

Aktiebolaget <b>BOFORS</b>	Motorutredning  Stridsvagn S	Reg. 63 45	
		Datum 29.4.1964	
KK Rsr/Emv		Blad nr 1	Forts. på blad nr 2

Den utredning beträffande modifierad motoranläggning till stridsvagn S som här redovisas har utförts av AB Bofors i samarbete med AB Volvo.

## 1. Inledning

### 1.1 Förutsättningar

Utredningen har haft som uppgift att ange den prestandaökning som kan erhållas om nedan angivna åtgärder vidtas med motoranläggning MA 1-S samt att ange de tekniska, ekonomiska och tidsmässiga konsekvenserna av dessa åtgärder. De ändringar som skulle studeras var följande:

- a) Införande av 3- ev. 4-växlad växellåda genom utbyte av eller tillsats till den 2-växlade fram-back-terrängväxellådan FBTV-2.
- b) Utbyte av Rolls Royce motor K 60 med effekt 240 hk mot Volvos motor TD-96 med effekt 270 hk.
- c) Utbyte av Boeings gasturbin typ 502 med effekt 300 hk mot typ 553 med effekt 400 hk.

### 1.2 Rapportens disposition

Rapporten är förutom inledningen indelad i tre huvuddelar, en teknisk del, en del innehållande tidsplaner och en ekonomisk del.

I den tekniska delen har huvudvikten lagts vid redovisning av de föreslagna ändringarnas konsekvenser för vagnens prestanda. Dessutom anges i vilken utsträckning vagnen och motoranläggningen behöver ändras i jämförelse med det utförande av stridsvagn S, som definieras av "Teknisk bestämmelse för stridsvagn S typ A, L 2251, utgåva 1".

I de delar av rapporten som avhandlar tidsplaner och ekonomiska frågor redovisas dels framtagning och utprovning av prototyper, dels de föreslagna ändringarnas införande i serieproduktionen av motoranläggningar och vagnar.

### 1.3 Definitioner

I rapporten behandlade versioner av stridsvagn S och motoranläggning MA definieras på följande sätt.

#### Stridsvagn S typ A med motoranläggning MA 1

Stridsvagn och motoranläggning enligt teknisk bestämmelse L 2251, dvs. kolvmotor Rolls Royce K 60 med effekt 240 hk och gasturbin Boeing 502 med effekt 300 hk.

#### Stridsvagn S typ B med motoranläggning MA 2

Motoranläggning MA 2 skiljer sig från motoranläggning MA 1 genom att vinkelväxeln och styrkopplingarna utbyts mot en 2-steps tillsatsväxellåda, kombinerad med vinkelväxel och styrkopplingar. Reglage och kylsystem i motoranläggning och vagn har anpassats härtill.

#### Stridsvagn S typ B med motoranläggning MA 3

Motoranläggning MA 3 skiljer sig från motoranläggning MA 2 genom att kolvmotorn utbyts mot Volvos motor TD-96 med effekt 270 hk och motoranläggningen, särskilt dess transmissionssystem, ändrats med hänsyn härtill. Vagnen har anpassats för motoranläggningen.

#### Stridsvagn S typ B med motoranläggning MA 4

Motoranläggning MA 4 skiljer sig från motoranläggning MA 3 genom att Boeing gasturbin 502 utbyts mot Boeings större turbin 553 med effekt 400 hk och motoranläggningen anpassats till denna turbin. Erforderliga anpassningar i vagnen har vidtagits.

#### Stridsvagn S typ B med motoranläggning MA 5

Motoranläggning MA 5 skiljer sig från motoranläggning MA 2 genom att Boeing gasturbin typ 502 utbyts mot Boeings större turbin typ 553 med effekt 400 hk och motoranläggningen anpassats till denna turbin. Erforderlig anpassning i vagnen har vidtagits.

## 2. Tekniska uppgifter

### 2.1 Den tekniska redogörelsens uppläggning

I punkt 2.2 till 2.6 redovisas de olika versionerna av vagn och motoranläggning enligt definitionerna i punkt 1.3. För grundversionen av stridsvagn S enligt gällande tekniska bestämmelse redogöres för de effektvinster och övriga förbättringar som kan förutses i jämförelse med dels stridsvagn S, nollserien och dels tidigare uppgifter beträffande typ A med tillhörande motoraggregat. För de övriga versionerna lämnas i förekommande fall en redogörelse över de olika alternativa lösningar som studerats och den lösning som valts beskrivs mer detaljerat med avseende på erforderliga åtgärder med motoranläggning och vagn. Uppgifter om prestanda lämnas i form av dragkraftsdiagram och styrradiediagram för vagn.

I en särskild punkt 2.7 redovisas en jämförelse mellan de olika versionerna medan i punkt 2.8 speciella problem i samband med ombyggnad av motoranläggningar och vagnar närmare diskuteras.

## 2.2 Stridsvagn S typ A med motoranläggning MA 1

### 2.2.1 Definition

Stridsvagnen och motoranläggningen är utförda i enlighet med Teknisk bestämmelse för stridsvagn S typ A, L 2251. För kolvmotorn räknas med en effekt av 240 hk och för gasturbinen med en effekt av 300 hk varvid dock möjligheter finns att för korta tidsperioder ta ut 330 hk. För att möjliggöra jämförelse med övriga versioner anges prestandauppgifter för vagn utväxlad till en maximihastighet av 50 km/tim. Dessutom anges även värdena för vagn enligt L 2251, dvs. med en maximihastighet av 41 km/tim.

### 2.2.2 Effektvinster

2.2.2.1 I jämförelse med det ursprungliga utförandet av motoranläggningarna till stridsvagn S nollserie kan följande effektvinster förutses vid maximivarv och fullgas:

Övergång till vatten-oljekylare  
från luft-oljekylare för gasturbinen beräknas ge 30 hk

Borttagande av kugghjulspumpen  
i fram-back-terrängväxellådan  
FBTV ger 16 hk

Förbättringar i transmissions-  
systemet beräknas kunna ge 5 hk

Summa 51 hk

2.2.2.2 Jämfört med i Teknisk bestämmelse för stridsvagn S typ A, bil. 1:5.1 angivna värden innebär vinsterna enligt 2.2.2.1 ovan en effektvinst av  $16+5 = 21$  hk.

### 2.2.3 Övriga förbättringar

Jämfört med nollserieanläggningar av ursprungligt utförande kan följande förbättringar förutses:

2.2.3.1 I FBTV-2: Direktverkande kolvar som ger större lamellspel och bättre slitmån för lamellerna, lameller med sintrade belägg som har större hållfasthet och livslängd.

2.2.3.2 I FBTV-2: Möjlighet till växling under gång från ett tidigt skede av serien.

2.2.3.3 Införande av filter vid regleringsventil för pumpgruppen medförande ökad driftsäkerhet.

## 2.2.4 Stridsvagnens prestanda

### 2.2.4.1 Dragkraft

Se diagram, blad nr 7.

