

Aktiebolaget
BOFORS

KKH 70

V 105 X 58 C
Utprovningssrapport
enl. §3 delavtal nr 8 till
ramavtal av den 25-30 okt 1958
IA/H 132:1-59

Reg.	63 5
Datum	30.6.1961
Blad nr	1
Forts. på blad nr	2

Utprovning av sidriktsystem kombinerat
med höjdrikt- och fjädringssystem för
stridsvagn typ S.

Slutrapport den 30.6.1961

Bofors, avd. KKH den 30 juni 1961

Väme Gustafsson
Avdelningschef

Gunnar Nygren
Provningsledare

Innehållsförteckning

	<u>Blad nr</u>
<u>Sammanfattning</u>	4
1. <u>Allmänt</u>	
1.1 Ändamål	6
1.2 Undersökningens omfattning	6
1.3 Provföremål	6
1.4 Använda beteckningar	7
1.5 Mätutrustning	
1.51 Givare	8
1.52 Mätvärdesomvandlare	10
1.53 Registrerande apparatur	10
2. <u>Funktionsprov</u>	
2.1 Förprov	11
2.2 Undersökning av ingående komponenter	
2.21 Tätningsselement i hjulcylindrar	11
2.22 Kolvstångslagringar	12
2.3 Undersökningar i avsikt att minska bandaggregat- glappens inverkan på sidriktsystemet	12
3. <u>Riktprov</u>	
3.1 Sidriktsystemets prestanda	14
3.11 Max. sidrikthastighet	14
3.12 Inställningsnoggrannhet	14
3.13 Riktnoggrannhet vid höga och låga rikt- hastigheter	15
3.2 Riktprov på underlag av varierande beskaffenhet och lutning	
3.21 Verklig och teoretisk sidriktrörelse. Riktningssverkningsgrad	16
3.22 Bandkrafter	17
3.23 Tryck i hjulcylindrar	18
3.24 Svängboxrörelser	18
3.3 Målföljning under filmning	19
3.4 Sidriktsystemets inverkan på höjdriktningen	20
3.5 Subjektiva bedömningar	21
3.6 Bandriktprov i stora vinklar	23
4. <u>Tekniskt-taktiska prov</u>	23

Blad nr5. Skjutprov

5.1	Skjutprov med vagnen placerad på underlag av olika lutning	
5.11	Vagnrörelse i sid- och höjdriktled	24
5.12	Vagnförflyttning i längsled	24
5.13	Vagnacceleration i längsled	24
5.14	Bandkrafter	24
5.15	Svängboxrörelser och styrsignaler	25
5.2	Skjutprov med vagnen placerad på ojämnt underlag	25
5.3	Subjektiva bedömningar	25

Original

Sammanfattning

Denna rapport visar erhållna resultat från försök med ett kontinuerligt sidriktsystem, som utförts enligt delavtal nr 8 mellan KATF och AB Bofors. Vissa utökningar av de ursprungligen planerade proven har efter ömsesidiga överenskommelser genomförts. På grund av haverier i vagn och sidriktsystem har avsevärda förseningar uppstått i provningarna.

Provningarna har utförts med ett ombyggt s.k. kranvagnschassie, vilket i ett tidigare skede försetts med ett kombinerat höjdrikt- och fjädringssystem. Höjdrikt- och fjädringssystemet har utprovats och resultaten har redovisats i slutrapport för V 105 X 58 B av den 15.12.60.

Sidriktsystemet består av en elektro-hydrauliskt styrd hydraulväxel, som via en överföringsväxel driver styraxeln i vagnens ordinarie styrväxel, varvid en kontinuerlig bandriktning av vagnen erhålles.

Riktprov med registreringar har utförts på underlag av typerna grusväg, stengata, ängsmark av olika lutningar samt vid riktning mot enkelsidigt hinder. Dessutom har riktprov med subjektiva bedömningar utförts på sank skogsmark samt skogsmark med hinder i form av stubbar och stenar.

Riktproven har visat att sidriktsystemet besitter goda riktegenskaper. Följning av rörligt mål med huvudsaklig rörelse i sidriktled är som exempel möjlig att utföra med tillfälliga riktfel i sidriktled mindre än 1,5 mr vid en målhastighet av ca 1,5 mr/s. Vid mål-rörelse i både sid- och höjdriktled kan riktfelet i sidriktled vid samma målhastighet uppgå till ca 2,0 mr. Vid höga målhastigheter uppstår dock större målavvikelser. Målfattningsegenskaperna mot stillastående mål är goda och noggrannheten begränsas endast av riktmedlet och riktarens vana.

Underlagets beskaffenhet har visat sig inverka obetydligt på riktegenskaperna vid följning av rörligt mål utan vändning av rörelseriktning. Vid vändning av rörelseriktning kan dock svårigheter uppstå för en ovan riktare att följa målet hela tiden. Detta gör sig speciellt gällande vid riktning på hårda underlag, där glappen i bandaggregaten inverkar på ett ofördelaktigt sätt. Vid riktning på mjuka underlag elimineras dessa glapp och vagnen blir mycket mera "följsam" vid vändning av rörelseriktning. Med övning kan man dock lära sig att även på hårda underlag parera den största delen av glappets inverkan på sidriktegenskaperna.

Original

Vid upprepad sidriktning på lösa underlag gräver vagnen snabbt ned sig, varvid en avsevärd begränsning av höjdriktfalet uppstår. Detta är dock särskilt besvärande på denna vagn beroende på dess stora överhäng utanför ändbärhjulen.

Riktegenskaperna vid kombinerad höjd- och sidriktning är goda. En ändring av utväxlingen mellan höjdrikthandtaget och höjdriktelgonen så att relativt större rörelse fordras på riktdonet, ger dock ännu bättre samstämmighet mellan höjdriktning → sidriktning.

Sidriktningen påverkar höjdriktningen så, att höjdriktad vinkel ändras vid varierande bandspänning. Detta är speciellt märkbart vid stora höjdriktinklar. Undersökningarna visar att vinkeländringen kan uppgå till ca 6 mr vid en elevation av +4° och låst riktdon. Under målföljning kompenserar riktaren bandspänningarnas inverkan genom vridning av höjdriktdonet.

Undersökningar i avsikt att minska bandaggregatglappens inverkan på sidriktegenskaperna genom införande av kompenseringssanordningar i servosystemet har ej resulterat i någon avsevärd förbättring av riktegenskaperna men bör kunna vidareutvecklas.

