

Aktiebolaget
BOFORS

V 105 X 58.

Reg. 63 5

Datum 15.4.59

Blad nr 1 Forts. på blad nr 2

KKH 70/Snna

Konfidentiellt

Utprovning av vagnsidriktanordning för stridsvagn typ S.
Delrapport 15.4.59.

Bofors den 15 april 1959

Amélie Engström
(provningsledare)

Rapporten avser att lämna uppgift om provningsläget samt redogörelse för erhållna resultat från prov med vagnsidriktning.

Provningsläget.

Sedan den 15 jan. 1959 har större delen av undersökningarna under 2.1 i provningsprogrammet genomförts. Denna del omfattar riktprov på de tre normalunderlagen stengata, grusväg och ängsmark. Beträffande ängsmark har undersökningarna och utvärderingsarbetet inte helt slutförts på grund av att väderleksförhållandena omöjliggjort arbetet med att fullfölja proven.

Den följande huvudgruppen i provningsprogrammet utgöres av punkt 2.2, som upptager riktprov på varierande underlag. Inom denna huvudgrupp har undersökningar under punkt 2.21 företagits på snö- och isunderlag. Detta har omfattat bestämningar av bandkrafter, bandrörelser och vagnrörelser vid olika rikthastigheter.

I början av februari iordningsställdes vagnen för skjutprov. Härvid gjordes vissa förstärkningar i vagnens framända, som även hade till uppgift att uppbära eldröret.

Den 17 febr. började skjutproven. Skjutningarna har hittills omfattat inledande skjutprov, skjutning med bestämning av accelerationer på förarplats och skjutning på grusväg. Detta motsvarar punkterna 2.41, 2.42 och 2.43 i "provningsprogram omfattande skjutprov med fast kanon" av den 9 febr. 1959. Dessutom har genomförts registreringar vid skjutning med vagnen på isunderlag i samma program under punkt 2.44, "skjutning på varierande underlag".

Den 15 april pågår riktprov på varierande underlag, som i huvudsak kommer att utgöras av åkermark, sand, stenmark, skogsmark och lutande terräng under varierande förhållanden.

Erhållna resultat.

Den i det följande använda numreringen och indelningen hänför sig till provningsprogram av den 23 oktober 1958 samt beträffande skjutningen speciellt provningsprogram av den 9 febr. 1959.

2.1 Riktprov på normalunderlag.

2.11 Funktionsprov.

Riktförsök har utförts utan registreringar och för iakttagelser i samband med dessa redogjordes i delrapport av den 15 jan. 1959. Över de däri omnämnda undersökningarna för bestämning av förluster i vagnens egna transmissioner och samband mellan arbetstryck samt spett- och bandkrafter har upprättats en separat rapport. Demma återfinns i bilaga 1 som provningsrapport nr 3.

2.12 Riktrörelser vid olika normalunderlag.

Delrapporten av den 15 jan. 1959 lämnade vissa preliminära resultat från undersökningarna under denna punkt. Redovisningen av dessa resultat har i viss utsträckning kompletterats och kommer här nedan att tillsammans med senare körningar att redovisas mera i detalj.

Under denna punkt företagna undersökningar har bestått i att vid de olika normalunderlagen bestämma bandkrafter, bandrörelser och vagnrörelser. Resultaten från riktrörelserna på ängsmark är ännu ej fullständiga utan kommer efter hand, som väderleken medger, att kompletteras med ytterligare körningar. Då undersökningarna på snö- och isunderlag har haft samma omfattning som för normalunderlagen, redovisas resultaten tillsammans med resultaten från körningarna på normalunderlag. Enligt programmet tillhör snö- och isunderlag huvudgruppen 2.2.

Ur resultaten från registreringarna har följande diagram uppgjorts, vilka redovisas här nedan.

Spettkraft som funktion av rikthastighet.

