer	150
	N	ulik værdata kilde eller værdata over 4 timer	500
Nøyaktighet skytsposisjon	A	skytsposisjoner innmålt, eller skytsposisjoner fra kart men overføring er til samme skyts, se bemerkning 3)	10
	B	skytsposisjon ved kontrollskyting og/eller ved overføring er fra kart	∞

Indeks	Verdi	Beskrivelse	Vekt
	C	skytsposisjon er i begge tilfeller fra kart	∞
Granat	A	lik granatlot, se bemerkning 4)	0
	B	lik granatfamilie og fra samme land, eller lik granatfamilie, ikke fra samme land men ballistisk match for begge granater er innenfor 1%	50
	C	lik prosjektilfamilie, ikke fra samme land eller ballistisk match over 5% for minst én granat	∞
	D	ulik prosjektilfamilie, se bemerkning 5)	∞
Ladningstype	A	lik ladningslot	0
	B	lik ladningstype, men ulik lot	30
	C	ulik ladningstype (normalt også ulik lot !)	∞
Ladningsnummer	0	likt ladningsnummer	0
	1	forskjell i ladningsnummer er 1	100
	2	forskjell i ladningsnummer er 2	∞
	3	forskjell i ladningsnummer er 3	∞

Tabell 3.2 Kolonner i prioritetstabellen

Bemerkninger til indekser i prioritetstabellen:

- 1) *Overføringsgrense*: Overføringsgrensen kan angis for hver enkelt innskutt korreksjon. Overføringsgrensen rundt kontrollpunktet angis som en vifte med angitt bredde og vinkel, samt høydeforskjell. Overføringsgrense i form av sirkel må approksimeres med en vifte. Overføringsgrense rundt skytset er gitt i form av en sirkel med angitt radius.
- 2) *Brannrør*: Ved overføring til samme prosjektilfamilie tas ikke brannrøret i betraktning ved oppslag i prioritetstabellen. Det tas hensyn til brannrør ved overføring til alternative familier (se indeks granat)
- 3) *Nøyaktighet skytsposisjon*: Når posisjoner er fra kart og overføring er til samme skyts settes indeks lik "A". Dette er også tilfelle for skytes innen samme batteri fordi posisjonsfeilen er systematisk.
- 4) *Granat*: Lik prosjektil lot, verdi "A", vil aldri være tilfelle da vi ikke registrerer prosjektil lotten.
- 5) *Granat*: Det er mulig å angi alternative prosjektilfamilier. Metoden i avsnitt 3.3.2 utføres da flere ganger. Først gang med granatfamilien som det skytes med. Dersom ingen innskutt korreksjon finnes gjentas søket med alternative overføringsfamilier. Man kan spesifisere en liste med tillatte brannrør for hver alternativ granatfamilie.

3.3.4 Forslag til prioritetstabell

Forslag til prioritetstabell er generert på grunnlag av vektene fra Figur 2. Merk at alle rader i prioritetstabellen med uendelig totalfeil er utelatt. Overføring i disse tilfellene er ikke tillatt.

Figur 1 viser forslaget. Hver rad inneholder en bestemt kombinasjon av indekser. For eksempel kan vi betrakter rad 0 i tabellen med kombinasjonen (Y, Y, Y, Y, A, A, A, 0) som har følgende betydning.

- Begge skuddserier med overgrader eller begge med undergrader (først Y)
- Skyts og siktepunkt ved overføring er innenfor overføringsgrensen (andre Y)
- Likt brannrør (tredje Y)
- Lik værdtype og værddata ikke over 4 timer (fjerde Y)
- Begge skyts er innmålt (første A)
- Lik granatlot (andre A)
- Lik drivladningslot (tredje A)
- Likt drivladningsnummer (0)

Rad 0 har lavest totalfeil (Error Budget) og kombinasjonen får derfor høyest prioritet (lik 16).

0	=>	((Y, Y, Y, A, A, A, A, 0),	16	),	-- Error Budget:	150.33
1	=>	((Y, Y, Y, A, A, A, B, 0),	15	),	-- Error Budget:	153.30
2	=>	((Y, Y, Y, A, A, B, A, 0),	14	),	-- Error Budget:	158.43
3	=>	((Y, Y, Y, A, A, B, B, 0),	13	),	-- Error Budget:	161.25
4	=>	((Y, Y, Y, A, A, A, A, 1),	12	),	-- Error Budget:	180.55
5	=>	((Y, Y, Y, A, A, A, B, 1),	11	),	-- Error Budget:	183.03
6	=>	((Y, Y, Y, A, A, B, A, 1),	10	),	-- Error Budget:	187.35
8	=>	((Y, Y, Y, B, A, A, A, 0),	8	),	-- Error Budget:	500.10
9	=>	((Y, Y, Y, B, A, A, B, 0),	7	),	-- Error Budget:	501.00
10	=>	((Y, Y, Y, B, A, B, A, 0),	6	),	-- Error Budget:	502.59
11	=>	((Y, Y, Y, B, A, B, B, 0),	5	),	-- Error Budget:	503.49
12	=>	((Y, Y, Y, B, A, A, A, 1),	4	),	-- Error Budget:	510.00
13	=>	((Y, Y, Y, B, A, A, B, 1),	3	),	-- Error Budget:	510.88
14	=>	((Y, Y, Y, B, A, B, A, 1),	2	),	-- Error Budget:	512.45
15	=>	((Y, Y, Y, B, A, B, B, 1),	1	)	-- Error Budget:	513.32

Figur 2 Forslag til prioritetstabell

4 ENDRING AV KODEN

Det har vært nødvendig å gjøre en del mindre endringer i koden for å tilpasse NABK for bruk i Odin2. Følgende er endret:

- Fjerne kode for Copperhead granat (M72)
- Utvide maksimumsgrenser for databaser
- Utvide streng for subunit ID
- Mulighet til å "skru" av baseburn eller rakettmotor
- Modifisert prosedyre for enkeltbaneberegning i Fire Mission lag

- Prosedyre for krete- og luftkorridorsjekking av ekstern kulebane
- Modifisere metode for V_0 management
- Modifisere regler for overføring av innskutt korreksjon (IK)

For lett å kunne identifisere forskjellen mellom NABK 3.02 og NABK 3.02.N.2 er alle endringer og tillegg i koden markert med --##3.0N.

4.1 Fjerne kode for Copperhead granat

Copperhead (M72) er en finnestabilisert og styrt (guided) granat. Før banetoppen følger granaten er ballistisk bane som deretter går over i en glidefase. Mot slutten av glidefasen søker granaten seg inn mot målet som må være belyst med LASER. Da Copperhead granaten oppfører seg vesentlig forskjellig fra andre artillerigranater krever den en del egen funksjonalitet. Denne funksjonaliteten er samlet i egne moduler som lett kan fjernes (kommenteres bort). Hvorledes man fjerner koden er dessuten beskrevet i NABKs dokumentasjonen. Størrelsesmessig utgjør den omtrent 1/5 av kildekoden.