Stora bandkrafter har uppmätts vid riktproven. Eftersom verkningsgraden i överföringsväxel och styrväxel samt belastningsfördelningen mellan banden ej har bestämts, kan krafterna ej redovisas som verklig bandkraft utan endast som "Brutto bandkraft per två band". En bidragande orsak till de höga bandkrafterna är att vagnen skurit ned sig och på grund av sin geometri härigenom avsevärt ökat den relativa bandlängden.

Tryckvariationerna i ändbärhjulems cylindrar har under riktproven uppmätts till 15 - 65 bar där de högsta värdena gäller vid riktning mot enkelsidigt hinder.

Skjutprov har förekommit med vagnen placerad på grusunderlag med olika lutningar i sid- och höjdriktled. Proven visar att vagnrörelsen i huvudsak är avslutad efter en tid av ca 3 sek. men att kvarstående riktfel kan finnas efter skott.

Prov med bandriktning i stora vinklar har utförts för att få ytterligare underlag för arbetet med 10,5 cm bandhaubits. Proven redovisas i bilaga 1.

Original

1. Allmänt

1.1 Ändamål

Undersökningen avser att ge en uppfattning om ett kontinuerligt sidriktsystems egenskaper för jämförelse med förutgjorda undersökningar av sidriktsystem försett med "spett"-riktning. Resultaten skall ligga till grund för konstruktion av stridsvagn typ S.

1.2 Undersökningens omfattning

Undersökningarna har utförts i enlighet med § 3 i delavtal nr 8 till ramavtal av den 25-30 okt. 1958 och har genomförts enligt "Disposition av provningsprogram" av den 7.3.1960 med tillägg av under punkt 3.6 beskrivna bandriktprov i stora vinklar. Provningsprogrammet återfinnes på blad 195.

Under försöksperioden har en delrapport avgivits med uppgifter om provningsläget och de efter hand erhållna resultaten från proven. Slutrapporten avser resultaten av undersökningarna i sin helhet.

1.3 Provföremål

Provningarna har utförts med det av KATF tillhandahållna s.k. kranvagnschassiet (krv 2). Detta har tidigare ombyggts och försetts med ett kombinerat höjdrikt- och fjädringssystem, som utprovats enligt slutrapport för V 105 X 58 B av den 15.12.60.

För de prov som föreliggande rapport huvudsakligen avser, har ett kontinuerligt hastighetsstyrt sidriktsystem påbyggts. Detta består av en elektro-hydrauliskt styrd hydraulväxel, som via en överföringsväxel driver styraxeln i vagnens ordinarie styrväxel. Utväxlingen mellan hydraulväxelns utgående axel och vagnens drivhjul är 488,1:1 och mellan hydraulväxelns utgående axel och vagn 1:1597,5. Vid sidriktning användes stor radieväxel samt låses ena styrkopplingen och fotbromsen. Principskiss över styrväxel med överföringsväxel återfinnes på blad 196. Ett fotografi som visar hur sidriktsystemet är monterat på vagnen återfinnes på blad 197.

Höjdrikt- och fjädringssystemets uppbyggnad framgår av ovan nämnda slutrapport.

Vagnens yttre uppbyggnad med uppgift om huvudmått och bandtryck m.m. framgår av tabell, som återfinnes på blad 198.

Origram

1.4 Använda beteckningar

Signaler i servokretsar

μ_S : Läget hos sidrikthydraulväxelns svängbox, som är ett mått på den pumpade mängden.

Full kapacitet anges av $\mu = 100\%$.

μ_H : Dito för höjdriktningens högra axialkolvpump.

μ_V : Dito för höjdriktningens vänstra axialkolvpump.

i_H : Styrström till styrmagneten för höjdriktningens högra axialkolvpump.

i_V : Dito för höjdriktningens vänstra axialkolvpump.

Vagnrörelse

α_t : Vagnens teoretiska sidriktvinkel.

α_v : Vagnens verkliga sidriktvinkel.

Tryck

Hf : Tryck i främre högra hjulcyllindern.

Hb : Tryck i bakre högra hjulcyllindern.

Vf : Tryck i främre vänstra hjulcyllindern.

Original

1.5 Mätutrustning

1.51 Givare

Oljetryck:

För mätning av oljetryck har dubbelcylindertryck-givare av fabrikat Bofors använts. Dessa består av en töjningskänslig del med därpå i fullbrygga klistrade 4 st. trådtöjningsgivare.

Verklig sidriktvinkel:

För mätning av verklig sidriktvinkel har använts en elgon, vars stator varit fast förbunden med vagnen och vars rotor varit försedd med ett ok, som med två linor förbundits med ett, i vridningsled fast och lika stört ok vid sidan av vagnen och i jämnhöjd med elgonen. Det yttre oket var förbundet med en vridningsstyv stång, som var ledad i sin nedre ände så, att stången kunde vickas mot eller från vagnen men var styv i vridningsled. Stångens led var svetsad till en stadig plåt med utliggare, som belastades så, att stången stod stadigt. Ena utliggaren var förbunden med stången med en fjäder, så att linorna mellan de båda oken alltid var spända. Genom den parallelogram som bildades mellan de båda oken och linorna, påverkades ej elgonens rotor i vridningsled när vagnen rörde sig i längs- eller tvärled, utan endast när det uppstod en vridning av vagnen.

Teoretisk sidriktvinkel:

För mätning av teoretisk sidriktvinkel har använts en elgon vars rotor varit förbunden med hydraulväxelns utgående axel. Den rörelse som registrerats har räknats om till teoretisk sidriktvinkel på vagnen.

Acceleration:

För mätning av vagnens acceleration i längsled vid skjutning har använts en accelerometer av fabrikat Statham.

Vagnens förflyttning i längsled:

För mätning av vagnens förflyttning i längsled vid skjutning har använts en elgon, vars rotor försetts med en spårskiva. Kring denna hade ett långt snöre lindats, vars ena ände fastbundits i bakre delen av vagnen och den andra änden i en spänd fjäder med lång fjädringsrörelse. Elgonen och fjädern placerades på ett fast bord bakom vagnen.

Svängboxrörelse:

För mätning av svängboxrörelsen i sidriktsystemets hydraulväxel har använts en elgon vars stator varit fast förbunden med svängboxtappen och vars rotor med en arm förbundits med hydraulväxelhuset.