Diagrammen visar sambanden mellan sammanlagda spettkraften för vänster och höger spett och den verkliga sidrikthastigheten. I diagrammen visar den streckade linjen medelvärdet på spettkrafterna och de heldragna linjerna högsta resp. lägsta uppmätta krafterna vid motsvarande provningstillfälle.

För underlaget grusväg finns två körningar varav den ena är uppmätt under onormalt gynsamma förhållanden, som redogjordes för i rapport av den 15 jan. 1959 och den andra under svåra förhållanden. Grusvägen hade där vissa känningar av tjällossningen, som gav den en våt och något mjukare konsistens än vad som är normalt för en grusväg under sommaren.

Diagrammen för de olika underlagen återfinns på följande sidor:

Grusväg	riktning	medurs	sid. 13
-"-	-"-	moturs	-"- 14
Stengata	-"-	medurs	-"- 15
-"-	-"-	moturs	-"- 16
Ängsmark	-"-	medurs	-"- 17
-"-	-"-	moturs	-"- 18
Snö	-"-	medurs	-"- 19
-"-	-"-	moturs	-"- 20
Is	-"-	medurs	-"- 21
-"-	-"-	moturs	-"- 22

Verklig sidriktvinkel som funktion av teoretisk sidriktvinkel.

Ur dessa diagram framgår vagnens verkliga riktinkellägen som funktion av teoretiska vid finriktning. Med det teoretiska riktinkelläget menas den riktinkel spetten teoretiskt skulle ge vagnen vid en viss spettvinkelrörelse. Diagram finns uppgjorda för olika sidriktshastigheter, som har betecknats stora, medelstora, små och mycket små sidriktshastigheter. I diagrammen finns även angivet hur stor den teoretiska sidriktshastigheten har varit. Varje diagram omfattar minst två kurvor den kortare representerar riktning över ett halvsteg, den längre över ett helsteg.

Diagrammen för de olika underlagen återfinns på följande sidor:

Grusväg	sid. 23 t.o.m. 28.
Stengata	-"- 29 -"- 36.
Snö	-"- 37 -"- 44.
Is	-"- 45 -"- 52.

Riktningverkningsgrad som funktion av teoretisk sidriktshastighet.

Riktningverkningsgrad har benämnts förhållandet mellan verkligt och teoretiskt riktinkelläge. I diagrammen visar den streckade linjen medelvärdet på riktningverkningsgraden och de heldragna linjerna högsta resp. lägsta erhållna värdena vid motsvarande provningstillfälle.

Diagrammen för de olika underlagen återfinns på följande sidor:

Grusväg:	sid. 53
Stengata	-"- 54
Ängsmark	-"- 55
Snö	-"- 56
Is	-"- 57

Riktsystemets glapp och fjädringar.

Diagrammen visar verklig sidriktvinkel som funktion av den teoretiska vid riktning fram och åter inom steget. Med den teoretiska sidriktvinkeln menas den riktning spetten teoretiskt skulle ge vagnen vid riktningsverkningsgraden 1. Undersökningen har utförts inom stora, medelstora och små riktsektorer med max. rikthastighet. De uppgjorda diagrammen avser att ge en uppfattning om riktsystemets följsamhet. Diagrammen för de olika underlagen återfinns på följande sidor:

Grusväg	sid. 58	t.o.å.	sid. 60.
Stengata	"- 61	"- "	63.
Snö	"- 64	"- "	66.
Is	"- 67	"- "	69.

2.13 Funktionsprov.

Riktförsök utan registreringar har utförts vid några svårare markförhållanden. Riktförsöken avser att på ett tidigt stadium kunna ge en uppfattning om systemets funktionsduglighet.

Lös, torr snö.

Vid ett snödjup av ca 70 cm med lös torr snö vid -4°C erhöles vid konstant sidriktvinkel med jämna intervall ryckvisa förflyttningar på grund av snöanhopningar under vagnen. För övrigt fungerade finriktsystemet på ett tillfredsställande sätt. En begränsning kunde märkas genom att sidriktning över flera steg samlade stora mängder snö längs vagnens sidor. Detta kom att medföra successiv ökning av bandkrafterna tills maximalt värde uppnåtts.