Det er ikke aktuelt å skyte Copperhead i forbindelse med Odin2. Odin2 er heller ikke bygget for å kunne gjøre det. Med andre ord ville ikke Odin2 vært i stand til å benytte Copperhead spesifikk funksjonalitet selv om den fortsatt hadde vært tilstede i NABK. Koden er derfor fjernet fra NABK 3.02.N.2 da "død" kode generelt bør fjernes. Med "død" kode menes software-moduler som aldri benyttes og som derfor bare fyller opp plass.

4.2 Utvide maksimumsgrenser for databasestruktur

Det er hardkodet en del parametere som setter maksimal størrelse på unitdatabasen (trestrukturen) beskrevet i avsnitt 2. Enkelte parametere har vist seg å være for snevre og er derfor utvidet. Tabell 4.1 viser nye parametere.

Parameter	NABK 3.02	NABK 3.02N.2
Maksimum skyts per batteri	12	24
Maksimum batterier per bataljon	6	12
Maksimum bataljoner når bataljon er høyeste nivå	2	10
Maksimum batterier når batteri er høyeste nivå	6	12
Maksimum skyts når skyts er høyeste nivå	12	24

Tabell 4.1 Utvidede grenser for databasestrukturen

4.3 Utvide streng for subunit ID

NABK bruker en streng for å representere identiteten til skyts, batteri og bataljen, også kalt subunit ID. Lengden på denne strengen var opprinnelig 4 bokstaver. Den er nå utvidet til 16 bokstaver.

4.4 Mulighet for å "skru av" baseburn eller rakettmotor

Det er behov for å kunne beregne ballistikk for baseburn og rakett assisterte granater med avskrudd motor. Dette er nødvendig i forbindelse med beregning av sikkerhet i skytefelt.

Sannsynligheten for at baseburnelementet eller rakettmotoren ikke tenner er dog liten, men konsekvensene kan bli store da granaten plutselig flyr 10-20% kortere.

Da denne funksjonaliteten ikke finnes har den blitt lagt til i NABK 3.02.N.2. Endring av koden er minimal. NABK benytter i stor grad en software teknikk som kalles objektorientering. Det opprettes objekter som antar forskjellig form avhengig av granaten (uassistert, baseburn eller rakett assistert). Formen på objektene styres av ballistikkdata for den aktuelle granaten, som igjen styrer ballistikkberegningen. Det blir således en sammenheng mellom ballistikkdata og ballistikkberegningen.

Måten det gjøres på er at man ”lurer” NABK. Når baseburn elementet eller rakettmotoren skrur av overstyres en ballistikkdataen og oppretter objekter som om granaten var uassistert. Resultatet er at NABK handler deretter, uten at man trenger å endre noe annen kode enn der objektene opprettes.

4.5 Modifisere prosedyre for enkeltbaneberegning

Fire Mission laget har en prosedyre kalt *Compute_a_Trajectory* som beregner en bane med angitt elevasjon og skyteretning. Det er lagt til 3 input flagg for i større grad å kunne styre beregningen. Tabell 4.2 beskriver de nye flaggene.

Flagg	Effekt når flagg = TRUE
Use_Forks	NABK bruker en elevasjon som tilsvarer angitt elevasjon – (CREST_VIOLATION_TRAJ_FORKS * Fork elevation) ⁴ .
Enable_Motor	Eventuell baseburn element eller rakettmotor skrur av. Flagget har ingen effekt på granater uten baseburn eller rakettmotor.
Log_Trajectory	NABK logger informasjon for hvert enkelt integrasjonssteg.

Tabell 4.2 Nye input flagg i prosedyre *Compute_a_Trajectory*

4.6 Prosedyre for krete- og luftkorridorsjekkning av ekstern kulebane

Det er implementert en ny prosedyre i Fire Mission laget kalt *Violation_Checks*. Denne prosedyren sjekker en angitt bane mot lagrende nærkreter, fjernkreter (manuell og DTED) og luftkorridorer. Den angitt banen kan enten være beregnet av NABK selv eller på annen måte. Prosedyren er laget spesielt med henblikk på MLRS hvor banen ikke blir beregnet av NABK.

4.7 Modifisere metode for V_0 management

NABKs system for V_0 management kan konfigureres i to modus, *round-by-round* eller *average*.

Round-by-round modus vil si at hele systemet benyttes. V_0 måles for hvert enkelt skudd. Deretter bestemmes V_0 variasjonen for skuddserie som så benyttes til å oppdatere estimat av de to komponentene lot V_0 og individuell skyts V_0 .

Average modus benytter bare deler av systemet. V_0 måles for hvert enkelt skudd, eventuelt bare

⁴ CREST_VIOLATION_TRAJ_FORKS settes i konfigurasjonsfilen, se avsnitt 3.1. Fork er reduksjon i elevasjon som fører til at granaten flyr 4 sannsynlige feil i lengde kortere.

skudd i noen serier. Deretter bestemmes V_0 variasjonen for skuddserien. Hele V_0 variasjonen blir nå tilskrevet lot V_0 som oppdateres fortløpende. Skyts V_0 settes således alltid lik null. Alternativt må skyts V_0 , summen av standard og individuell, finnes på annen måte og trekkes fra V_0 variasjonen før den sendes til NABK.

NABK.3.02.N.2 er konfigurert i average modus. Det er imidlertid et problem da NABK i denne konfigurasjonen knyttet lot V_0 til granaten i tillegg til ladning(nummer) og lot. For eksempel blir lot V_0 basert på skudd med NM28 og skudd med DM642 håndtert hver for seg. Vi ønsker ikke denne tilknyttingen til granaten. Koden er derfor endret slik at NABK ikke tar hensyn til granat-avhengigheten. Overføring tillates derfor uavhengig av granaten.

Det er dog et unntak når målt V_0 er fra skuddserie med en granat hvor ballistikken har 5% match. Lot V_0 håndteres da separat for hver granattype og tillates ikke overført til skudd med andre granattyper. Årsaken ligger i at en ikke vet om usikkerheten skyldes V_0 eller andre forhold som drag. Dersom feilen ligger i usikker V_0 vil lot V_0 forsøke å kompensere for dette. Overføring til annen granattype vil derfor ta med seg en korreksjon som ikke nødvendigvis blir riktig. Ballistikk med 5% match gjelder først og fremst ammunisjonen som er forsynt av allierte land (interchangeability). Ballistikken til egen ammunisjon skal være enten 0% eller 1% match.