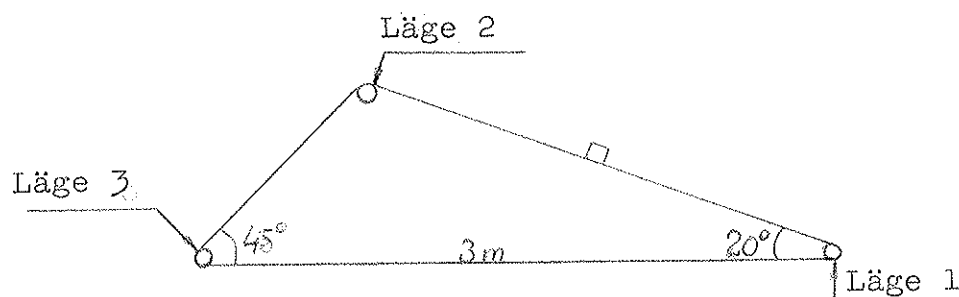
Vid motsvarande mätning på höjdriktsystemet, har utgående signalerna från de elgoner, som är förbundna med axialkolvpumparnas svängboxtappar och som ingår i höjdriktningens servosystem, registrerats.

Styrströmmar:

Styrströmmarna till de styrmagneter, som ger signal för utstyrning av höjdriktsystemets axialkolvpumpar har registrerats.

Målbana:

Vid filmning av målföljning har använts en triangelformad målbana bestående av en kedja löpande över 3 st spårskivor varvid en av spårskivorna drivits från en elmotor med variabelt varvtal. På kedjan har kvadratiska mål kunnat anbringas. För att få lämplig bakgrund för filmning har anordningen försetts med en presenning bakom kedjans löpbana. Målbansans utseende framgår av nedanstående figur, där de angivna lägena 1, 2 och 3 motsvarar de lägen som använts vid redovisning av målavvikelse under målföljning. Målbansans avstånd från vagnen har under proven varit 30 m, målets storlek 6 x 6 cm.



1.52 Mätvärdesomvandlare

Mellan de använda mätvärdesgivarna och den registrerande apparaturen har inlänkats mätvärdesomvandlaren av gängse typ. De har bestått av balanseringsenheter, bärfrekvenssystem, fasdetektorer och attenuatorer, som varit avpassade för de från givarna utgående mätsignalerna.

1.53 Registrerande apparatur

Den registrerande apparaturen har bestått av dels en slingoscillograf av fabrikat Heiland dels en vätskeskrivare av fabrikat Elema. Vid filmning har använts en 16 mm kulsprutekamera av fabrikat Bell & Howell.

Original

2. Funktionsprov

2.1 Förprov

Innan banden monterades på vagnen registrerades det moment som erfordras för att driva överföringsväxel och styrväxel utan belastning på drivhjulen. Momentet uppgick till $\pm 12 \text{ Nm}$ hänfört till hydraulväxelns utgående axel.

Sedan banden monterats kunde samtidig sid- och höjdriktning utföras varvid observerades att höjdriktningen märkbart stördes av sidriktningen, på grund av de stora bandkrafter, som uppträder vid sidriktning. Denna störning eliminerades genom höjning av shuntventilernas öppningstryck, vilket dock medförde, att viss försiktighet måste iakttagas vid körning med vagnen.

Den olinearitet som uppträder i sidriktsystemet vid ändring av vridningsriktning och som beror på de glapp och fjädringar som förefinnes i bandaggregaten har delvis minskats genom minskning av de förhållandevis stora glappen mellan drivhjul och band. Detta har åstadkommit genom att förskjuta yttre och inre tandhjulen i förhållande till varandra så att spelen mellan drivhjul och band minskats till ca $1/3$ av förutvarande spel. Ändringen motsvarar en minskning av glappet med ca 1000° hänfört till hydraulväxelns utgående axel. De diagram som gäller de prov som gjorts före denna glappreducering har särskilt markerats. Huvuddelen av proven har gjorts med glappreducerade bandaggregat.

2.2 Undersökning av ingående komponenter

2.21 Tätningselement i hjulcyllindrar

Vid o-ringstätningarna i hjulcyllindrarna uppstod efter hand alltmer läckage, speciellt vid lägre omgivningstemperaturer. Det visade sig att de hydrofit-o-ringar som förut ingick i tätningarna antagit en bestående deformation efter spårformen. Vid temperatursänkning krympte ringarna och läckage uppstod. Samtliga dessa tätningar utbyttes därför mot o-ringar av nitrilgummi. Tätningarna har efter bytet ej uppvisat något läckage.

2.22 Kolvstångslagringar

I samband med bytet av hjulcyindrarnas tätningar inspekterades även kolvstångslagringarna i hjulens pendelarmar. I dessa lagringar ingår numera sulf-inuzbehandlade lager vilka monterades i samband med påmontering av sidriktutrustningen. Några skador i form av skärningar eller större förslitningar kunde ej upptäckas vid inspektionen. Vagnen har dock under utprovningen av sidriktningen körts enbart korta sträckor och i huvudsak på grus- och asfaltväg.

2.3 Undersökningar i avsikt att minska bandaggregatglappens inverkan på sidriktsystemet.

Med bandaggregatglappen avses här, förutom de renodlade glappen, även de fjädringar som förekommer i bandaggregaten och mellan band och underlag. Förutsättningen för undersökningarna har varit att ernå en så konstant rikthastighet som möjligt inom glappområdet.

Huvudsakligen två olika metoder har använts för att minska glappens inverkan på sidriktegenskaperna.

Den ena metoden har dels varit att helt ersätta den ordinarie jämföraren (styrarmselgonen) med ett gyro som känner av vagnens sidriktrörelse, dels att seriekoppla styrarmselgonen med nämnda gyro och ändra matningsspänningen på styrarmselgonen så att lämplig styrsignal erhålles. Metoden har dock ej givit önskat resultat beroende på svårigheterna att bemästra de instabilitetsförhållanden som uppstår, när man vill rikta mot ett fast mål och då råkar hamna inom glappområdet.

Den andra metoden har bestått i att ändra matningsspänningen på styrarmselgonen, d.v.s. ändra utväxlingen mellan riktdon och hydraulväxel i takt med ändringen av utväxlingen mellan hydraulväxel och vagn, så att en konstant rikthastighet erhålles inom den del av glappområdet, där hydraulväxelns maximala hastighet räcker till för kompensering. Detta har utförts så, att styrarmselgonen matas via en annan elgon (matningsselgonen), vars rotor vrides allt efter hur glapp och fjädringar inverkar. Denna vridning åstadkommes av en symmetrisk kamkurva som drives från hydraulväxelns utgående

axel via en friktionskoppling. Kamkurvan skulle kunna utformas så, att den ger rotorn på matningselgonen exakt den rörelse som erfordras, för att matningsspänningen till styrarmselgonen skall bli sådan att en konstant rikthastighet erhålles inom den del av glappområdet, där hydraulväxelns maximala hastighet räcker till för kompensering. När glappet är helt uttaget, går kamkurvan mot ett stopp, varvid normal matningsspänning erhålles på styrarmselgonen, så länge riktning åt samma håll utföres.