Till grund för prestandaberäkningen ligger Volvos rapport HY 1000/4 av den 14.2.1963. Gasturbineffekten har dock antagits till 300 hk med ca 15 % lägre startmoment i enlighet med Boeings specifikation. I diagrammen har även inritats värden för tillfälligt uttag av 330 hk ur gasturbinen vid högsta och lägsta hastighet hos vagnen.

Effektförlusterna har i förekommande fall korrigerats med hänsyn till uppmätta värden från nollserieaggregaten.

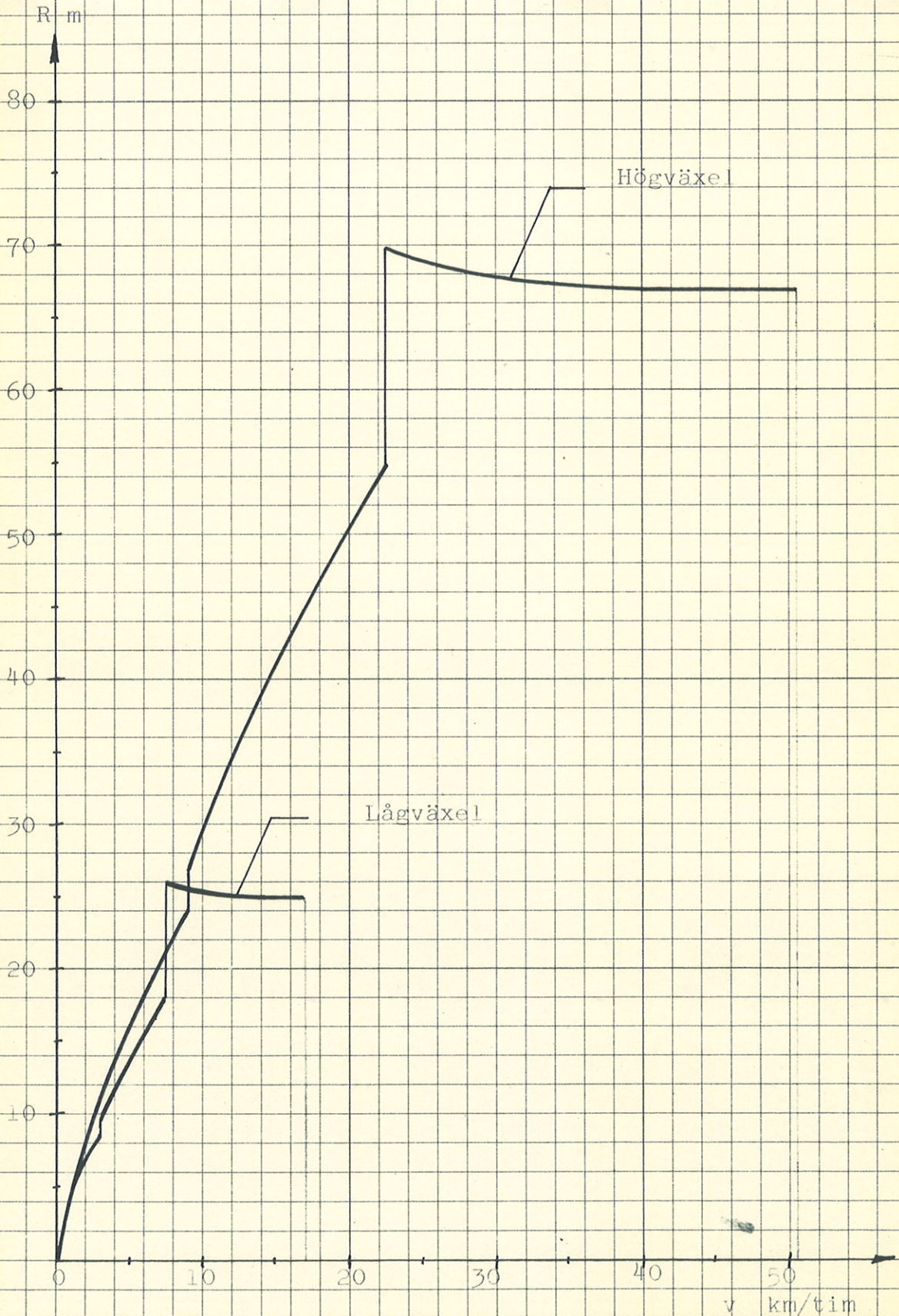
I diagrammet har inritats värden för vagn växlad till maximihastighet 41 km/tim och 50 km/tim. En jämförelse mellan dessa kurvor visar att dragkraften vid 41 km/tim blir större med en vagn växlad till maximihastighet 50 km/tim och hastigheter i närheten av 50 km/tim bör kunna uppnås. Däremot blir dragkraften något mindre i mellanområdet (accelerationsförmågan minskar ca 20 % vid en hastighet av 25 km/tim). Vid en lutningsvinkel av 30° minskar den beräknade hastigheten från 1,8 till 1,2 km/tim.

#### 2.2.4.2 Styrradier

Se diagram, blad nr 8.

Styrradiediagrammet har uppritats med hänsyn till den förbättrade version av konverterern som förutses för anläggning MA 1. Medelvärden av uppmätt markfriktion vid stålband på grusunderlag har använts vid beräkningen. Diagrammet förutsätter även att hydraulväxel typ Hydromatik ingår i styrsystemet i stället för Bofors växel typ 4, som används i nollserien. Slutgiltigt beslut om införande av hydraulväxel av typ Hydromatik kan ej fattas förrän pågående typprov hos tillverkaren avslutats.

Hydromatiks växel med utväxling  
hydraulmotor - drivhjul = 188



## 2.3 Stridsvagn S typ B med motoranläggning MA 2

### 2.3.1 Definition

Motoranläggning MA 2 har samma motorer som MA 1 men transmissionsgruppen har ändrats genom att vinkelväxeln och styrkopplingarna utbyts mot en växellåda för två steg. Denna växellåda innehåller även vinkelväxel och styrkopplingar.

Stridsvagnskonstruktionen har modifierats genom att kylsystemet utökats och reglagen anpassats till de nya växel- och kopplingsarrangemangen.

### 2.3.2 Alternativa utföranden

Ett stort antal olika arrangemang och olika placeringar av tillsatsväxlar har undersökts, av vilka följande utgör de mest väsentliga:

2.3.2.1 Olika utföranden av 2-stegs tillsatsväxel i vardera eller alternativt endera änden av samlingsväxeln (SVTV-2 m.fl.).

2.3.2.2 Olika utföranden av 3-stegs växel i framback-terrängväxellådan (FBTV-4 m.fl.).

2.3.2.3 2-stegs tillsatsväxel i vinkelväxeln, alternativt vid drivhjul eller kronhjul (VVTV-2 och VVTV-3).