Videre er prioriteringstabellen for overføring av lot V_0 endret. Prioritetstabellen befinner seg i filen *"nabk-fmnl-mvv_lot_db"*. I henhold to nye kriterier kan lot V_0 kun overføres til skudd med samme drivladningstype, -nummer og -lot. Overføringen er uavhengig av granattype, så sant målt V_0 er fra skudd med en granat hvor ballistikken har 0% eller 1% match. Merk at lot V_0 ikke kan overføres mellom ulike ladningsnummer.

4.8 Modifisere regler for overføring av innskutt korreksjon

Foruten å konfigurere prioritetstabellen har det vært nødvendig å gjøre følgende endringer i koden for å tilpasse metoden for bruk i Odin2.

- Mulighet til fortsatt å lagre innskutte korreksjoner selv om nyere værdata er tilgjengelig. Innskutte korreksjoner med nyest værdata gis høyest prioritet ved overføring.
- Selv om skytskoordinater er fra kart tillates overføring til skyts i samme batteri. Årsaken er at eventuell feil i koordinatene vanligvis er systematisk for hele batteriet.
- Ved overføring mellom lik ladningstype men forskjellig lot stilles det krav om at V_0 er kjent (se avsnitt 3.3.3, indeks ladningstype, alternativ B). Med kjent menes at V_0 måles ved kontrollskyting og "fjernes" fra innskutt korreksjon, og at lot V_0 er tilgjengelig for skudd som den overføres til.

5 SLUTTESTING - METODER

Dette avsnittet beskriver metoder og verktøy for slutttesting av NABK. Slutttestingen deles i to kategorier, nøyaktighetstesting og funksjonstesting.

5.1 Nøyaktighetstesting

Nøyaktighetstesting innebærer at baner beregnet med NABK sammenlignes med tilsvarende baner beregnet med et uavhengig ballistikkprogram (referansebaner). Flere testsett sikrer at et antall forskjellige betingelser som elevasjon, skyteretning, værdata osv blir testet. Alle testsett gjentas for hver tillatt kombinasjoner av skyts, granat, brannrør og drivladning. Testingen omfatter således et større antall baneberegninger.

Referansebaner betegnes med *Fire Control Trajectories* (FCT) og *Fire Control Trajectory Registration* (FCTR). FCT er simulering uten innskutt korreksjon (predicted fire), mens FCTR er simulering med innskutt korreksjon (corrected fire).

Hensikten med nøyaktighetstesting er todelt, dels å bekrefte at selve ballistikkberegningen i NABK er korrekt og dels å bekrefte at ballistikdata er satt inn korrekt. Begge forhold er kritisk for at NABK skal utføre ballistikkberegning korrekt.

Testing med FCT utføres på både Equations of Motion laget og Fire Mission laget, mens testing med FCTR kun utføres på kun Fire Mission laget. I FCT testing av Equations of Motion laget holdes elevasjon fast og avvik i skyteavstand sammenlignes. I FCT testing av Fire Mission laget holdes skyteavstand fast og avvik i elevasjonen sammenlignes.

5.1.1 Testsett

FCT testing benytter fem testsett:

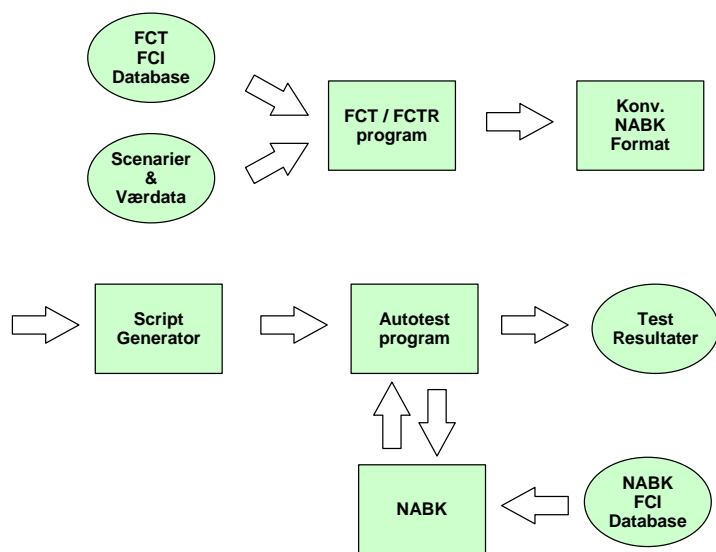
- *Basis*. 10 baner med elevasjon fra 200 – 1100 streker under standard forhold⁵.
- *Basis – overgrader*. 5 baner, samme som basis men med elevasjon fra 800 – 1200 streker.
- *Normal*. 5 baner med lite avvik fra standard forhold.
- *Stresset*. 8 baner med stort avvik fra standard forhold.
- *Flatbane*. 3 baner med lav elevasjon eller stor høydeforskjell skyts – mål.
- *Bombekaster*. 8 baner med overgrader beregnet for bombekaster.

Dessuten finnes et testsett for FCTR som inneholder 3 baner. Basis, normal, stresset og flatbane brukes for artilleri, mens basis – overgrader og bombekaster brukes for bombekaster. FCTR testsettet brukes kun for 155mm artilleri. Parametere for de enkelte testsett finnes i appendiks C.

5.1.2 Gjennomføring

Nøyaktighetstesting gjennomføres i stor grad automatisk. To forskjellige FORTAN programmer beregner FCT'er og FCTR'er for aktuelle testsett og kombinasjoner. Resultatet konverteres så til et NABK test format som igjen konverteres til scriptfiler. Scriptfilene inneholder nøyaktig instruksjon om hvilke prosedyrer og funksjoner i NABK som må kalles for å reprodusere baneberegningen. Scriptene leses deretter av et autotest program som utfører de spesifiserte kallene. Til slutt finnes verktøy som fremstiller resultatene på en oversiktlig måte. Figur 3 viser gangen i nøyaktighetstesting.

⁵ Standard forhold er terminologi hentet fra skytetabeller. Grunntabellen (F tabellen) gjelder for standard forhold, og de andre tabellene inneholder korreksjoner for diverse ikke-standard forhold. Konkret vil standard forhold si standard granatmasse (ingen vektclasskorreksjon), 21 °C kruttemperatur, ingen høydeforskjell skyts – mål og standard ICAO værdata (uten vind).



Figur 3 Oppsett for nøyaktighetstesting.

5.2 Inventar

Nøyaktighetstesting utført på alle tillatte kombinasjoner av skyts, granat, drivladning og brannrør. Kombinasjoner som testes er vist i Tabell 5.1 og Tabell 5.2.