En nackdel med denna metod är att kamkurvans utseende måste ändras allt efter underlagets beskaffenhet. Man kan dock tänka sig att utforma en universell kamkurva som är användbar vid alla hårda underlag och använda det ordinarie riktsystemet vid andra underlag. Ett försök har gjorts med en enkel kamkurva i form av en excenter. Underlaget har varit hård grusplan. Försöket visade att en förbättring av riktegenskaperna uppnåddes vid följning av rörligt mål som utförde en sick-sack-formad rörelse. Insvängning mot ett stillastående mål bedömdes något svårare än ordinarie systemet, när man riktade förbi målet och var tvungen vända rörelseriktning. Kamkurvans utseende borde dock kunna ändras så att en förbättring uppstår.

De ovan nämnda metoderna har båda haft en nackdel jämfört med det ordinarie systemet när man befinner sig inom den del av glappområdet, där fjädringar i bandaggregat m.m. verkar så, att vagnen vrider sig vid riktning fast med lägre hastighet, än när glappet uttagits. Detta yppar sig nämligen som en sänkning av förstärkningen i systemet riktare - vagn och gör att finriktning mot ett fast mål går lättare att utföra med det ordinarie systemet. Sänkningen av denna förstärkning är dock på vissa underlag för stor men bör lätt kunna ökas genom ändring av kamkurvans utseende i metod 2.

Registrering av riktinklar har ej utförts på något av ovan nämnda system.

Som underlag för en teoretisk behandling av nämnda riktsystem har en statisk mätning av moment på hydraulväxelns utgående axel som funktion av rörelse på drivhjul, band och vagn utförts, vilken redovisas i diagram på blad 26-30.

3. Riktprov

3.1 Sidriktsystemets prestanda

3.11 Max. sidrikthastighet

Vagnens maximala teoretiska sidrikthastighet har uppmätts genom registrering av hydraulväxelns utgående axelvarvtal och uppgår till 96 mr/s.

Verklig max. sidrikthastighet har uppmätts med vinkelgivare (se punkt 1.5) och med vagnen placerad på nedan angivna underlag. Fotografier över hinderplacering vid enkelsidigt hinder återfinnes på blad 199.

Medelvärden av de uppmätta sidrikthastigheterna uppgår till nedan angivna värden.

Underlag

Max. verkl. sidrikthast.

Grusväg	65 mr/s
Stengata	70 "
Ängsmark	52 "
Grusväg, enkelsidigt hinder	33 "
Ängsmark, enkelsidigt hinder	14 "

3.12 Inställningsnoggrannhet

Inställningsnoggrannheten har studerats genom filmning av insvängningsförlopp mot stillastående mål vid samtidig inriktning i höjd- och sidriktled. Insvängningsvinklarna har varit ca 100 mr i sidriktled och ca 50 mr i höjdriktled. Undersökningarna har utförts på nedan angivna underlag. Fotografier visande vagnens placering vid riktprov på ängsmark återfinnes på blad 200-205.

De filmer som tagits har utvärderats och redovisas i form av diagram, visande riktfel i sid- och höjdriktled som funktion av tid. Den tid som åtgått till dess att riktfelet nedgått till $\pm 0,5$ mr har statistiskt utvärderats och redovisas i form av normalfördelningsdiagram. Diagrammen återfinnes på nedan angivna blad.

Underlag

Blad nr

Grusväg	31-40, 85
Stengata	41-51, 86
Ängsmark	52-63, 87
Ängsmark, motlut	64-74, 88
Ängsmark, sidlut	75-84, 89

3.13 Riktnoggrannhet vid höga och låga rikthastigheter

Riktnoggrannheten har bedömts med ledning av de filmer som upptagits vid följning av rörligt mål enligt punkt 3.3. Bedömningarna får dock ses mot den bakgrunden, att endast en och samma riktare utfört målföljningarna samt att riktaren ej haft möjlighet till någon större övning med riktsystemet. Dessutom har målföljningarna företagits på olika dagar. Nedanstående uppskattningar har gjorts på riktnoggrannheten och visar riktfel i mr (Målets storlek 2 mr). Uppgifterna avser en sammanfattning av riktfelen för alla provade underlag enligt punkt 3.3.

Följning av rörligt mål med huvudsaklig rörelse i sidriktled.

Rikthastighet mr/s	Max. riktfel i sidriktled	Max. riktfel i höjdriktled
1,5	1,5 mr	1,5 mr
5	2,5 "	2,5 "
8	2,5 "	2,5 "

Följning av rörligt mål med rörelse i både sid- och höjdriktled.

Rikthastighet mr/s	Max. riktfel i sidriktled	Max. riktfel i höjdriktled
1,5	2,0 mr	2,0 mr
5	2,5 "	3,5 "
8	4,5 "	4,5 "

Följning av rörligt mål vid vändning av rörelseriktning.

Rikthastighet mr/s	Max. riktfel i sidriktled	Max. riktfel i höjdriktled
1,5	2,0 mr	3,5 mr
5	6,0 "	5,0 "
8	9,0 "	6,5 "

Ornaväg
Stämpel
Kontroll
Kontroll, notlut
Kontroll, sidlut

31-30, 63
31-31, 86
31-32, 87
31-33, 88
31-34, 89

Origram

3.2 Riktprov på underlag av varierande beskaffenhet och lutning.

3.21 Verklig och teoretisk sidriktrörelse. Riktningsverkningsgrad

Verklig sidriktrörelse har uppmätts med hjälp av vinkelgivare (se punkt 1.5). Teoretisk sidriktrörelse har uppmätts med hjälp av en elgon vars rotor drives av hydraulväxelns utgående axel. Sidriktrörelserna har registrerats vid riktning på nedan angivna underlag vid fyra olika rikthastigheter och inom en riktsektor av ca \pm 100 mr. Fotografier visande hindrens placering vid riktning mot enkelsidigt hinder återfinnes på blad 199.

Verklig sidriktrörelse som funktion av teoretisk sidriktrörelse redovisas i form av diagram på medan angivna blad. Bland dessa återfinnes även diagram som gäller före den glappreducering av bandaggrageten som anges i punkt 2.1.