2.3.2.4 Backväxel vid vinkelväxel samt 4-växlad framback-terrängväxel (VVBV-1).

2.3.2.5 Vinkelväxel med kombinerad 2-stegs tillsatsväxel och styrkoppling på vardera sidan av vinkelväxeln (VVTV-1).

Av ovannämnda undersökta alternativ har samtliga med undantag av det sista visat sig genomförbara eller osäkra framför allt på grund av bristande utrymme.



Vid det rekommenderade utförandet enligt punkt 2.3.2.5 och diagram 4141, blad 13, har utrymme skapats genom borttagande av tidigare använda styrkopplingar.

Förslaget har bl.a. fördelen att tillsammans med FBTV ge fyra växlar såväl fram som back vilket ger ökad uteffekt och prestanda vid låga resp. medelhöga vagnshastigheter. Utväxlingarna blir 4,70:1, 2,94:1, 1,60:1 och 1:1.

Vidare medger systemet vid en framtida vidareutveckling möjlighet till förbättrad styrning genom användning av olika utväxling på resp. sida av vinkelväxeln.

### 2.3.3 Teknisk beskrivning av motoranläggning

Motoranläggningen skiljer sig från MA 1 i bl.a. följande stycken.

Vinkelväxel med tillsatsväxel (VVTV-1) tillkommer. Denna växel ger två växlingssteg och möjliggör växling under gång samt från- resp. tillkoppling på endera sidan av vinkelväxeln för erhållande av kopplingsfunktion vid kopplings-bromsstyrning. Se principskiss diagram 4141, blad 13.

Kontrollsystemet vid FBTV omkonstrueras varigenom växling under gång samt samordning med växling vid VVTV-1 möjliggörs. Vissa reglageanordningar tillkommer.

En ny oljekylare för två av aggregatets fyra smörjsystem konstrueras. De två resterande kyls i en luftoljekylare, placerad i ventilationssystemet för motorrummet, se punkt 2.3.4.2.

## 2.3.4 Konsekvenser för inbyggnad i vagn

Motoranläggning MA 2 beräknas icke kräva några ändringar i vagnen av utrymmesskäl. Däremot erfordras ändringar av reglage och av kylsystem.

### 2.3.4.1 Reglageändringar

Ett växelreglage tillkommer för manövrering av den nya växellådan.

Kopplingarna i den nya växellådan manövreras hydrauliskt med hjälp av hydraulik ingående i motoraggregatet. För påverkan av kopplingen erfordras nya reglage från styrorgan och styrspakar. Vissa ändringar i Bofors hydraulik för reglagen till styrkopplingen förutses.

### 2.3.4.2 Ny kylare

Motoraggregatet MA 2 erfordrar högre kyleffekt för kylning av olja dels emedan styrkopplingarna, som på MA 1 är luftkylda, i MA 2 ingår i motoraggregatet och är oljekylda, dels emedan växellådan har större effektförluster än vinkelväxeln. För att ta hand om det ökade kylbehovet installeras en luftoljekylare framför motoraggregatet. Se principalskiss, blad 14. Till denna oljekylare leds luft från kylfläkten i främre högra delen av vagnen, varjämte en ny likadan kylfläkt insätts i främre vänstra delen av vagnen. Ändringarna på vagnen kan sammanfattas enligt följande:

Ändringar på vagnkroppen innebärande ny håltagning samt inbyggnad av fläkt.

Ändring av Bofors hydraulik på grund av att drivning av den nya fläkten tillkommer. Ändringen innebär större oljepump på överföringsväxeln samt vissa kompletteringar av hydraulsystemet.

Av utrymmesskäl måste bensintanken ändras något. Detta innebär en minskning av bränslevolymen med ca 30 l.

Vissa ändringar måste göras i vagnen för åstadkommande av större area för utblåsning. Detta påverkar insugningsfiltret.

Om ökning av maximala vagnshastigheten utöver 50 km/tim skall införas kommer detta att innebära ändringar i slutväxlarna. Se punkt 2.7.3.1.2.

## 2.3.5 Stridsvagnens prestanda

### 2.3.5.1 Dragkraft

Se diagram, blad 15.

Förutom de förluster, som ingår i diagrammet för MA 1, tillkommer förluster i den nya växeln VVTV-1, ca 16,5 hk och förluster för drivning av ytterligare en kylfläkt, ca 7 hk. De angivna värdena gäller vid maximihastighet hos vagnen. I diagrammet har hänsyn tagits till dessa förluster.

I diagrammet visas vagnen växlad till maximihastighet 50 km/tim. Dragkraftskurva för enbart drift med kolvmotorn har inlagts.

Dragkraftsdiagram för vagn växlad till maximihastighet 58 km/tim visas under punkt 2.7.3.1.2, diagram blad 37.

### 2.3.5.2 Styrradier

Se diagram, blad 16.

Diagrammet skiljer sig från diagrammet för MA 1 endast därigenom att två nya växelsteg har tillkommit.