Skyts: M109A3G og M114/39		
Granat	Drivladning	Brannrør
NM28 (spreng)	NM23 (3W-7W), DM52 (8), DM72 (3M-4M)	M557, DM211, M520A1, NM187, PPD440F1
M110 (røyk)	NM23 (3W-7W), DM52 (8), DM72 (3M-4M)	M557, DM211, M520A1, NM187, PPD440F1
M485A2 (lys)	NM23 (3W-7W), DM52 (8), DM72 (3M-4M)	M565, DM163
OEF3HB (spreng)	NM23 (3W-7W), DM52 (8), DM72 (3M-5M), L10A1 (9)	M557, DM211, NM187, PPD440F1
OEF3BB (spreng, baseburn)	NM23 (7W), DM52 (8), DM72 (3M-5M), L10A1 (9)	M557, DM211, NM187
DM642 (bomblet)	NM23 (3W-7W), DM52 (8), DM72 (3M-5M), L10A1 (9)	M762, DM163
DM662 (bomblet, baseburn)	NM23 (7W), DM52 (8), DM72 (4M-5M), L10A1 (9)	M762, DM163

Tabell 5.1 Inventar – 155mm artilleri

Skyts: NM95		
Granat	Drivladning	Brannrør
MK68 (lys)	1 – 8	Tid
NM150 (lys)	1 – 6	Tid
G40-16MK1 (røyk)	0 – 6	Anslag
M43A1-A1B1 (spreng)	0 – 8	Anslag
NM123 (spreng)	0 – 6	Anslag / Nærhet

Tabell 5.2 Inventar – 81mm bombekaster

5.3 Toleranse

Differansen mellom FCT/FCTR og tilsvarende resultater fra NABK må være innenfor toleransene gitt i Tabell 5.3 og Tabell 5.4 for at banen skal betraktes som godkjent.

Parameter	Toleranse
Elevasjon	± 1.0 strek. Når feilen er større enn ± 1.0 strek benyttes antall streker som tilsvarer avvik i meter på bakken langs skyteretningen lik 0.05% av skyteavstanden, begrenset nedover til 10.0 meter.
Skyteretning	± 1.0 streker. Når feilen er større enn ± 1.0 strek benyttes antall streker som tilsvarer avvik i meter på bakken på tvers av skyteretningen lik 0.05% av skyteavstanden, begrenset nedover til 10.0 meter.
Flygetid	± 0.1 sekund
Tempering	± 0.1 (sekund)
Banetopp	Avvik i banetopp som tilsvarer toleranse i elevasjon

Tabell 5.3 Toleranse for nøyaktighetstest av Fire Mission laget

Parameter	Toleranse
Skyteavstand	± 3.0 meter
Side	± 1.0 meter
Banetopp	± 1.0 meter

Tabell 5.4 Toleranse for nøyaktighetstest av Equation of Motion laget

5.4 Funksjonstesting

Funksjonstesting har til hensikt å teste annen funksjonalitet som ikke nødvendigvis har noe med ballistikkberregning å gjøre. Nøyaktighetstesting er derfor ikke tilstrekkelig. Testen består av et større antall script som kaller prosedyrer og funksjoner i NABK med forskjellige input og sjekker at det som returneres er korrekt. Enkelte script gjør bevisst kall med ulovlig input. Hensikten er å bekrefte at NABK returnerer passende feilmelding, enten i form av status melding eller reiser exception⁶.

⁶ Exception er en software finesse som medføre at normal programflyt avbrytes. Programpekeren hopper da ut av den prosedyre hvor den befinner seg og videre ut av alle kalte prosedyrer i motsatt rekkefølge. Dette fortsetter inntil programmet stopper eller støter på en *exception handler*.

Funksjonstesting benytter autotest programmet på tilsvarende måte som nøyaktighetstesten. Scriptene er imidlertid skrevet manuelt. NABK leveres med et stort antall slike. I tillegg er det utarbeidet et mindre antall nye script som tester tilpasninger beskrevet i avsnitt 4.

6 SLUTTESTING- RESULTATER

Dette avsnittet oppsummerer resultater fra de to testkategoriene. Ada kompilatoren GNAT 3.12p er benyttet i forbindelse med slutttestingen. Denne kompilatoren benyttes også i integrering av NABK i Odin2.

6.1 Nøyaktighetstesting

Det er totalt testet 9128 FCT baner for artilleri, 690 FCT baner for bombekaster og 1580 FCTR baner for artilleri. Teoretisk skal det være henholdsvis 9428, 704, 1584 baner med i testen. Den teoretiske verdien fremkommer ved å se på summen av baner i testsettene multiplisert med antall tillatte kombinasjoner av skyts, granater, brannrør og ladninger. Med andre ord er det dette antallet baner som FCT og FCTR programmene skulle ha beregnet.

Av forskjellige grunner klarte ikke programmene det. Avviket mellom teoretisk og faktisk antall er henholdsvis 300, 14 og 4. Årsaken er ikke kjent. For testen er dette ikke betraktet som kritisk da det er FCT/FCTR programmene som har feilet ikke NABK.

Resultatene kan deles opp fem blokker etter type ammunisjon (artilleri, bombekaster), lag som testes (Fire Mission, Equation of Motion) og test (FCT, FCTR). Et sammendrag av resultatene er presentert her.

6.1.1 155mm artilleri, Equations of Motion, FCT

Testen omfatter 9128 baner. Følgende antall baner tilfredsstillende ikke toleransen.

- NABK klarer ikke å beregne 4 baner men returnerer feilmelding `UNABLE_TO_REACH_SPECIFIED_HEIGHT`. Årsaken er at funksjoneringshøyden er høyere enn banetoppen. Alle banene er med lysgranat M485A2 kombinert med ladning NM23 - 4W og elevasjon lik 300 streker. Sannsynligvis går NABKs baner her like under banetoppen, mens FCT er like over.
- 4 kulebaner tilsvarende de over, men med drivladning NM23 - 5W, har feil i skyteavstand mellom 11 og 12 meter. Elevasjonen er 275 streker.
- 270 kulebaner har feil i skyteavstand mellom 3 og 8 meter. Banene er med granatene M485A2 eller OEF3BB. Ingen forklaring er funnet utover at granatene har cargo eller baseburn slik at ballistikkberegningen er mer kompleks. Feilen er likevel liten selv om den er utenfor toleransen.
- 17 baner har feil i side mellom 3 og 6 meter. Samtlige baner er med overgrader (ca 1200 streker). Ingen forklaring er funnet utover at høye elevasjon generelt øker sensitiviteten i sideretningen.
- 452 baner har feil i banetoppen mellom 1 og 4 meter. Ingen forklaring er funnet. Feilen er

likevel liten selv om den er utenfor toleransen.