Med samma snöförhållanden som ovan och underlaget dessutom lutande i sidled erhöles vagnen vid riktrörelserna även en glidning i sidled. Detta förhållande störde inte användandet av finriktsystemet. För övrigt gäller samma iakttagelser som ovan.

Underlagets beskaffenhet framgår även av foton på sidorna 85 och 86.

Finriktsystemet fungerade även vid riktning mot enkelsidigt hinder och lös torr snö som ovan. Vagnen erhöles en rörelse vid sidriktning med hindret som centrum. Spettkrafterna blev dock ibland mycket höga och kunde överskrida sammanlagt 30000 kp, som är den maximala provvagnens finriktsystem är konstruerat för.

Våt snö.

På en sammanplogad driva, som utgjordes av packad mycket våt snö, företogs rikt försök. Snödjupet uppgick till ca 80 cm och lufttemperaturen var + 3°C. Underlaget hade varit utsatt för 15 mm nederbörd i form av regn.

På grund av den hårt packade och våta snön förmådde ej spetten pressa sig ned och få ingrepp i banden, vilket omöjliggjorde all riktning. En av orsakerna till misslyckandet utgör den stora snöyta, som spetten måste pressa undan vid vertikalrörelsen på grund av spettens utformning för att få ingrepp i banden.

Vid ett snödjup av 50 cm och samma våta konsistens som ovan, men ej sammanplogad och packad snö, kunde spetten tränga ned och få ingrepp i banden. Företagen riktning över flera steg packade dock samman snö under vagnen på grund av dess våta konsistens och efter 1 & 2 stegväxlingar kunde ej spetten pressa sig genom snövallarna som bildats och få ingrepp i banden. Själva systemet som sådant med sidriktning via banden syntes fungera tillfredsställande med de reservationer som omnämnts vid lös torr snö.

Isunderlag.

Riktningensverkningsgraden på isunderlag kan variera mellan noll och vad som erhålles för exempelvis grusväg. Lutningar på underlaget av endast någon grad orsakar kraftig glidning på vagnen vid samtidig sidriktning. Med ena bandet på ett glatt underlag medan det andra har något strävare erhålles en vagnrörelse vid sidriktning, som antingen är rakt fram eller rakt bak.

Barmark med enkelsidigt hinder.

Vid mycket svåra markförhållanden med delvis tjälbunden mark och enkelsidigt hinder, som till en viss grad övergick i dubbelsidigt, var de tillgängliga spettkrafterna på tillsammans 30000 kp ej tillräckliga. Här kunde även iakttagas att vid mycket höga spettkrafter och då underlagen under själva spettingreppen var lösa uppstod veckningar av banden, som hade till följd att spetten släppte sina ingrepp i banden.

Markförhållandena framgår av foton på sida 87.

Sammanfattning.

Finriktsystemet med sidriktning via banden tycks, efter vad som hittills framkommit klara även relativt svåra markförhållanden, trots de negativa synpunkter som framkommit ovan. Vid svårare markförhållanden krävs dock spettkrafter, som ofta tangerar eller vill

överskrida de 30000 kp för vilka nuvarande riktmaskineri är konstruerat. De höga bandkrafterna kan vara något missvisande. På provvagnen är ändbärhjulen upphissade. Detta ger vagnen en teoretisk relativ bandlängd på $\gamma = 1.2$. Vid riktförsöken, med undantag för på hårda underlag, gräver sig banden ned och därmed erhålles en verklig relativ bandlängd som är betydligt större och ger därmed högre spettkrafter.

Spettät kan säkerligen också förses med annan utformning av grip-anordningen i banden för att ge bättre grepp även då banden vill veckas.