**VOLVO**

Vinkelväxel med 2-steps planet-  
växel och styrkopplingar, typ  
VTV-1

Diagram 4141

Ritad *J*

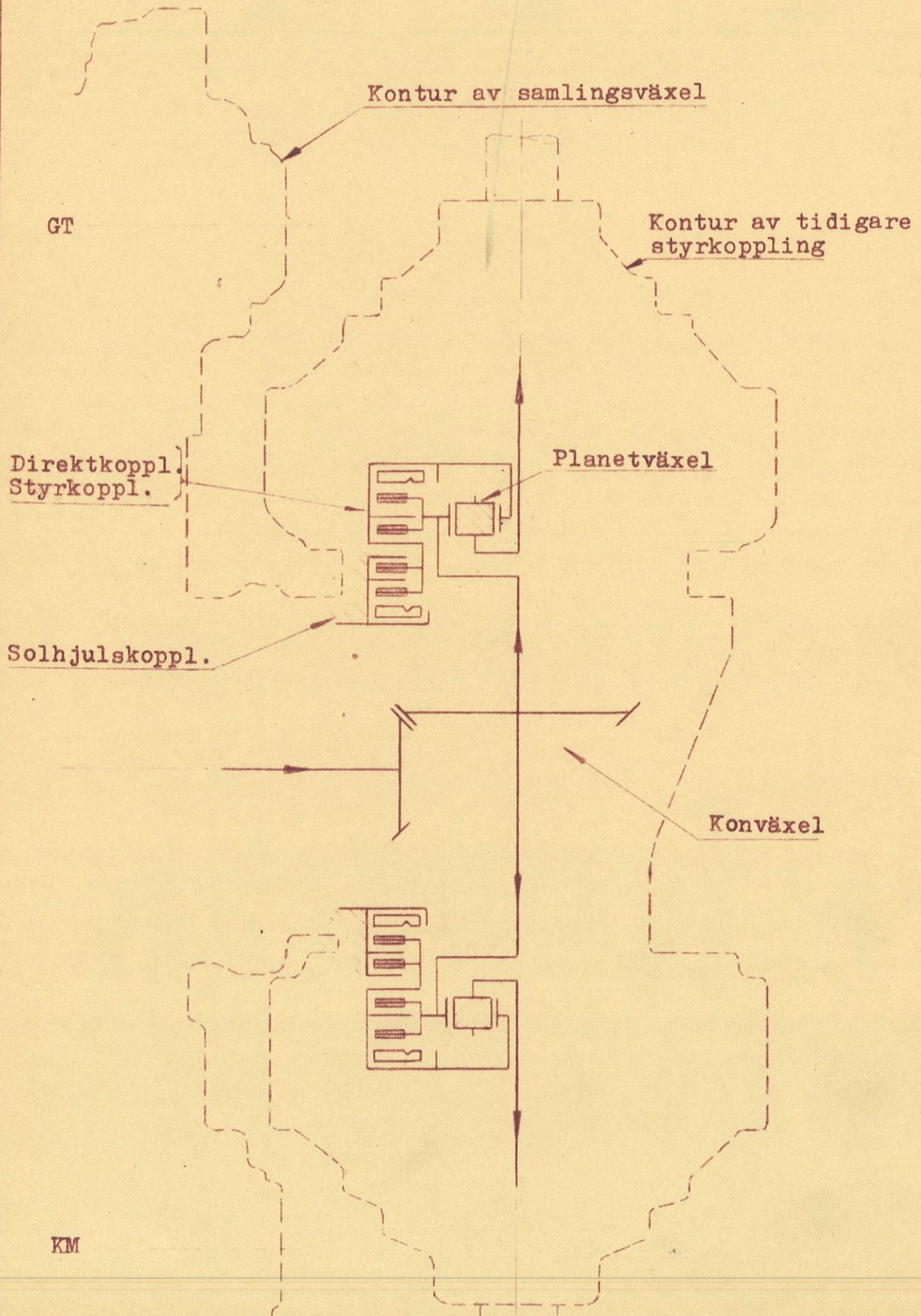
Datum 20.4.64

Konstr/Godk *SOK*

Blad 13

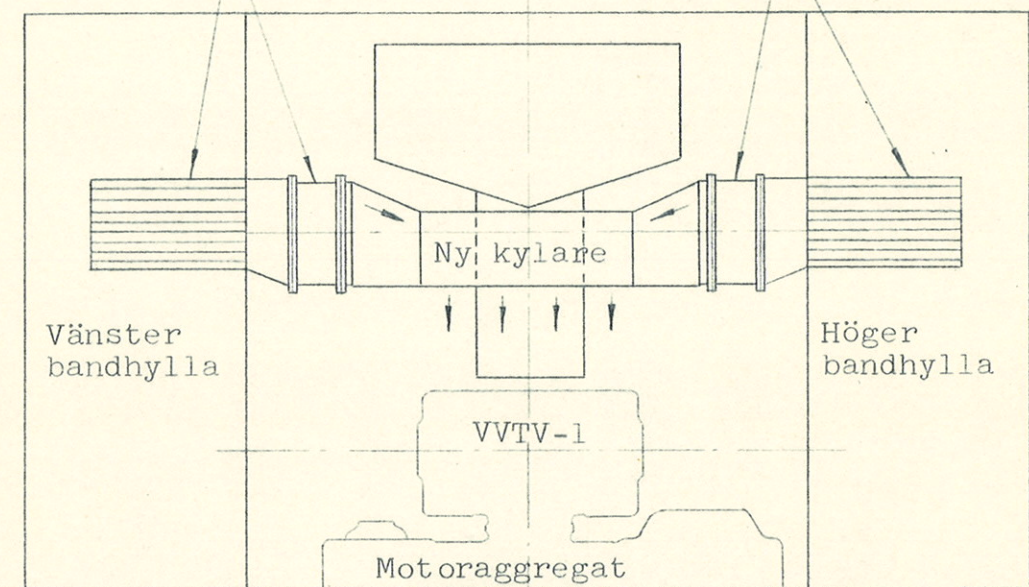
KONFIDENTIELLT

U = 1.60:1 / 1:1

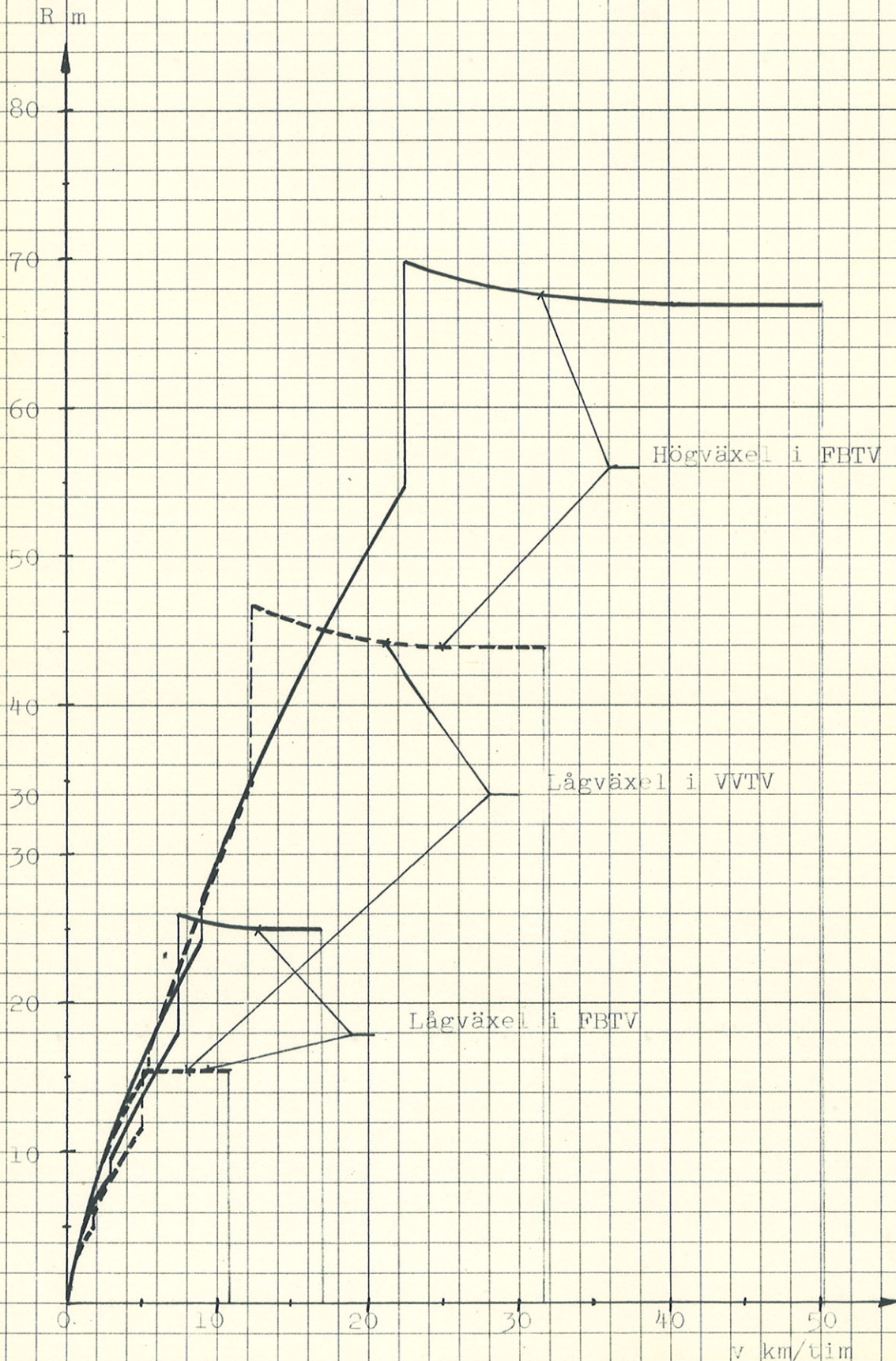


Nytt luftintag med fläkt

Befintligt luftintag med fläkt



Hydromatiks växel med utväxling  
hydraulmotor - drivhjul = 188



## 2.4 Stridsvagn S typ B med motoranläggning MA 3

### 2.4.1 Definition

Motoranläggning MA 3 är baserad på motoranläggning MA 2 men skiljer sig från denna genom att kolvmotorn utbyttts mot Volvos motor TD-96 med effekt 270 hk. Mellan motorn och konvertern har insatts en mellanväxel från vilken uttag finns för drivning av hjälpapparater och kraftuttag till styrsystemet. Konvertern drivs med kolvmotorns varvtal, maximalt 2200 vpm, varefter uppväxling sker i samlingsväxeln. Transmissionsgruppen i motoraggregatet har därför omkonstruerats. Stridsvagnen har anpassats för motoranläggning MA 3, vilket innebär ändringar beträffande fästen för motoraggregatet och beträffande inbyggnad av hjälpsystemen till aggregatet.

### 2.4.2 Alternativa utföranden

Tre olika huvudarrangemang vad beträffar placering av kraftuttag, hjälpapparatdrivning och konverterdrivning har undersökts enligt följande:

2.4.2.1 Placering av hjälpapparatdrivning och kraftuttag vid den relativt ordinarie vevaxelflänsen motsatta änden av motorn (MV-3). Detta utförande har ej visat sig vara genomförbart på grund av platsbrist och är dessutom olämpligt på grund av torsionssvängningsförhållanden.

2.4.2.2 Placering av hjälpapparatdrivning och kraftuttag mellan motor och konverter samt uppväxling av maximala ingående varvtalet vid konvertern från 2200 till 3750 vpm. (MV-2).

Detta arrangemang befanns olämpligt med hänsyn till risk för torsionssvängningsproblem över kuggväxeln samt på grund av utrymmesproblem.

2.4.2.3 Samma som 2.4.2.2 men med till motorns vevaxel direktkopplad konverter (MV-1) samt uppväxling efter konvertern i samlingsväxeln till 3750 vpm genom planetväxel samt ändrad utväxling i samlingsväxeln.

Av ovanstående alternativ kvarstår endast det sistnämnda, vilket är det utförande som rekommenderas och som föreslås ingå i MA 3.

#### 2.4.3 Teknisk beskrivning av motoranläggning

Se principskiss enligt diagram 4143, blad 20.

Motoranläggningen MA 3 skiljer sig i många avseenden från MA 2. Förutom byte av kolvmotortyp från Rolls Royce K 60 till Volvos TD-96 måste bl.a. följande ändringar införas:

Motorramen anpassas för upphängning av TD-96 i en jämfört med K 60 50 mm sänkt position.

Mellanväxel med kraftuttag och drivning av hjälppapparterna nykonstrueras.

Hydraulisk växellåda DRH-1M anpassas att överföra det större motormomentet.