6.1.2 155mm artilleri, Fire Mission, FCT

Testen omfatter 9128 kulebaner. Følgende antall baner tilfredsstillter ikke toleransen. Merk at alle feil er avvik utover toleransen. Feil lik 0 er således lik toleransen, og feil like 1.0 strek er toleransen pluss 1.0 strek.

- NABK klarer ikke å beregne 16 baner men returnerer feilmelding RANGE_TOO_FAR. Samtlige baner er med lysgranat M485A2 og elevasjon lik 800 (nær maksimal skyteavstand). Årsaken er at NABK i disse tilfellene velger overgrader når det skal være undergrader, og at dette sannsynligvis fører til at iterasjonen divergerer.
- 130 baner har feil i elevasjon mellom 10 og 150 streker, og 8 baner har feil mellom 1 og 10 streker. Samtlige av disse banene er med elevasjon nær 800 streker (nær maksimal skyteavstand). Årsaken er at FCT programmet velger overgrader når det skal være undergrader. For lysgranat M485A2 forekommer det også at NABK velger overgrader når det skal være undergrader.
- 56 baner har feil i skyteretning mellom 1 og 8 streker, og 46 baner har feil mellom 0 og 1 streker. Korrelasjon mellom feil i elevasjon og feil i retning forklarer resultatet.
- 106 baner har feil i flytid mellom 1 og 8 sekunder, og 30 baner har feil mellom 0 og 1 sekunder. Tilsvarende korrelasjon forklarer resultatet.
- 146 baner har feil i banetopp mellom 18 og 1000 meter. Tilsvarende korrelasjon gjelder. Merk at feil opp til 1000 meter skyldes forskjell mellom over- og undergrader.
- 134 baner har feil i banetopp mellom 0 til 12 meter. Samtlige baner har elevasjon over 750 streker. Årsaken er ikke kjent, men feilen er dog liten.

6.1.3 155mm artilleri, Fire Mission, FCTR

Testen omfatter 1580 kulebaner. Samtlige baner er innefor toleransen.

6.1.4 81mm bombekaster, Equations of Motion, FCT

Testen omfatter 690 kulebaner. Følgende antall baner tilfredsstillter ikke toleransen.

- 1 bane har feil i avstand på 9.5 meter. Granat/drivladning er MK68/1. Ingen forklaring er funnet utover at elevasjonen er 875 streker hvilket betyr nær maksimal skyteavstand.
- 90 kulebaner hadde feil i banetopp mellom 1.0 og 2.3 meter. Ingen forklaring er funnet, men feilen er dog liten.

6.1.5 81mm bombekaster, Fire Mission, FCT

Testen omfatter 690 baner. Følgende antall kulebaner tilfredsstillter ikke toleransen. Merk at alle feil er avvik utover toleransen.

- NABK klarte ikke å beregne 24 baner men returnerte feilmelding RANGE_TOO_FAR. Årsaken er sannsynligvis den samme som for artilleri, se avsnitt 6.1.2.
- 7 baner hadde feil i elevasjon mellom 100 og 353 streker. Årsaken er sannsynligvis den samme som for artilleri, se avsnitt 6.1.2.
- 4 baner hadde feil i elevasjon mellom 0 og 100 streker. Årsaken er sannsynligvis en

kombinasjon av lite sensitivitet i skyteavstand med hensyn på elevasjon og konvergeringsgrense på minimum 10 meter.

- 9 baner hadde feil i flytid mellom 1 og 8 sekunder, og 8 baner hadde feil mellom 0 til 1 sekunder. Korrelasjon mellom feil i elevasjon og feil i flytid forklarer resultatet.
- 9 baner hadde feil i banetopp mellom 28 og 166 meter. Tilsvarende korrelasjon forklarer resultatet.

6.2 Funksjonstesting

Funksjonstesten består av å kjøre et antall testscript gjennom autotest programmet. Svar som forventes fra NABK for hvert enkelt prosedyre- og funksjonskall er markert i testscriptene. Når forventet svar er et tall benyttes det en toleranse. Dersom svaret fra NABK ikke er i samsvar det forventede markeres feilen med ****OUT**** i resultat filen (filer med ending *.out). Dessuten oppsummeres alle feil i slutten av resultatfilen.

Enhver slik markert feil er nødvendigvis ikke kritisk. I NABK prosjektet klassifiseres feil og mangler fra 1 til 5 i synkende viktighetsgrad. Klasse 1 og 2 betraktes som kritisk og skal derfor ikke forekomme. Klasse 3 til 5 betraktes som ikke-kritisk og blir derfor ikke alltid korrigert umiddelbart. Det er derimot et langsiktig mål å utbeder samtlige feil og mangler i senere release av NABK.

Når det gjelder denne testen kan markerte feil deles inn i to kategorier:

- Tilsvarende feil er markert i resultatfilen for NATOs felles slutttesting av NABK 3.02. Feilen er derfor tidligere blitt klassifisert som ikke-kritisk. Det er derfor kun foretatt en raske vurdering av disse.
- Markerte feil som ikke finnes i resultatet for slutttesting av NABK 3.02, men som har dukket opp i slutttestingen av NABK 3.02.N.2. Denne type feil er undersøkt grundig. Tabellene nedenfor oppsummerer denne type feil og mulig årsak.

Script	Årsak
payload	Manglende svar skyldes at data for granat M898 (SADARM) ikke er tilgjengelig i amerikansk FCI database.
public_fci_interface	Forventede svar for granat M483A1/US stemmer ikke med resultat fra NABK 3.02. Svarene selv er derimot like. Manglende svar for granat M712 (Copperhead) skyldes at denne er fjernet fra amerikansk FCI database.

Tabell 6.1 Markerte feil i testscript for FCI Database laget

Script	Årsak
eqm_rsl_86	Forventede svar i scriptet for granat DM662 bygger på gammel norsk FCI database som ikke er tilgjengelig.
part2	Test 17.6: Status INFO SUCCESS forekommer når det forventes exception INAPPROPRIATE_PROJECTILE_TYPE Dette skyldes at NABK 3.02.N.2 er modifisert slik at cargo granater med funksjoneringshøyde gitt i meter kan overrides med fast falltid.

Script	Årsak
part5c	Endel svar for granat M483A1/US og M692/US er markert som feil. Dette skyldes at kall til prosedyre Carrier_Trajectory_To_Time ikke stemmer overens med resultatfil fra NABK 3.02 testen. Linje 3003 benytter flytid = 35.0 i stedet for 35.0349. Linje 3280 benytter flytid = 8.0 i stedet for 8.0735.
part5d	Endel svar for granat M483A1/US og M692/US er markert som feil. Dette skyldes at kall til prosedyre Carrier_Trajectory_To_Time ikke stemmer overens med resultatfil fra NABK 3.02 testen. Linje 3002 benytter flytid = 35.0 i stedet for 35.0349. Linje 3285 benytter flytid = 5.5 i stedet for 5.552.
part5e	Endel svar for granat M483A1/US er markert som feil. Dette skyldes at kall til prosedyre Carrier_Trajectory_To_Time ikke stemmer overens med resultatfil fra NABK 3.02 testen. Linje 1903 benytter flytid = 10.0 i stedet for 10.04.