2.14 Databestämmning.

Nedanstående bestämmingar har skett av den prestanda finriktsystemet kan uppfylla i nuvarande utförandeform.

Riktinkel per steg.

Den teoretiska riktinkeln per steg uppgår vid helsteg till ca 418 mr. Den verkliga riktinkeln är sedan beroende på riktningsverkningsgraden, som varierar med underlaget. Sättes den till 0.8 som kan sägas vara ett medelvärde för normalunderlag, fås riktinkeln till 335 mr. En viss del av steget går även förlorat på grund av den väg spetten får gå för att söka sin lucka i banden. Denna förlust kan maximalt uppgå till ca 100 mr. Den verkliga riktinkeln vid en riktningsverkningsgrad av 0,8 skulle således uppgå till minst 235 mr.

Inställningsnoggrannhet.

Finriktsystemets inställningsnoggrannhet beror i mycket stor utsträckning på använt sikte. Någon registrering av inställningsnoggrannheten är ej genomförd, men med ledning av de riktförsök, som är gjorda, förefaller kravet på $\pm 0,2$ mr kunna uppfyllas.

Min. hast. över 100^m.

Målföljning vid målhastigheter på under 1 mr/sek. har utan större svårighet varit möjlig. En viss roll spelar dock underlagets beskaffenhet.

Max. rikthastighet.

Den teoretiska hastigheten uppgår till ca 32 mr/sek. Med den teoretiska hastigheten avses den hastighet, som spetten teoretiskt skulle ge vagnen vid riktningsverkningsgraden 1. Räkningar man således med en verkningsgrad även här på 0,8 blir max. rikthastighet ca 25 mr/sek.

Max. omkopplingstid till nytt vinkelsteg vid max. vinkelutslag.

Den tid som åtgår från det att spettuppgång börjar (stegväxling börjar) tills spetten träffar banden efter stegväxling uppgår i medeltal till 4,3 sek. Härvid har max.-värdet uppgått till 4.5 sek. och min.-värdet till 3.2 sek. I dessa tider är ej medräknat den tid det tar för spetten att söka sina luckor i banden, som maximalt kan uppgå till 3 sek vid max. rikthastighet. Tiden mellan riktrörelse på vagn upphör vid stegväxling till vagnrörelse börjar efter stegväxling är i medeltal 6.4 sek., med max.- och min.-värden på 7.3 sek. resp. 5.3 sek. De uppmätta tiderna är som framgår långa. Orsakerna till detta är dels den tid det åtgår för spetten att söka sin lucka i banden vid stegväxling dels det friktionsmotstånd mellan band och spett, som uppträder då spetten lämnar ingreppen i banden och sänker därmed spetthastigheten i början av vertikalrörelsen. Att denna friktionskraft kan bli stor beror på fjädringar i band o.d., som finns inspända vid riktningsrörelserna. Övriga gångtider är korta och kan ej nämnvärt bidra vid minskningen av den totala tiden för stegväxling.

2.15 Registrering av vagnrörelse vid riktning över flera steg.

Diagram har uppgjorts visande verkligt vinkelläge vagn som funktion av tiden. Rörelsen utgöres av halvsteg + helsteg vid riktning på samtliga underlag med undantag för is. Där har nämligen fler steg medtagits och diagrammen fått en annan tidsskala.

Diagrammen för de olika underlagen återfinns på följande sidor:

Grusväg	sid. 70 och 71
Stengata	"- 72 och 73.
Snö	"- 74 och 75.
Is	"- 76 och 77.

2.16 Målföljning.

Undersökningar har genomförts för bedömning av pjäsens förmåga att följa ett rörligt mål. Målföljning har skett vid målhastigheterna 1, 5 och 10 mr/sek. och registrerats med kulsprutekamera. Underlagen har utgjorts av grusväg och stengata. Beträffande grusväg är undersökningarna på grund av väderleksförhållandena ännu ej helt slutförda. De erhållna filmerna från proven har ej utvärderat utan är avsedda att visas i projektor.