<u>Underlag</u>	<u>Blad nr</u>
Grusväg	90-94
Stengata	95-98
Ängsmark	99-103
Grusväg, enkelsidigt hinder	104-107
Ängsmark, enkelsidigt hinder	108-111

För bedömning av bandaggregatglappens inverkan ur rikttidssynpunkt, har verklig och teoretisk sidriktrörelse som funktion av tid uppritats i diagram vilka återfinnes på nedan angivna blad. Bland dessa återfinnes även diagram gällande före glappreducering av bandaggregaten.

<u>Underlag</u>	<u>Blad nr</u>
Grusväg	112-113
Stengata	114
Ängsmark	115-116

Original

Rikttningsverkningsgraden, d.v.s. förhållandet mellan verklig och teoretisk sidrikt rörelse, har utvärderats och redovisas i diagram på nedanstående blad. I diagrammen anges medelvärde på rikttningsverkningsgraden med en prickstreckad linje och det område inom vilket verkningsgraden har varierat med ett sektionerat fält.

<u>Underlag</u>	<u>Blad nr</u>
Grusväg	117
Stengata	118
Ängsmark	119
Grusväg, enkelsidigt hinder	120
Ängsmark, enkelsidigt hinder	121

3.22 Bandkrafter

Differenstrycket i sidriktssystemets hydraulväxel har registrerats under följning av rörligt mål gående i en triangelformad bana med en hastighet av ca 5 mr/s. Målbanan beskrives närmare under punkt 1.5. Målets färdriktning har under alla prov varit moturs på målbanan utom vid ett riktförsök mot enkelsidigt hinder. Tryckregistreringen har, vid alla prov utom vid riktning mot enkelsidigt hinder, börjat när målet befunnit sig mitt emellan läge 3 och läge 1 på målbanan. Vid riktning mot enkelsidigt hinder har registrering påbörjats när målet befunnit sig längst till vänster på målbanan. Tryckregistreringarna har utförts samtidigt med registreringarna enligt punkt 3.23 och 3.24 och på nedan angivna underlag. Fotografier visande vagnens placering vid riktprov på ängsmark och mot enkelsidigt hinder återfinnes på blad 200 - 205.

Trycket i hydraulväxeln har omräknats till kraft i banden och redovisas i diagram på nedan angivna blad som "Brutto bandkraft per två band", eftersom belastningsfördelningen mellan banden samt verkningsgraden i överföringsväxel och styrväxel är obekant. Diagrammen är synkroniserade i tid med motsvarande diagram på samma underlag under punkt 3.23 och 3.24.

<u>Underlag</u>	<u>Blad nr</u>
Grusväg	122
Stengata	123
Ängsmark	124
Ängsmark, motlut	125
Ängsmark, sidlut	126
Ängsmark, enkelsidigt hinder	127-128

3.23 Tryck i hjulcyllindrar

Tryck i främre ändbärhjulens och högra bakre ändbärhjulets cyllindrar har registrerats vid följning av rörligt mål enligt punkt 3.22.

Diagram över tryck som funktion av tid är synkroniserade enligt punkt 3.22 och återfinnes på nedan angivna blad.

<u>Underlag</u>	<u>Blad nr</u>
Grusväg	129
Stengata	130
Ängsmark	131
Ängsmark, motlut	132
Ängsmark, sidlut	133
Ängsmark, enkelsidigt hinder	134-135

3.24 Svängboxrörelser

Svängboxrörelser hos sidriktsystemets hydraulväxel och höjdriktsystemets axialkolvpumpar har registrerats vid följning av rörligt mål enligt punkt 3.22.

Diagram över svängboxrörelse som funktion av tid är synkroniserade enligt punkt 3.22 och återfinnes på nedan angivna blad.

<u>Underlag</u>	<u>Blad nr</u>
Grusväg	136
Stengata	137
Ängsmark	138
Ängsmark, motlut	139
Ängsmark, sidlut	140
Ängsmark, enkelsidigt hinder	141-142

3.3 Målföljning under filmning

Riktegenskaper vid följning av rörligt mål med samtidig rörelse i sid- och höjdrikt har studerats genom filmning av ett mål gående i en triangelformad bana. Målbanan beskrives närmare under punkt 1.5. Undersökningarna har utförts vid tre olika målhastigheter, ca 1 mr/s, 5 mr/s och 8 mr/s, och med vagnen placerad på olika underlag enligt nedan.

Fotografier visande vagnens placering vid riktprov på ängs- mark och mot enkelsidigt hinder återfinnes på blad 200-205. Filmerna har utvärderats och redovisas i form av diagram visande målavvikelse i sid- och höjdrikt som funktion av målets läge på målföljningsbanan. Diagrammen återfinnes på nedan angivna blad.

Underlag	Blad nr
Grusväg	143-145
Stengata	146-148
Ängsmark	149-151
Ängsmark, motlut	152-154
Ängsmark, sidlut	155-157
Ängsmark, enkelsidigt hinder	158-159

3.24 Svängboxrörelser

Svängboxrörelser hos sidriktssystemets hydraulväxel och höjdriktssystemets axialkolvpumpar har registrerats vid följning av rörligt mål enligt punkt 3.23.

Diagram över svängboxrörelse som funktion av tid är synkroniserade enligt punkt 3.22 och återfinnes på nedan angivna blad.

Underlag	Blad nr
Grusväg	136
Stengata	137
Ängsmark	138
Ängsmark, motlut	139
Ängsmark, sidlut	140
Ängsmark, enkelsidigt hinder	141-142

3.4 Sidriktsystemets inverkan på höjdriktningen

Den varierande bandspänning som uppträder vid sidriktning påverkar vagnen så, att olika belastningsförhållanden uppstår på de fyra ändbärhjulen. Detta ger upphov till varierande belastningar på höjdriktsystemet vilket orsakar variationer i höjdriktvinkel. Detta är särskilt märkbart vid stora elevationer och dumpningar.

En närmare undersökning har gjorts på hur stora dessa ändringar i höjdriktvinkel är. Undersökningen har utförts genom filmning av ett horisontellt snöre vid sidriktning på ett horisontellt golv bestående av stålplåtar. Riktning har utförts dels med höjdriktdonet låst i 0° , dels i $+4^\circ$ elevation. Försök har även gjorts att genom manuell riktning med höjdriktdonet följa snöret vid elevationerna 0° och $+4^\circ$.

De filmer som tagits har utvärderats och redovisas i form av diagram visande avvikelse i höjdriktled som funktion av sidriktvinkel. Diagrammen återfinnes på blad 160 - 163.

Origram

3.5 Subjektiva bedömningar

I samband med de prov och mätningar som utförts med vagnen har även manuell riktning med riktdonet utförts och en subjektiv uppfattning erhållits om vagnens riktegenskaper.