Tabell 6.2 Markerte feil i testscript Equations of Motion layer

Script	Årsak
iteration_2 iteration_3 iteration_5	Manglende svar skyldes at data for granat M825 kombinert med ladning M203 er ikke tilgjengelig i amerikansk FCI database.

Tabell 6.3 Markerte feil i testscript for Computation laget

Script	Årsak
far_crest_db_dted	Ikke testet da DTED funksjonaliteten ikke benyttes i Odin2
fmsn_rsl_28_dbstr_1 mvv1 mvv2 mvv2a mvv3 max_weapon_write_wot max_weapon_read_wout prop_table rsl_116mvv_rnd_by_rnd_mv scr_jlm_25_mv	Markerte feil skyldes at scriptene forutsetter <i>round_by_round</i> konfigurasjon av MVV databasen. NABK 3.02.N.2 er konfigurert i <i>average</i> .
met_cm_pkg	Måned og år stemmer ikke da dette er hentet fra systemtid, ikke fra METCM
rsl_116mvv_avg_mv	Scriptene forutsetter opprinnelig granatavhengig for lot V_0 i average konfigurasjon. I NABK 3.02.N.2 behandles lot V_0 uavhengig av granaten, se avsnitt 4.7.
reg_selection	Annen prioritering i overføring av innskutt korreksjon: - ingen overføring tillatt når ladingforskjell > 1 - innskutt korreksjon med nyest METCM har høyest prioritet
rsl_114_reg_selection	Annen prioritering i overføring av innskutt korreksjon: MEASURED (V_0 målt ved kontrollskyting) sidestilles ikke med lik drivladningslot
scr_227_safety	Manglende svar skyldes at data for granat M825 kombinert med ladning M203 ikke er tilgjengelig i amerikansk FCI database.

Script	Årsak
scr_jlm_14_898	Manglende svar skyldes at data for granat M898 (SADARM) ikke er tilgjengelig i amerikansk FCI database.

Tabell 6.4 Markerte feil i testscript for Fire Mission laget

7 OPPSUMMERING

Dette notatet beskriver konfigurasjon, tilpasning og slutttesting av NABK for bruk i Odin2. Utgangspunktet er release 3.02 og resultatet er release 3.02.N.2.

Konfigurasjon gjøres i en konfigurasjonsfil og konfigurasjonspakker (én for hvert lag). Dessuten er to prioritetstabeller for overføring av innskutt korreksjon og V_0 variasjoner tilpasset. Til slutt er det gjort en del mindre endringer i selve koden.

Slutttestingen deles opp i nøyaktighetstesting og funksjonstesting. Begge tester er utført på NABK release 3.02.N.2. Resultatene er oppsummert i notatet. Ingen feil er klassifisert som kritisk.

APPENDIKS

A PARAMETERE I KONFIGURASJONSFIL

Parameter	Beskrivelse	Min	Default	Maks
FCI_DB_HEADER	FCI database header filnavn (maks 64 tegn)	n/a	header.dat	n/a
FCI_DB_INDEX	FCI database index filnavn (maks 64 tegn)	n/a	index.dat	n/a
FCI_DB_PRIMARY_PATH	Katalog for primær FCI database (maks 64 tegn)	Gyldig katalognavn		
FCI_DB_BACKUP_PATH	Katalog for backup FCI database (maks 64 tegn)	Gyldig katalognavn		
FCI_DB_CACHE_SIZE	Antall FCI objekter som lagres i minnet	1	5	20
MAX_FIRE_MISSIONS	Maksimum antall samtidige skyteoppdrag	1	1	20
UNIT_DB_CONFIG	Unit database konfigurasjon: Kontrollerer strukturen til alle avdelinger	BATTALION_BATTERY_WEAPON BATTALION_BATTERY_PLATOON_WEAPON BATTERY_WEAPON (<i>default</i>) BATTERY_PLATOON_WEAPON PLATOON_WEAPON WEAPON		
UNIT_DB_WEAPONS_PER_BATTERY	Maksimum skyts per batteri	1	6	12
UNIT_DB_WEAPONS_PER_PLATOON	Maksimum skyts per tropp	1	4	6
UNIT_DB_PLATOONS_PER_BATTERY	Maksimum tropper per batteri	1	2	3
UNIT_DB_BATTERIES_PER_BATTALION	Maksimum batterier per bataljon	1	3	6
UNIT_DB_MAX_BATTALIONS	Maksimum antall bataljoner når BATALJON er toppnivå	1	2	2
UNIT_DB_MAX_BATTERIES	Maksimum antall batterier når BATTERI er toppnivå	1	3	6
UNIT_DB_MAX_PLATOONS	Maksimum antall tropper når TROPP er toppnivå	1	2	3
UNIT_DB_MAX_WEAPONS	Maksimum antall skyts når SKYTS er toppnivå	1	1	4
NEAR_CREST_DB_MAX_ENTRIES	Maksimum antall nærkreter	1	8	16
MVV_DB_MAX_LOTS	Maksimum antall drivladningslotter i databasen	1	25	500
MVV_DB_MIN_RDS_PER_OCCASION	Minimum antall skudd i en skuddserie for MVV data kan beregnes	1	1	6
MVV_DB_PROP_LOT_MANAGE_LEVEL	Høyeste nivå som drivladningslotter skal håndteres	NABK BATTALION BATTERY (<i>default</i>) PLATOON WEAPON		
REG_DB_MAX_ENTRIES	Maksimum antall innskutte korreksjoner (IK) i database	1	8	16
REG_DB_DURATION	Gyldighet i timer for innskutte korreksjoner	1	8	24