2.4 Skjutprov.

Vid skjutningen har följande mätningar och registreringar genomförts.

2.41 Inledande skjutprov.

Dessa avsåg bestämningar av vagnens förmåga att upptaga de krafter på vagn och band som uppkommer vid fast monterad kanon utan rekyl-
lerande system. Skjutningen inleddes med reducerade laddningar, som successivt ökades, tills relationerna mellan v_0 och P_{max} för 41 kg:s granat överskred det fall som avsågs i projektet för strids-
vagn typ S med ca 20 %.

Den laddning, där relationerna mellan v_0 och P_{max} för 41 kg:s granat överensstämmer med projektets, benämnes i fortsättningen normalladd-
ning.

Registreringar har skett av spettkrafter, vagnlägen och accelera-
tioner.

2.42 Skjutning med bestämning av accelerationer på riktarplats.

Resultaten från denna mätning skall ligga till grund för bedömning
av riktarens arbetsförhållanden.

2.43 Skjutning på grusunderlag.

Denna skjutning avsåg att i detalj fastlägga vagnens beteende vid
grusunderlag och skjutning med normalladdning. Härvid har uppmätts
accelerationer på vagnen, spettkrafter, vagnens rörelse i sidvinkel-
och ängsled samt spettrörelsen med spetten dels i sina neutral-
lägen och dels nära sina respektiva vändlägen.

2.44 Skjutning på varierande underlag.

Under denna punkt har skjutning hittills endast skett på is. Härvid
har vagnrörelsen i sidvinkel- och ängsled studerats.

Skjutningarna ovan har givit följande resultat:

Accelerationer på vagnen.

Ur registreringarna vid skjutningen har följande framkommit från
accelerationsmätningarna.

Accelerationen i horisontalled i vagnens mitt har uppnått ett maxi-
malt värde av ca 48 g på ca 3 ms räknat från accelerationens början
vid normalladdning. Motsvarande värden för den högsta laddningen
var 63 g och 2.5 ms. Då resultaten från accelerationsmätningarna
i viss utsträckning tycks ha tendens till en svängningsrörelse,
har en utvärdering av medelaccelerationen under de första 10 ms även

genomförts. Härvid har erhållits resultat på accelerationen på i medeltal 3.9 g under de första 10 ms för normalladdning och för den kraftiga laddningen 5.4 g. Mätningarna ovan har genomförts med accelerometern placerad i vagnens mitt på plattan över riktmaskineriet. Vid en placering av accelerometern utanför i samma höjd på vagnens sida erhöles med normalladdning maximala värden på accelerationen av 22 g som uppnåddes på 2.6 ms. Här har tydligen accelerometers placering spelat en viss roll. Studeras däremot medelaccelerationen under de första 10 ms finns däremot ingen skillnad mellan den förra eller senare placeringen av accelerometern.

Accelerationen i vertikalled både i vagnens fram- och bakända har registrerats. Från dessa mätningar har endast accelerationen i vagnens bakända varit föremål för utvärdering. Vid normalladdning uppgår här maximala accelerationen till ca 25 g, vilken uppnås på ca 3 ms. Med den kraftigaste laddningen fås motsvarande värden till 30 g och 2.3 ms.

Bestämningen av accelerationen på förarplats har skett med accelerometern monterade på den plats på golvet i vagnen, där i vanliga fall riktarens stol sitter fastmonterad. Accelerationen i horisontalled har här uppgått till maximalt ca 20 g, som uppnåts på 2.7 ms. Medelaccelerationen under 10 ms har härvid blivit 2.7g. I vertikalled har erhållits ett värde på maximala accelerationen, som uppgått till 11 g efter 2.5 ms.

Bandkrafter.