Konstruktionen av samlingsväxeln anpassas till den 50 mm sänkta kolvmotorpositionen samt utformas med en planetväxel för uppväxling av kolvmotorvarvtalet till att motsvara K 60-motorns varvtal (SV-3).

Insugnings- och avgassystemet för kolvmotorn nykonstrueras.

Alla reglage och rör ingående i bränsle-, kyl- och fläktsystem måste anpassas för TD-96.

#### 2.4.4 Konsekvenser för inbyggnad i vagn

För att anpassas för motoranläggning MA 3 måste vagnen ändras i följande avseenden:



Ändring av luftintag.

Nytt avgassystem i höger bandhylla.

Ändring av bakre fäste för motoraggregat.

Ändring i vagnkropp av håltagning för avtappning, mätstickor etc.

Av utrymmesskäl erfordras ändringar i rördragningen för Bofors hydraulsystem.

Ändrat kablage och ändrade elapparater för erforderliga indikeringar från motoraggregatet.

Ändrade motorreglage.

Motor TD-96 jämte de ändringar som gjorts i transmissionsgrupperna kräver något ökad kyleffekt hos kylsystemen. Den nya kylare som införts i samband med motoranläggning MA 2 enligt punkt 2.3.4.2 beräknas dock vara tillräcklig.

Om ökning av maximala vagnshastigheten utöver 50 km/tim skall införas kommer detta att innebära ändringar i slutväxlarna. Se punkt 2.7.3.1.2.

## 2.4.5 Stridsvagnens prestanda

### 2.4.5.1 Dragkraft

Se diagram, blad 21.

Till grund för diagrammet ligger förutom värdena för MA 2 effektdiagram för TD-96, karakteristik för den modifierade konverterern och beräknade förluster i mellanväxel och samlingsväxel.

I diagrammet visas vagnen växlad till maximal hastighet 50 km/tim. Dragkraftskurva för enbart drift med kolvmotorn har inlagts.

### 2.4.5.2 Styrradier

Se diagram, blad 22.

Detta diagram skiljer sig från diagram för vagn med MA 2 på grund av att det lägre varvtalet hos konverterern har möjliggjort bättre anpassning till kolvmotorn.

## 2.5 Stridsvagn S typ B med motoranläggning MA 4

### 2.5.1 Definition

Motoranläggning MA 4 är baserad på motoranläggning MA 3 men skiljer sig från denna genom att gasturbinen utbyttts mot Boeings större typ 553 med effekt 400 hk. Motoraggregatet har på grund av den större turbineffekten och av utrymmesskäl omkonstruerats i ett flertal avseenden. Vagnen har anpassats för det nya aggregatet med tillhörande ändrade hjälpsystem.

### 2.5.2 Boeingturbinens tekniska utvecklingsläge

2.5.2.1 Turbin 553 är en tänkt automotiv version av Boeings helikopterturbin 550. Turbin 550 är en helt ny konstruktion. Konstruktionsarbetet påbörjades för ca 2 år sedan. Helikopterversionen har nu totalt ca 4000 ackumulerade provtimmar och ett preliminärt typprov för amerikanska marinen har genomförts.

2.5.2.2 För den automotiva turbinen har man tänkt att använda helikopterversionsens gasgenerator och till denna konstruera en drivturbin, som bortsett från rotorn och statorn är helt ny.