Parameter	Beskrivelse	Min	Default	Maks
REG_DB_RANGE_TRANSFER_LIMIT	Overføringsgrenser i avstand (meter)	1,000	2,000	99,999
REG_DB_AZ_TRANSFER_LIMIT	Overføringsgrense i retning (str)	100	500	3,200
REG_DB_ALT_TRANSFER	Overføringsgrense i delta høyde (str)	100	1,000	9,999
REG_DB_WPN_TO_WPN_TRANSFER	Overføringsgrens mhp avstand mellom skyts	100	1,000	9,999
ACA_DB_MAX_ACA	Maksimum antall luftkoordineringsområder (ACA) i database	1	2	8
ACA_DB_MAX_CORRIDOR	Maksimum antall luftkorridorer i databasen	1	2	8
ACA_DB_MAX_SEGMENTS_PER_CORRIDOR	Maksimum antall blokker i en luftkorridor	1	7	14
FAR_CREST_DB_MAX_CRESTS	Maksimum antall punkter som en fjernkrete kan bestå av (MANUELL fjernkrete database)	2	100	200
FF_CLEARANCE_COMBAT	Sikkerhetshøyde ved overskyting av manuelle fjernkreter med egne styrker under strid	0	0	10_000
FF_CLEARANCE_TRAINING	Sikkerhetshøyde ved overskyting av manuelle fjernkreter med personell under trening	0	0	10_000
MET_DB_DURATION ⁷	Gyldighet i timer for observert værtelegram	1	8	24
ACA_DB_MANAGE_LEVEL	Nivå hvor forskjellige databaser knyttes til	NABK BATTALION BATTERY PLATOON WEAPON		
REG_DB_MANAGE_LEVEL				
NEAR_CREST_DB_MANAGE_LEVEL				
FAR_CREST_DB_MANAGE_LEVEL				
MET_DB_MANAGE_LEVEL				
CREST_VIOLATION_TRAJ_FORKS	Antall fork som benyttes for banebaneberegning ved kretesjekking	0	2	10

⁷ MET_DB_DURATION benyttes når værtelegrammets gyldighet er satt til 0.

B FORSLAG TIL KONFIGURASJONSFIL FOR ODIN2

```

-----
--
-- ----- NATO Artillery Ballistic Kernel Configuration file -----
--
-----
--
-- all distances are in meters
-- all azimuths are in mils (6400 mils = 360 degrees)
-- all times are in hours
-- n/a -> not applicable
--
-- configuration items with no value after the ":" are ignored
-- missing configuration item will use the default
--
-- format: Configuration item: value      -- min    default    max
-----
--
-- ----- fci database configuration items -----
--
FCI_DB_HEADER: header.dat                --      legal file name
FCI_DB_INDEX: index.dat                  --      legal file name
FCI_DB_CACHE_SIZE: 10                    --      1         5         20
FCI_DB_PRIMARY_PATH: C:\nabk\db\no_155mm\ --      legal filesystem path
FCI_DB_BACKUP_PATH:  C:\nabk\db\no_155mm_backup\ -- legal filesystem path
--
-- ----- fire mission layer configuration items -----
--
MAX_FIRE_MISSIONS: 1                      --      1         1         20
--
-- unit database configuration; possible configurations:
--
-- BATTALION_BATTERY_WEAPON
-- BATTALION_BATTERY_PLATOON_WEAPON
-- BATTERY_WEAPON
-- BATTERY_PLATOON_WEAPON
-- PLATOON_WEAPON
-- WEAPON
--
-- entries with no value after the ":" are not applicable to the
-- configuration
UNIT_DB_CONFIG: BATTALION_BATTERY_WEAPON -- n/a BATTERY_WEAPON n/a
UNIT_DB_WEAPONS_PER_BATTERY: 6           -- 1      6         12
UNIT_DB_WEAPONS_PER_PLATOON: *          -- 1      4         6
UNIT_DB_PLATOONS_PER_BATTERY: *         -- 1      2         3
UNIT_DB_BATTERIES_PER_BATTALION: 4     -- 4      3         6
UNIT_DB_MAX_BATTALIONS: 4              -- 0      2         2
UNIT_DB_MAX_BATTERIES: *                -- 0      3         6
UNIT_DB_MAX_PLATOONS: *                 -- 0      2         3
UNIT_DB_MAX_WEAPONS: *                  -- 1      1         4
--
-- near crest database configuration items

```

```

NEAR_CREST_DB_MAX_ENTRIES: 8          -- 1      8      16
-- mvv db configuration items

MVV_DB_MAX_LOTS: 25                   -- 1      25     500
MVV_DB_MIN_RDS_PER_OCCASION: 1        -- 1      1       6

-- manage prop lot data at GLOBAL, BATTALION, BATTERY, PLATOON, WEAPON

MVV_DB_PROP_LOT_MANAGE_LEVEL: GLOBAL

-- registration database config items

REG_DB_MAX_ENTRIES: 16                 -- 1      8      16
REG_DB_DURATION: 8                     -- 1      8      24
REG_DB_RANGE_TRANSFER: 2000            -- 1,000  2,000  99,999
REG_DB_AZ_TRANSFER: 500                -- 100    500    3,200
REG_DB_TGT_ALT_TRANSFER: 1000          -- 100    1,000  9,999
REG_DB_WPN_TO_WPN_TRANSFER: 2000      -- 1,000  2,000  99,999

-- ACA configuration items

ACA_DB_MAX_ACA: 8                      -- 1      2       8
ACA_DB_MAX_CORRIDOR: 8                 -- 1      2       8
ACA_DB_MAX_SEGMENTS_PER_CORRIDOR: 10  -- 1      7      14

-- far crest configuration items; types are MANUAL or DTED

FAR_CREST_DB_MAX_CRESTS: 100          -- 2     100    200

-- Additional crest clearance, not used
-- Values taken from FCI database

FF_CLEARANCE_COMBAT: 0
FF_CLEARANCE_TRAINING: 0

-- met database configuration items

MET_DB_DURATION: 24                    -- 1      8      24

--unit level at which data is managed

ACA_DB_MANAGE_LEVEL: BATTALION
REG_DB_MANAGE_LEVEL: BATTALION
NEAR_CREST_DB_MANAGE_LEVEL: WEAPON
FAR_CREST_DB_MANAGE_LEVEL: BATTALION
MET_DB_MANAGE_LEVEL: BATTALION

-- the number of forks used to compute trajectories for crest
-- violation checks

CREST_VIOLATION_TRAJ_FORKS: 1          -- 0      2      10

--Fingerprint:686866C7EFB4DC6B8707817607C867C7 (14-FEB-2002 16:19:26)

```

C TESTSETT

C.1 Parametere for basis FCT testsett

Kulebane nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Under/Over grader	U	U	U	U	U	U	U	O	O	O
Værdata ¹⁾	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
MDP høyde (meter) ²⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skyts lengdegrad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skyts breddegrad	N45	N45	N45	N45	N45	N45	N45	N45	N45	N45
Skyts høyde (meter)	0	0	0	0	-0	0	0	0	0	0
Skyts grid sone	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Elevasjon (str) ³⁾	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
Retning skyts – mål (str)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Høyde mål (meter)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vektklasse (sq)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kruttemperatur (⁰ C)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Status rør (%) ⁴⁾	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MVV rør (m/s) ⁵⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MVV lot (ms/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- 1) 5 sett med værdata benyttes, A, B, C, D og E. Værdata A er ICAO standard, værdata B inneholder vind med stor variasjon fra sone til sone, værdata C representere arktiske forhold, værdata D representerer tropiske forhold og værdata E representerer ICAO standard med tillegg av gjennomsnittlig vind for hele jorden.
- 2) MDP høyde – Met Datum Plan høyde, dvs værstasjonens høyde over havet.
- 3) Elevasjon kan endres dersom løsning ikke finnes.
- 4) 100% betyr nytt rør, 0% betyr utslitt
- 5) MVV – Muzzle Velocity Variation tilsvarer V_0 variasjon, dvs forskjell mellom målt V_0 og beregnet V_0 . MVV rør tilsvarer individuell skyts V_0 og MVV lot tilsvarer lot V_0 .