Det har visat sig att underlagets beskaffenhet och lutning ej har någon större inverkan på vagnens sidriktegenskaper när man riktar utan att ändra rörelseriktning. En reservation kan möjligen göras vid riktning på stengata samt vid riktning mot enkelsidigt hinder där små ryck kan uppstå i vagnen. Dessa ryck inverkar dock obetydligt på riktnoggrannheten.

Vid sidriktning med vändning av rörelseriktning har dock underlagets beskaffenhet något större betydelse. På mjuka och fjädrande underlag såsom ängsmark och sank mark, samt till en del även på grusväg, är sidriktegenskaperna mycket goda. Där spänns banden mera än på hårda underlag, beroende på att bärhjulen delvis sjunker ned i underlaget, varvid glappet i bandaggregaten delvis elimineras och därvid "dödområdet" i sidriktsystemet avsevärt minskas. Samma goda riktegenskaper kan även uppträda på mycket ojämna underlag och på lutande underlag, där vagnen delvis "hänger" i banden. På hårda underlag inverkar dock glappet i bandaggregaten på ett något mera besvärande sätt. En tydlig dödtid uppstår när glappet skall tas ut vid vändning av rörelseriktning. Med någon övning kan man dock lära sig att avsevärt nedbringa denna dödtid, genom att ge riktdonet en större utstyrning under dödperioden. Riktegenskaperna får anses som goda på hårda underlag.

En anmärkning kan göras mot sidriktsystemets riktdon vars nolläge, i vilket rikthastigheten är noll, ej är så distinkt som man skulle önska. Det har dock ej ansetts nödvändigt att införa ändringar i detta avseende på denna vagn.

De kombinerade höjdrikt-sidriktegenskaperna är goda. Den förstärkning i servokretsen som fastställdes vid utprovning av höjdriktsystemets har visat sig lämplig även sedan sidriktningen infördes. Försök har dock gjorts att genom ändring av utväxlingen mellan höjdrikthandtaget och höjdrikt-elgonen i riktdonet söka få en ännu bättre överensstämmelse mellan höjdriktning och sidriktning. Dessa försök har gjorts så, att man ändrat matningsspänningen på höjdrikt-elgonen,

till dess att den bästa kombinationen höjdriktning-sidriktning erhållits. Sex personer har var för sig kommit till den uppfattningen, att utväxlingen riktdon:elgon borde vara ca 1,3:1 i stället för nuvarande 1:1. Vid alla enligt denna rapport förekommande prov har dock utväxlingen 1:1 använts. Höjdriktssystemets riktfält kan, vid upprepad sidriktning på lösa underlag, bli starkt begränsat, på grund av att vagnen gräver ned sig. Begränsningen blir särskilt snabbt märkbar på denna vagn, beroende på dess stora överhäng utanför ändbärhjulen. Vagnen har på plant underlag ett höjdriktfält av endast $\pm 6,25^\circ$.

Under tiden 27/2 - 28/2 1961 utförde personal från PS egna bedömningar av vagnens riktegenskaper. Riktförsöken utfördes på ängsmark i olika lutningar samt på skogsmark och stenmark med möjligheter till hinder i form av stubbar och stenar. Fotografier tagna vid dessa riktförsök återfinnes på blad 206 - 208. Beträffande resultat från dessa prov hänvisas till rapport från PS-personalen.

En anmärkning som gjorts mot sidriktssystemets riktdon var nollage, i vilket rikthastigheten är noll, ej är så distinkt som man skulle önska. Det har dock ej ansetts nödvändigt att införa ändringar i detta avseende på denna vagn. De kombinerade höjdrikt-sidrikttegenskaperna är goda. Den förstärkning i servokretsen som fastställdes vid utprovning av höjdriktssystemets har visat sig lämplig även sedan sidriktningen infördes. Försök har dock gjorts att genom ändring av utväxlingen mellan höjdriktshandtaget och höjdriktreligen i riktdonet söka få en från värdet överensstämmande mellan höjdriktning och sidriktning. Desset försök har givit så, att man önskar minskningsöppningen på höjdriktreligen.

En anmärkning som gjorts mot sidriktssystemets riktdon var nollage, i vilket rikthastigheten är noll, ej är så distinkt som man skulle önska. Det har dock ej ansetts nödvändigt att införa ändringar i detta avseende på denna vagn.

De kombinerade höjdrikt-sidrikttegenskaperna är goda. Den förstärkning i servokretsen som fastställdes vid utprovning av höjdriktssystemets har visat sig lämplig även sedan sidriktningen infördes. Försök har dock gjorts att genom ändring av utväxlingen mellan höjdriktshandtaget och höjdriktreligen i riktdonet söka få en från värdet överensstämmande mellan höjdriktning och sidriktning. Desset försök har givit så, att man önskar minskningsöppningen på höjdriktreligen.

3.6 Bandriktprov i stora vinklar

Utöver tidigare uppgjort program har bandriktning i stora vinklar utförts med krv 2. Dessa prov skall ligga till grund för arbetet på 10,5 cm bandhaubits (VH105) och ansluter till tidigare prov utförda med VAK 40, IKV 103 och bandtraktorn Caterpillar D7. Proven redovisas som särskild rapport i bilaga 1.

4. Tekniskt-taktiska prov

Dessa prov har avsett bekämpning av 9 st mål utspridda inom en sektor av ca 5° och på olika nivåer. Proven har filmats med kulprutekamera och filmerna är avsedda att visas i projektor för att illustrera riktsystemens möjligheter vid målbekämpning. Avståndet mellan målen har varit 40 mr och målens storlek 2 mr. Tiden för inriktning och avfiring mot ett mål har i medeltal uppgått till 4,0 sek. Totala tiden för bekämpning av alla målen har uppgått till ca 1 min.

vid dessa riktförsök återfinnes på blad 205 - 206. Beträffande resultat från dessa prov hänvisas till rapport från TS-personalen.

Origram

5. Skjutprov

5.1 Skjutprov med vagnen placerad på underlag av olika lutning
Vid dessa skjutprov har använts 8,4 cm Skptr m/53 med 60 mm slpprj m/53, $v_0 \approx 1300$ m/s. Skjutproven har utförts med vagnen placerad på underlag av grus och med olika lutningar i sid- och höjdriktled.

5.11 Vagnrörelse i sid- och höjdriktled

Vagnens rörelse i sid- och höjdriktled har registrerats genom filmning med kulsprutekamera. Kameran har varit monterad på vagnen och filmningen har skett mot en tavla belägen framför vagnen.