2.5.2.3 För anpassning av motoraggregat MA 4 och MA 5 synes en vridning av gasgeneratorm 30° nödvändig. Enligt Boeing kräver detta en omkonstruktion av oljesystemet.

2.5.2.4 Turbin 553 är kortare än turbin 502-10MA. Detta torde vara en nödvändighet för att vid den aktuella vagnsinbyggnaden få den extra strömningensarea i insugningssystemet som erfordras dels på grund av den ökade luftmängden dels med hänsyn till den principiellt sett pumpningskänsligare kompressorkonstruktion i turbin 553. Utrymmesvinsten har delvis gjorts genom att inloppsdyran till kompressorintaget

slopats helt. Den verkliga vinsten kan vara illusorisk. Med prov bör visas att turbinen kan köras och accelereras pumpningsfritt med ett sålunda utformat luftintagssystem.

2.5.2.5 Turbinen har (i helikopterversionen) hittills endast körts på fotogen. Dess flerbränsleegenskaper vid varierande belastning bör därför utprovas närmare.

2.5.2.6 Vid effektuttag 400-450 hk är inloppstemperaturerna till kompressorturbinen 16-11°C lägre än för turbin 502-10MA vid 300-330 hk. Vid effektuttag 500 hk, vilket antytts som en möjlighet, är däremot temperaturen mycket hög (1010°C).

2.5.2.7 Turbin 553 torde kräva ett ganska omfattande arbete inte bara på drivturbindelen utan även på andra väsentliga delar. Ett mått på omfattningen av erforderlig insats får anses vara kostnaden för prototyperna. Boeing begär cirka 0,5 milj. kr per styck (90.000 dollar per styck) för det fall att man samtidigt binder sig för en serie och inte mindre än 2,5 milj. kr (500.000 dollar) om en prototyp beställs separat.

### 2.5.3 Teknisk beskrivning av motoranläggning

Se principskiss enligt diagram nr 4144, blad 27.

Motoranläggningen MA 4 skiljer sig från MA 3 genom att Boeings gasturbin typ 502 ersatts med typ 553, varjämte bl.a. följande ändringar måste införas:

Motorramen omkonstrueras.

Samlingsväxeln förstärks på gasturbinsidan.

Planetväxlarna i fram-back-terrängväxeln förstärks.

Pumpgruppen måste ges en ändrad placering.

Oljekylaren med vattenpump måste anpassas för Boeing 553, oljekylaren på grund av större kylbehov för turbinen och vattenpumpen på grund av större avloppssnäckka. Oljekylarens placering måste ändras.

Insugnings- och avgassystem för turbinen måste helt nykonstrueras.

Reglage och rör ingående i bränsle- och kylsystem måste anpassas för den nya turbinen.

#### 2.5.4 Konsekvenser för inbyggnad i vagn

En anpassning av vagnen för motoranläggning MA 4 innebär i huvudsak motsvarande ändringar för anpassning till en ny turbin, som övergången till annan kolvmotor i anläggning MA 3 erfordrar enligt punkt 2.4.4. Ändring av rördragning i Bofors hydraulsystem och ändring av fäste för aggregat torde dock ej vara nödvändiga.

Ändringarna för anpassning till turbinen innebär omkonstruktioner i vagnens vänstra sida medan ändringarna för anläggning MA 3 berör vagnens högra sida.

#### 2.5.5 Stridsvagnens prestanda

##### 2.5.5.1 Dragkraft

Se diagram, blad 29.

På detta diagram har kurvor för såväl MA 4 som MA 5 inlagts. Till grund för diagrammet ligger förutom värdena för MA 3 resp. MA 2 momentdiagram från Boeing.

##### 2.5.5.2 Styrradier

Styrradier för vagn med MA 4 överensstämmer med värdena för vagn med MA 3, se blad 22.

Styrradier för vagn med MA 5 överensstämmer med värden för vagn med MA 2, se blad 16.

## 2.6 Stridsvagn S typ B med motoranläggning MA 5

### 2.6.1 Definition

Motoranläggning MA 5 är baserad på motoranläggning MA 2 men skiljer sig från denna genom att gasturbinen utbytts mot Boeings större typ 553 med maximieffekt 400 hk. Kolvmotorn är således Rolls Royce K 60. Motoraggregat och vagn har anpassats till den nya turbinen.

### 2.6.2 Teknisk beskrivning av motoranläggning

Se principskiss enligt diagram nr 4145, blad 28.

Motoranläggning MA 5 skiljer sig från MA 2 genom att Boeings gasturbin 502 ersatts med typ 553.

Samma ändringar som angivits under punkt 2.5.3 måste införas.

### 2.6.3 Konsekvenser för inbyggnad i vagn

De ändringar av vagnen som erfordras för anpassning till motoraggregat MA 5 överensstämmer med dem som enligt punkt 2.5.4 måste göras för anpassning till aggregat MA 4.

### 2.6.4 Stridsvagnens prestanda

För vagn med MA 5 lämnas prestandauppgifter under punkt 2.5.5.

## 2.7 Jämförelse mellan de olika versionerna

### 2.7.1 Synpunkter på de olika motoranläggningarna

#### 2.7.1.1 Motoranläggning typ MA 2

Jämfört med MA 1 erhålls här tack vare tillsatsväxeln i kombination med terrängväxeln 4 växelsteg jämfört med tidigare 2 växelsteg, vilket medför väsentligt ökade prestanda vid låga resp. medelhöga hastigheter. Detta resulterar i att man kan köra mer på rent mekaniska växelsteg, vilket innebär ökad driftsekonomi och minskad belastning på kylsystemet. Vidare underlättas växling under gång mellan de två lägsta resp. de två högsta växlingsstegen tack vare det reducerade utväxlingssteget. Arrangemanget med planetväxlar på båda sidor om vinkelväxeln nödvändiggör samtidig växling på båda sidor, vilket med hänsyn till styrfunktionen kräver särskild omsorg vid konstruktion och utprovning.

#### 2.7.1.2 Motoranläggning typ MA 3

Jämfört med MA 2 erhålls följande ytterligare förbättringar.

Volvo TD-96 ger med en installerad effekt av ca 270 hk jämfört med den installerade effekten av ca 215 hk vid Rolls Royce K 60 (240 hk brutto) en effektvinst av ca 55 hk.

Härtill kommer de reducerade pump-, fläkt- och friktionsförlusterna vid DRH-1M genom att maximala varvtalet reduceras från 3750 till 2200 vpm (ca 60 %) medförande en väsentlig förbättring av växellådans verkningsgrad vid såväl konverter- som direkt drift. Vidare har relativa stallvarvet, dvs. stallvarvet i förhållande till maximivarvtalet, ökats från ca 45 % till ca 70 % medförande förbättrade prestanda och styregenskaper. (Vissa mindre förluster tillkommer dock vid kraftuttag och hjälppapparatdrivning samt uppväxlingsanordning i samlingsväxeln).