Av mätningarna har framgått att relativt små krafter och kraftvariationer uppträder i spetten vid skjutningarna. En viss skillnad av karaktären på kraftvariationerna kan dock konstateras vid olika inspända krafter i banden. På sidorna 78 och 79 återfinns två diagram, som skall ge exempel på spettkraftens variation vid skjutning. Det ena för skott nr 7 representerar normalladdning medan det andra för skott nr 14 den kraftiga laddningen.

Vagnrörelse.

Vagnens rörelse i sidvinkelled har bestämts dels med hjälp av gyro dels med ett yttre monterat sikte och har hållit sig mellan 1 och 4 mr. En bidragande orsak till rörelsen tycks vara sättningar i underlaget.

Vagnrörelsen i längsled har filmats och på sid. 80 återfinns ett diagram, som visar vagnens rörelse som funktion av tiden. Olika laddningar har ej uppvisat några olikheter vid registreringarna. Däremot gav isunderlag något större rörelse, vars amplitud här maximalt har uppmätts till 48 mm.

Vid några tillfällen har även vagnens rörelse i längsled bestämts med hjälp av differentialtransformator för jämförelse med registreringarna, som skett med filmkamera.

Med de här erhållna oscillogrammen kan vagnrörelsen mera i detalj studeras, emedan vagnens läge registreras kontinuerligt. Oscillogrammen visar således att under de första millisekunderna sker förflyttningen av vagnen mycket snabbt varefter rörelsehastigheten avtager för att efter ca 10 ms följa den kontinuerliga rörelsen, som kurvan visar i diagrammet uppgjort efter registrering med filmkamera. En approximativ beräkning av accelerationen i vagnens längsled med ledning av oscillogrammen har varit möjlig. Resultaten från denna har visat att under de första 2.1 ms var medelhastigheten på vagnen 0.75 m/s och accelerationen blir då 35 g. Gjordes motsvarande beräkning för de första 10 ms erhöles 0.5 m/s som medelhastighet varvid accelerationen fås till 5 g. Som synes är överensstämmelsen god med vad som uppmättes med accelerometern särskilt med tanke på att den här gjorda utvärderingen med ledning av väg- tiddiagrammet kan vara behäftad med stora fel.

Spettrörelser.

Spettens vinkellägesändringar vid skjutning visas i ett diagram på sid. 83. Ur detta framgår vinkellägesändringen som funktion av tiden. På sid. 84 återfinns motsvarande diagram för spetten höjdlägesändringar.

Spef. mätningar.

En utökning av skjutprogrammet har skett. Denna bestod i att vid skjutning registrera vagnens rörelse i längsled med riktmaskineriet urkopplat, släppta bromsar och för övrigt helt fria band. Detta har skett med vagnen placerad dels på grusunderlag dels på is. På sid. 81 och 82 återfinns diagram, som visar vagnrörelsen i längsled som funktion av tiden vid grus- och isunderlag.

Vid grusunderlaget har även bestämning skett av accelerationen i horisontalled. Maximala accelerationen, uppgick därvid till 36 g efter 4.2 ms. Medelaccelerationen under de första 10 ms har varit 5.75 g.