C.2 Parametere for basis FCT testsett – overgrader

Kulebane nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Under/Over grader	O	O	O	O	O	O	O	O
Værdata	A	A	A	A	A	A	A	A
MDP høyde (meter)	0	0	0	0	0	0	0	0
Skyts lengdegrad	0	0	0	0	0	0	0	0
Skyts breddegrad	N45	N45	N45	N45	N45	N45	N45	N45
Skyts høyde (meter)	0	0	0	0	-0	0	0	0
Skyts grid sone	32	32	32	32	32	32	32	32
Elevasjon (str)	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Retning skyts – mål (str)	0	0	0	0	0	0	0	0
Høyde mål (meter)	0	0	0	0	0	0	0	0
Vektklasse (sq)	0	0	0	0	0	0	0	0
Kruttemperatur (°C)	21	21	21	21	21	21	21	21
Status rør (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
MVV rør (m/s)	0	0	0	0	0	0	0	0
MVV lot (ms/s)	0	0	0	0	0	0	0	0

C.3 Parametere for normal FCT testsett

Kulebane nr.	1	2	3	4	5
Under/Over grader	U	U	O	U	O
Værdata	A	E	B	C	D
MDP høyde (meter)	0	0	0	250	200
Skyts lengdegrad	W 75	W 14	W 76	E 57.5	W 77
Skyts breddegrad	N 45	N 60	S 45	S 60	0
Skyts høyde (meter)	0	0	0	500	-100
Skyts grid sone	18	28	-18	-40	18
Elevasjon (str)	450	750	1050	300	1200
Retning skyts – mål (str)	0	800	3200	5600	2000
Høyde mål (meter)	0	0	0	350	100
Vektklasse (sq)	0	0	+1	0	-1
Kruttemperatur (°C)	21	-7	38	-34	57
Status rør (%)	100	100	100	100	100
MVV rør (m/s)	0	0	0	0	0
MVV lot (ms/s)	0	0	0	-10	+5

C.4 Parametere for stresset FCT testsett

Kulebane nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Under/Over grader	O	U	O	O	U	U	U	O
Værdata	C	C	D	D	B	C	D	B
MDP høyde (meter)	-200	-300	4800	5000	300	-100	4200	0
Skyts lengdegrad	W 75.5	W 75.4	W 73	W 77.5	W 74	W 75.2	W 77.5	W 76.5
Skyts breddegrad	N 60	S 60	N 20	S 20	N 45	N 70	S 10	S 45
Skyts høyde (meter)	-300	-200	5000	4800	500	-350	4000	-100
Skyts grid sone	18	-18	18	-18	18	18	-18	-18
Elevasjon (str)	1250	750	1200	950	450	400	250	1100
Retning skyts – mål (str)	4000	5600	800	2400	3200	0	3200	0
Høyde mål (meter)	100	200	4500	4300	700	100	3700	-200
Vektklasse (sq)	+1	0	-1	-1	0	-1	+1	0
Kruttemperatur (°C)	-34	-40	54	49	-7	-37	57	10
Status rør (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
MVV rør (m/s)	0	0	0	0	0	0	0	0
MVV lot (m/s)	-20	-15	10	5	-5	-25	15	5

C.5 Parametere for flatbane FCT testsett

Kulebane nr.	1	2	3
Under/Over grader	U	U	U
Værdata	A	E	C
MDP høyde (meter)	0	0	250
Skyts lengdegrad	W 75	W 14	E 57.5
Skyts breddegrad	N 45	N 60	S 60
Skyts høyde (meter)	0	0	500
Skyts grid sone	18	28	-40
Elevasjon (str)	450	750	300
Retning skyts – mål (str)	0	800	5600
Høyde mål for charge (meter)	0	0	450
Høyde mål for spreng (meter)	150	300	650
Vektklasse (sq)	0	0	0
Kruttemperatur (°C)	21	-7	-34
Status rør (%)	100	100	100
MVV rør (m/s)	0	0	0
MVV lot (m/s)	0	0	-10

C.7 Parametere for FCTR testsett

Kulebane nr.	1	2	3
Under/Over grader	U	U	O
Værdata	A	C	D
MDP høyde (meter)	0	-200	0
Skyts lengdegrad	W 75	W 14	W 76
Skyts breddegrad	N 45	N 60	S 60
Skyts høyde (meter)	0	-100	400
Skyts grid sone	18	28	-18
Elevasjon (str)	400	425	1100
Retning skyts – kontrollpunkt (str)	0	800	4500
Høyde kontrollpunkt (meter)	0	50	350
Vektklasse (sq)	0	0	1
Kruttemperatur, kontrollskyting ($^{\circ}\text{C}$)	21	-6	38
Kruttemperatur, overføring kort ($^{\circ}\text{C}$)	21	10	46
Kruttemperatur, overføring lang ($^{\circ}\text{C}$)	21	-1	39
Spreng høyde, middelpunkt (meter)	60	100	100
Spreng høyde, presisjon (meter)	20	20	20
Pertubering ved baneberegning:			
Lufttetthet (% / 100)	0.975	1.025	0.98
Lufttemperatur (% /100)	0.97	1.025	1.02
Delta V_0 (m/s)	+3	-3	+2
Delta vind i skyteretning (m/s)	+4	-2.5	+2
Delta vind på tvers av skyteretning (m/s)	+3	-2.5	-2
Elevasjon, overføring kort (str)	250	275	1200
Elevasjon, overføring lang (str)	525	500	1050
Regning skyts – mål, overføring kort (str)	6200	600	4300
Retning skyts – mål, overføring lang (str)	200	1000	4700
Høyde mål, overføring kort (meter)	0	-150	500
Høyde mål, overføring lang (meter)	0	0	350
Status rør (%)	100	100	100
MVV rør (m/s)	0	0	0
MVV lot (m/s)	0	-12	0

Litteratur

- (1) Haarseth E, Cappelen D, Dullum O (1998): NATO Artillery Ballistic Kernel, FFI/RAPPORT-98/05980, Ikke offentlig