På grund av ovanstående samt den jämfört med K 60 något lägre bränsleförbrukningen vid TD-96 (ca 160 gr/hkh) erhålls en förbättrad driftsekonomi.

Anm. Eventuellt finns, om den nya konstruktionen av VVTV-1 lämnar utrymme, möjlighet att som en vidare utveckling göra planetväxeln i samlingsväxeln växlingsbar dvs. med två växlingssteg möjliggörande ökad körning på enbart kolvmotor samt förbättrade styregenskaper.

#### 2.7.1.3 Motoranläggning typ MA 4

Jämfört med MA 3 erhålls genom införande av Boeing turbin typ 553, en effektökning av ca 100 hk motsvarande installerad i vagn en ökning med ca 90 hk före ingång till samlingsväxeln. Eventuellt får man räkna med en viss ytterligare minskning av ifrågavarande belopp på grund av den större luftvikten (ca 10 %) vid typ 553 jämfört med 502, om ej motsvarande areaökning kan erhållas vid det nya insugnings- och avgassystemet samt tillhörande genomföringar i vagnkroppen. Genom att bruttoeffekten vid kall väderlek ökar till 500 hk vid temp. mindre än ca  $-15^{\circ}\text{C}$  motsvarar detta en procentuell ökning med ca 40 % på gasturbinsidan jämfört med tidigare 360 hk, och detta medför att motsvarande förstärkning fordras i transmissionsystemet. Införande av ifrågavarande turbin förutsätter att plats kan beredas i vagnen för de två radiella brännkamrarna genom ca  $30^{\circ}$  vridning av gasturbinens gasgenerator (ev. på bekostnad av ett något reducerat oljekylsystem) samt att plats kan beredas för den jämfört med 502 avsevärt ökade avgassnäckan. I nuvarande utförande kan turbinen ej införas, utan erhållande av nya ritningar från Boeing avvaktas för vidare bedömning.

Genom förbättrad verkningsgrad vid 553 erhålls, bortsett från eventuellt ökade installationsförluster jämfört med 502, en minskad spec. bränsleförbrukning med ca 23 %, till ca 330 g/hkh, medan däremot den absoluta förbrukningen blir i stort sett oförändrad.

För det fall att avgassnäcka och brännkammarrangemang behöver modifieras, måste troligen räknas med viss reducering av prestanda.

Den ökade pumpningskänsligheten på grund av axialsteget och det högre tryckförhållandet samt risken för koksning vid lägre relativ belastning, erosionsproblemet på grund av de två ytterligare skovelelementen i aluminium, utrymmesproblemet, värmeavgivningen, oljekylningen, etc., måste ytterligare utredas innan ett allsidigt bedömande av denna ännu ej helt fastlagda automotiva turbin kan göras, så att angivna prestanda motsvarar en i anläggningen användbar turbin.

#### 2.7.1.4 Motoranläggning typ MA 5

Vad beträffar själva gasturbinen gäller i stort sett samma som anförts under punkt 2.7.1.3 beträffande MA 4, medan för anläggningen i övrigt följande kan tilläggas.

På grund av den ökade gasturbineffekten erhålls jämfört med MA 2 förbättrade prestanda i form av ökat vridmoment och uteffekt, medan däremot den i och för sig mindre fördelaktiga effekt fördelningen mellan den bränslesnäla kolvmotorn på 240 hk (37 % av totaleffekten) och den mindre bränslesnäla gasturbinen på 400 hk (63 % av totaleffekten) medför ökad bränsleförbrukning jämfört med en omvänd fördelning.

Jämfört med MA 3 blir detta förhållande markant, då motoranläggning MA 3 är den som ger största möjligheter till körning på enbart kolvmotor och följaktligen bäst driftekonomi.



Såväl MA 4 som MA 5, vilka innebär ökning av effekten på den i detta fall mindre ekonomiska icke regenerativa gasturbinen, får ur drifts-ekonomisk synpunkt anses mindre tilltalande och konsekvenserna med hänsyn till aktionsradien bör noga studeras.

### 2.7.2 Jämförelser från inbyggnadssynpunkt

För alla de föreslagna versionerna av motoranläggningar förutsätts en ändring enligt version MA 2, dvs. införande av tillsatsväxellåda VVTV-1. För vagnens del innebär detta inbyggnad av ny kylare och ändring av reglage enligt punkt 2.3.4.

Om någon av versionerna MA 3, MA 4 eller MA 5 skall införas tillkommer för MA 3 och MA 4 ändringar i höger bandhylla och vagnens högra sida för de ändrade hjälpsystemen till kolvmotorn och för MA 4 och MA 5 motsvarande ändringar i vänster bandhylla och vagnens vänstra sida för de ändrade hjälpsystemen till gasturbinen. Versionerna MA 3 och MA 4 fordrar ändringar i fäste för motoraggregat och omdisposition i hydraulsystemet för styrning och riktning.

### 2.7.3 Jämförelse av prestanda hos vagn

#### 2.7.3.1 Dragkraft

##### 2.7.3.1.1 Maximihastighet 50 km/tim

Se diagram, blad 36.

På samma diagramblad har för jämförelse uppritats dragkraftsdiagram för vagnar, växlade till en maximihastighet av 50 km/tim och försedda med motoranläggningar MA 1, MA 2, MA 3 och MA 4. Vagn med aggregat MA 5 ger en dragkraftskurva, som i stort sett överensstämmer med MA 3, se även diagram, blad 29.

Ur diagrammen kan bl.a. följande värden utläsas

Hastighet km/tim	Dragkraft utöver 5 % rullmotstånd Mp				
	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
10	6,8	7,6	10,1	12,1	9,6
20	1,5	2,4	3,2	4,3	3,5
30	1,0	1,0	1,9	2,6	1,7
40	0,5	0,4	0,9	1,4	0,9
50	0 <sup>x</sup> )	-0,1 <sup>x</sup> )	0,3	0,6	0,1

x) Förutsätter uttag av 330 hk ur gasturbinen

Linjen för 5 % rullmotstånd gäller horisontell väg.

En marklutning av 1 % fordrar en dragkraft av 0,37 Mp.

Vid 30° marklutning och 5 % rullmotstånd beräknas följande maximihastigheter kunna erhållas under ovan angivna förutsättningar betr. utväxling.

Vagn med motor- anläggning	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
Hastighet km/tim	1,2	2,6	4,5	6,1	4,2

#### 2.7.3.1.2 Maximihastighet 55 à 60 km/tim

Om vagn försedd med MA 2 eller följande versioner växlas till en maximihastighet av ca 58 km/tim ökas dragkraften vid 50 km/tim ca 0,2 Mp. (Dragkraften vid 58 km/tim blir dock lägre än i punkt 2.7.3.1.1 angivna värden för 50 km/tim). Vid låga och medelhöga hastigheter minskar i stället dragkraften något. Vid 25 km/tim är minskningen för MA 2 ca 0,1 Mp och för MA 3 ca 0,2 Mp. Se diagram, blad 37, som visar dragkraft för vagn med MA 2 växlad till 50 och 58 km/tim.