Filmerna har utvärderats och redovisas i form av diagram visande målavvikelse i sid- och höjdriktled som funktion av tid efter avfyring. På grund av att den filmade tavlan efter avfyringen skymts av eldrörsflamma och krutrök, har den första delen av vagnrörelsen ej kunnat utvärderas. Diagrammen återfinnes på blad 164 - 168.

5.12 Vagnförflyttning i längsled

Vagnens förflyttning i längsled vid skjutning har registrerats och redovisas i tabell på blad 169, som visar kvarstående förflyttning bakåt samt den tid som åtgått till dess rörelsen har avstannat.

5.13 Vagnacceleration i längsled

Vagnens acceleration i längsled har registrerats med hjälp av en accelerometer, som placerats i jämnhöjd med vagnens "däck". Acceleration som funktion av tid efter avfyring redovisas i diagram på blad 170-177.

5.14 Bandkrafter

Differenstrycket i sidriktsystemets hydraulväxel har registrerats. Därur har ändringen i bandkraftsskillnaden mellan de två banden utvärderats och redovisas som funktion av tid efter avfyring i diagram på blad 178-184. Positiv kraft i diagrammen motsvarar den kraft som vill vrida vagnen i medurs riktning.

5.15 Svängboxrörelser och styr signaler

Svängboxrörelsen hos sidriktsystemets hydraulväxel har registrerats. Denna rörelse uppgick ej till högre värden än cirka $\pm 0,5\%$ av full utstyrning under de första 0,2 sek. efter avfyring.

Styrsignalerna till höjdriktsystemets axialkolvpumpar har uppmätts genom registrering av styrströmmarna till pumparnas styrmagneter. Detta redovisas i form av diagram visande styrström i procent av den styrström som motsvarar full utstyrning som funktion av tid efter avfyring. Diagrammen återfinnes på blad 185-192.

5.2 Skjutprov med vagnen placerad på ojämnt underlag

Försök gjordes att utföra skjutningar med vagnen placerad över ett ca 40 cm djupt dike, gående diagonalt mellan högra främre och vänstra bakre ändbärhjulen. Belastningen på höjdriktsystemet blev dock då stor att motorskyddet löste ur och höjdriktsystemet stannade. Höjdriktning kunde dessutom ej utföras i detta läge på grund av vagnens låga frigångshöjd. Fotografier visande vagnens placering vid försöket återfinnes på blad 209. Det beslöts att provet skulle avbrytas.

5.3 Subjektiva bedömningar

Personal från KATF och PS har utfört egna bedömningar av samtidig riktning och skjutning. Bedömningarna utfördes med vagnen placerad på horisontellt underlag och vid skjutning dels i $+4^\circ$ elevation, dels i vall mot tavla på 600 m avstånd. Den ammunition som användes var dels 8,4 cm Skptr m/53 med 53 mm Slövnprj m/54, $v_0 \approx 900$ (18 skott), dels 8,4 cm Skptr m/53 med 60 mm Slpprj m/53, $v_0 \approx 1300$ (4 skott).

Träffbilder från skjutningarna mot tavla återfinnes på blad 193-194. Noggrann skottställning av siktet utfördes ej under skjutningen vilket förklarar de "skeva" träffbilderna.

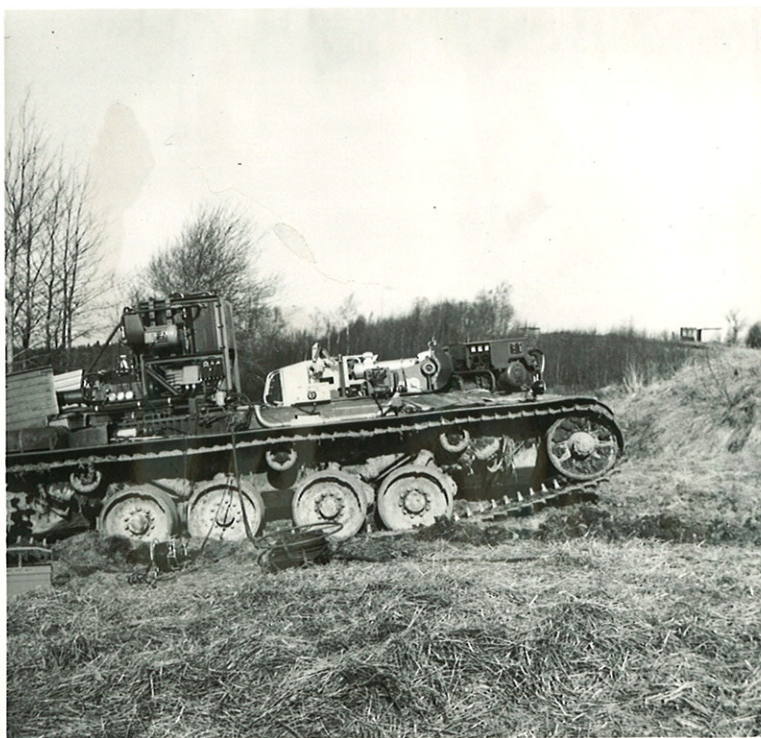
Riktprov

Underlag: Ångsmark

Marklutning:

8,5° motlut

0° i sidled



Underlag: Ångsmark

Marklutning:

7,7° motlut

0° i sidled

Riktprov

Underlag: Ångsmark

Marklutning:

7,7° motlut

0° i sidled



Underlag: Ångsmark

Marklutning:

1,0° medlut

9,0° sidlut ~~at vänder~~

Riktprov



Underlag: Ångsmark

Marklutning:

-1,0° medlut

9,0° sidlut



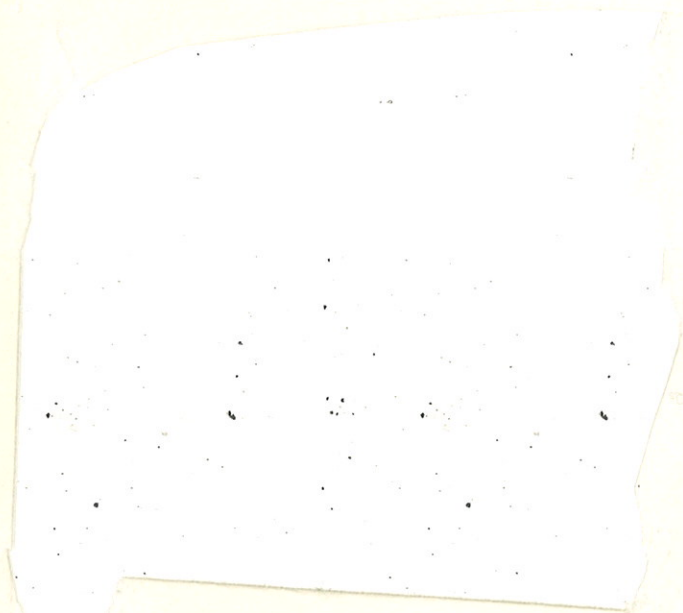
Riktprov



Före prov

Underlag: Ångsmark,
enkelsidigt hinder

Marklutning:
0,7° motlut
5,8° sidlut



Före prov

Riktprov

Efter vridning 100 m

Underlag: Ångemark,
entelsidigt hinder

Marklutning:
0,7° motlut
5,8° sidlut



Efter vridning 200 m

Riktprov

Underlag: Ångsmark,
entalsidigt hinder

Marklutning:
0,7° motlåt
5,8° sidlåt

Efter vridning 200 m r

Riktprov. Subjektiva bedömningar



Piktprov. Subjektiva bedömningar



Pilotprov. Subjektiva bedömningar



Skjutprov
Ojämnt underlag



M
T st
R 1 1/2**Aktiebolaget
BOFORS**

V 105 X 58 C

Reg.

63 5

3.6

Datum

15.6.1961

Blad nr

1

Forts. på blad nr

2

KKH 70

Bandriktprov i stora vinklar

Bilaga till slutrapport av den 30.6.1961
avseende utprovning av sidriktsystem kombi-
nerat med höjdrikt- och fjädringssystem för
stridsvagn typ S.

Innehållsförteckning

	Blad
1. Sammanfattning	3
2. Provföremål	3
3. Provförfarande	4
4. Beteckningar	4
5. Resultat	
5.1 Riktnoggrannhet	4
5.2 Rikttid	5
5.3 Vagnlutning	5
5.4 Vagnförflyttning	5

Original

1. Sammanfattning

För att få ytterligare underlag för arbetet på 10,5 cm bandhau-bits (VH 105) har bandriktning i stora vinklar utförts med krv 2. Proven ansluter sig till tidigare prov utförda med VAK 40, IKV 103 och en bandtraktor Caterpillar D7. Ändamålet med undersökningarna har varit att bestämma hur bandriktmöjligheterna på olika underlag påverkas av vagnens vikt, bandtryck etc.

Provningarna företogs på Bofors skjutfält den 27-28 februari 1961, dels på ängsmark vid Abborrtjärn, dels på skogsmark in-till vägen till Abborrtjärn. När provningarna genomfördes hade snötäcket nyligen smält undan och eftersom ingen tjäle bildats under snön, var marken våt. Speciellt var detta förhållandet med skogsmarken.

Vid de prov som företogs på ängsmark blev nergrävningen rätt stor. På de två provplatser som utsetts kunde dock 10 resp. 11 vridningar utföras, innan proven fick avbrytas.

Vid de prov som företogs på skogsmark kunde inte någon full-ständig vridning genomföras, innan provet fick avbrytas. Försök att genom saxning uppnå den nya riktningen lyckades i ett fall. Ett försök med saxning på en tredje provplats misslyckades fullständigt. Vagnen fastnade och bärgning fick tillgripas.

Resultatet av proven får anses som nedslående, speciellt de prov som gjordes på skogsmark. Det dåliga resultatet där får dock till största delen skrivas på underlagets konto, vilket belyses av, att vid körning enbart rakt fram, dvs. utan styr-ningsmanövrer, skar banden igenom skogsmarkens ytskikt av röt-ter och mossor och spår på 10 - 20 cm djup bildades efter vagnen.

2. Provföremål

Provvagnen har följande data, som kan vara av intresse i detta sammanhang:

Vikt, kg	ca 29000
Relativ bandlängd	1,12
Spec. bandtryck:	
medeltryck, kg/cm ²	0,79
maxtryck, kg/cm ²	2,09
Motoreffekt, hkr på vevaxel	700
Relativ motoreffekt, hkr/ton	24
Frigångshöjd, mm	400

3. Provförfarande

Proven har utförts så, att vagnen växelvis inriktats mot två riktpunkter belägna 600 mr ifrån varandra. Riktprovet har fortsatt till dess att vagnen grävt ner sig så mycket, att ytterligare en fullständig inriktning mot riktpunkt ej kunnat utföras. Två typer av riktprov har förekommit, dels vridning genom centrumsväng, dels saxning. Vridnings- och saxningsrörelserna har utförts med vagnens ordinarie drivmotor och styrväxel. Förarens uppgift har varit att, med hjälp av ett enkelt sikte och korn, så snabbt och noggrant som möjligt rikta vagnen i de utstakade riktningarna. Den tid som åtgått för, samt det riktfel som kvarstått efter varje inriktning har avlästs. Dessutom har ändringen i vagnlutning samt vagnens transversella förflyttning avlästs, när så ansetts nödvändigt.

4. Beteckningar

Följande beteckningar har använts:

- n = vridningens ordningsnummer vid varje provplats.
- δ = riktfel i mr för bedömning av riktnoggrannhet, positivt när riktaren överskridit riktpunkten, negativt när riktpunkten ej överskridits
- δ_{med} = medelvärde av riktfelen (mr) med sina tecken.
- T = vridningstid (sekunder).
- T_{med} = medelvärde av vridningstiden (sekunder)

5. Resultat

Provningsprotokoll över varje provning med detaljuppgifter och foton återfinnes på blad 13 - 21.

5.1 Riktnoggrannhet

Det riktfel som uppstått vid inriktning av vagnen mot anbefalld riktpunkt har avlästs med hjälp av ett optiskt siktmedel. Riktfel per vridning redovisas i form av diagram på blad 6 - 8. För prov nr 1 har ej antecknats om positivt eller negativt riktfel förelegat, dvs. om vagnen överskridit resp. ej överskridit förutsagd riktpunkt. Detta prov redovisas därför som om positivt riktfel hela tiden förelegat.

5.2 Rikttid

Den tid som åtgått för riktnings utförande har avlästs med stoppur. Vridningstid per vridning redovisas i form av diagram på blad 6 - 8.

5.3 Vagnlutning

Vagnens lutning i sidled och längsled har avlästs med hjälp av kvadranter efter varje vridning. Vagnlutning efter varje vridning redovisas i form av diagram på blad 9 - 11.

5.4 Vagnförflyttning

Vagnens förflyttning i sidled och längsled har avlästs genom mätning mot yttre fasta punkter efter varje vridning tillbaks mot begynnelseläget. Denna mätning gjordes endast under prov nr 1, enär förflyttningen ansågs så liten att den saknade betydelse. Vagnförflyttningen redovisas i form av diagram på blad 12.

Original