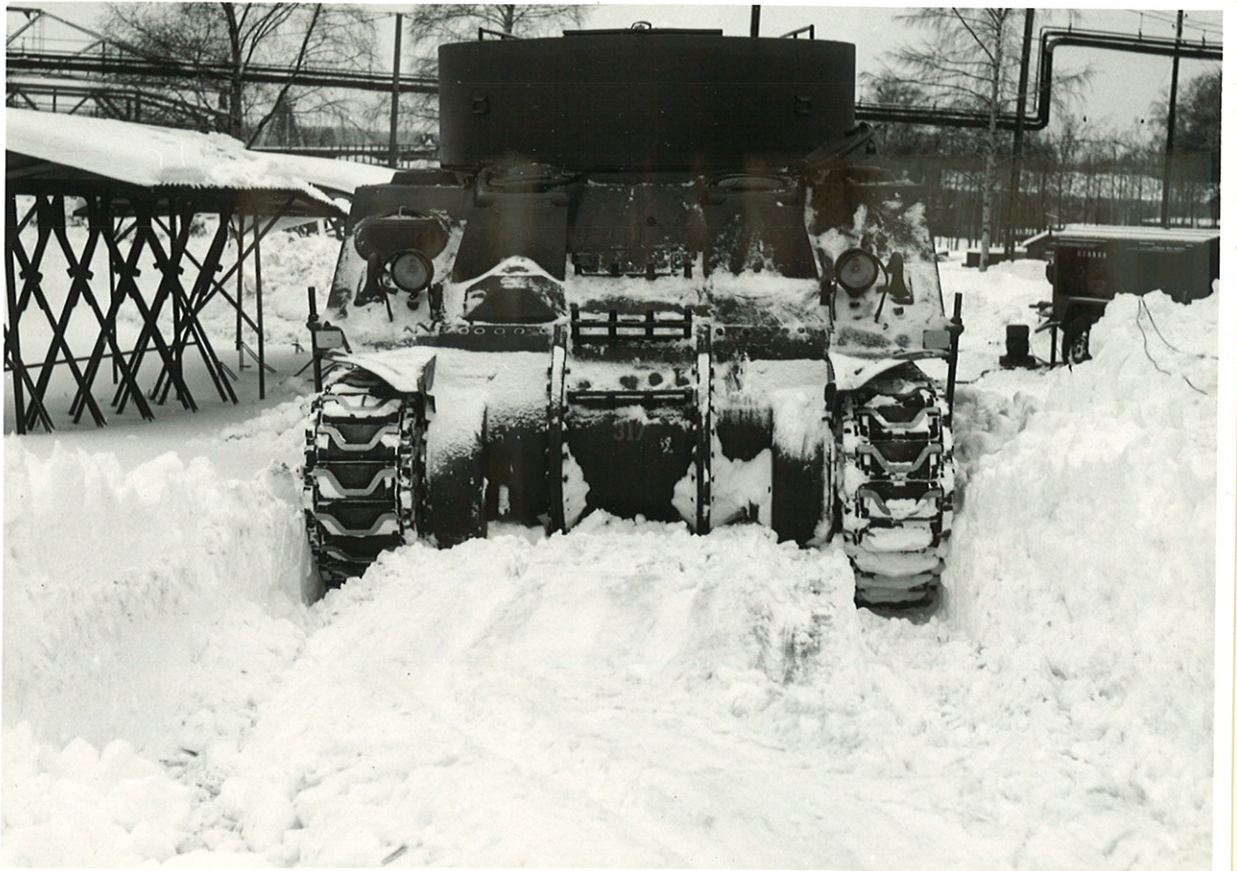
Sammanfattning från skjutprov.

De uppmätta värdena på accelerationer, krafter, rörelser och dylikt verkar på inget sätt besvärande vid skjutning. Accelerationen har dock vid mätningarna visat höga toppar, som är mycket kortvariga och således ej till något obehag för vagnspersonalen. Det har även visat sig vid skjutningar med personal i vagnen att detta kunnat ske utan olägenheter. I samband med skjutningarna har dock ej sikte kommit till användning, då detta bör ha en speciell utformning för att ej skada riktaren.

Amplituden på vagnrörelsen, som utgör en svängningsrörelse, uppgår med riktmaskineriet inkopplat till ca 25 mm. Rörelsen på vagnen har helt upphört efter 1.5 å 2 sekunder med i allmänhet ingen kvarvarande lägesändring i längsled.

Med ledning av de erhållna resultaten bör det fortsatta skjutprogrammet kunna inskränkas högst betydligt. Ett förslag till ett avkortat skjutprogram skulle vara att låta den återstående skjutningen endast utgöras av skjutning med vagnen placerad på underlag av lutande terräng i sidled.

Provningsen har i viss utsträckning från KATF:s sida följts av kapten Ulfhielm.



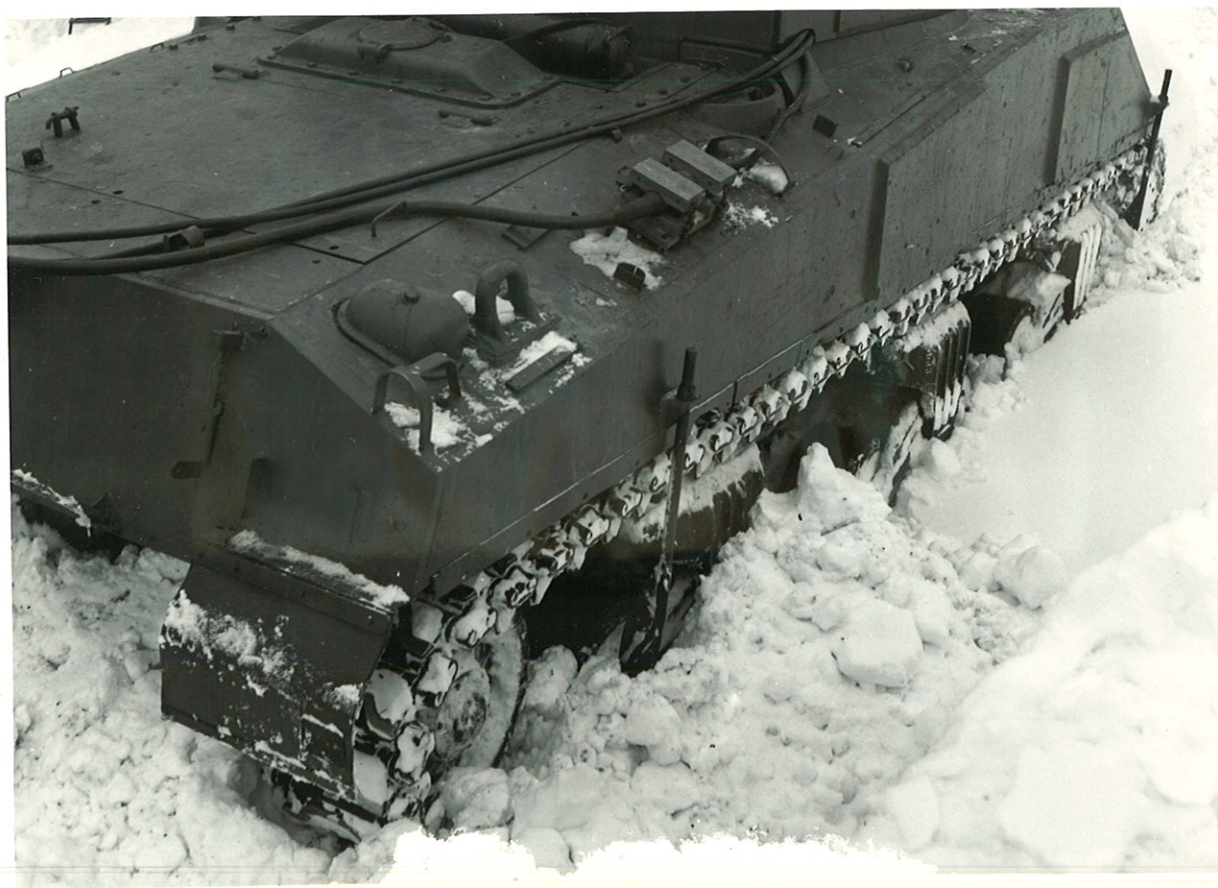
2.13 Funktionsprov

Markförhållanden: Plant underlag

Snödjup 70 cm

Lös torr snö

Lufttemp. -4°C



2.13 Funktionsprov

Markförhållanden: Plant underlag delvis
tjälbunden mark och
enkelsidigt hinder.