### 2.7.3.2 Styrradier

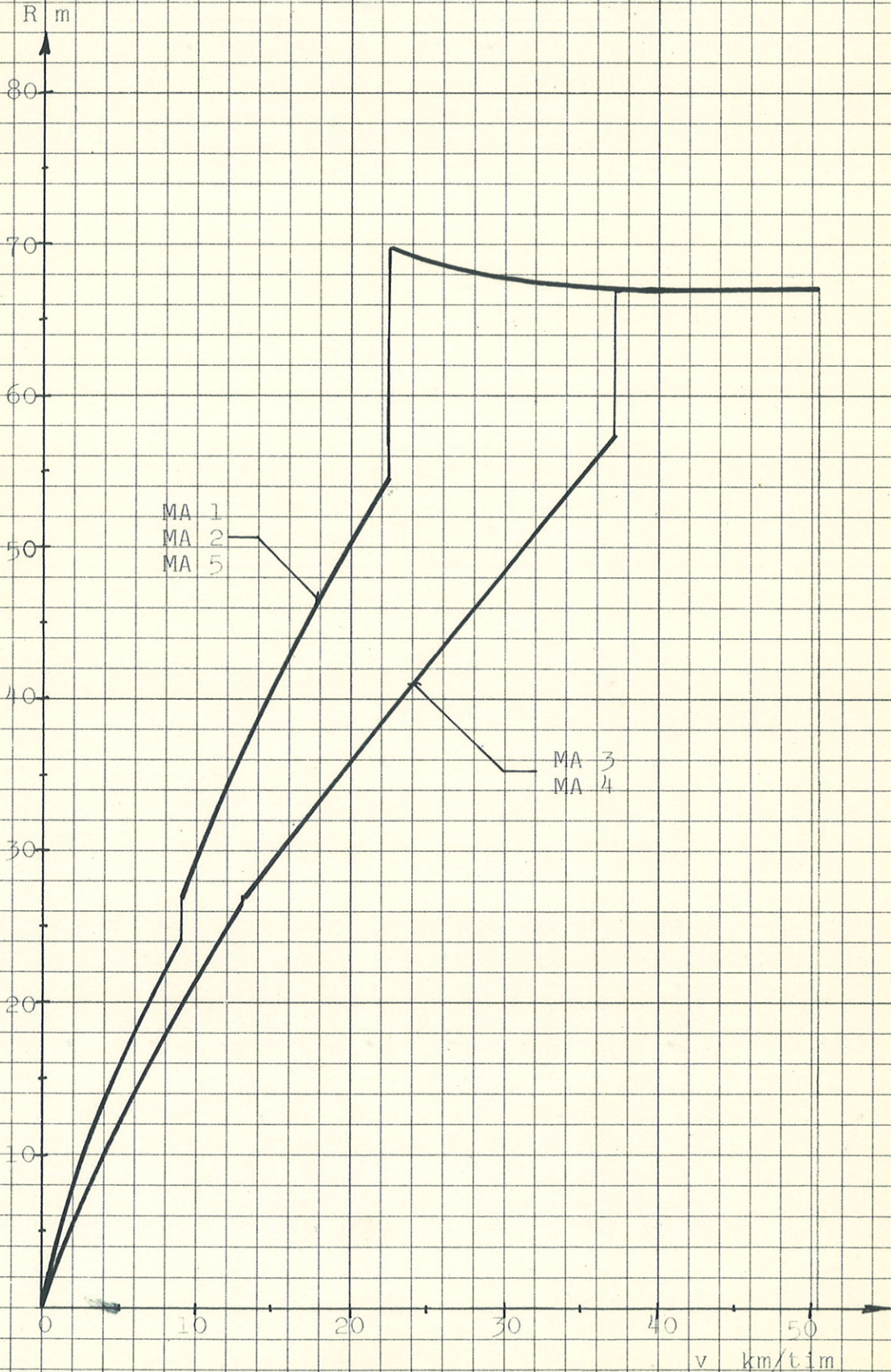
Se diagram, blad 38.

Diagrammet visar minsta styrradie vid överlagringsstyrning för vagnar med de olika versionerna av motoranläggningar. Diagrammet visar värden vid högväxel.

För MA 3 och MA 4 erhålls vid hastigheter understigande 37 km/tim ~~mindre~~ styrradier än för övriga versioner. Största vinsten erhålls vid en hastighet av 25 km/tim där styrradie minskar från ca 70 m till ca 40 m.

Diagrammet förutsätter hydrostatisk växel typ Hydromatik, se härom punkt 2.2.4.2.

Hydromatiks växel med utväxling  
hydraulmotor - drivhjul = 188



## 2.8 Ombyggnad av färdiga motoranläggningar och vagnar

### 2.8.1 Motoranläggningar

Vid ombyggnad av redan tillverkade motoranläggningar i något av nedanstående utföranden kan bl.a. följande konsekvenser omnämnas.

#### 2.8.1.1 Ombyggnad till MA 2

Vid ombyggnad av MA 1 till MA 2 ersätts vinkelväxeln typ VV-2 med vinkelväxel med tillsatsväxel typ VVTV-1 samt modifieras FBTV-2 beträffande kontrollsystemet, varvid även tillkommer nya resp. ändrade reglage vid nämnda enheter. Vidare ersätts befintligt oljekylsystem med ett nytt med ökad kapacitet uppdelat i två grupper - en med vattenkylning och en med luftkylning.

#### 2.8.1.2 Ombyggnad till MA 3

Konsekvenserna av ombyggnad av MA 1 till utförande med TD-96 medför bl.a. införande av mellanväxel typ MV-1, förstärkt utförande av DRH-1M, modifierad samlingsväxel typ SV-3. Vid ombyggnad av MA 1 till MA 3 kommer i stort sett endast turbin 502 med insugnings- och avgassystem att komma till användning.

Vid ombyggnad från MA 2 till MA 3 kan även komponenterna FBTV-2 och VVTV-1 användas.

#### 2.8.1.3 Ombyggnad till MA 4

Relativt MA 1 är MA 4 ett fullständigt nytt aggregat.

Vid ombyggnad av MA 2 till MA 4 skulle komponenterna till FBTV-2 och VVTV-1 kunna användas om dessa konstruerades för den större effekten.

Vid ombyggnad från MA 3 till MA 4 kan kolvmotorn med mellanväxel och automatisk växellåda

användas, vilket även gäller FBTV-2 och VVTV-1 under nyss nämnda förutsättningar.

Aggregatet i övrigt blir nytt.

#### 2.8.1.4 Ombyggnad till MA 5

Vid ombyggnad från MA 2 till MA 5 kan kolvmotorn med insugnings- och avgassystem samt automatisk växellåda bibehållas. Även VVTV-1 kan komma till användning, om den konstruerats för det högre turbinmomentet.

I övrigt erfordras samma omfattning av nya komponenter som nämnts för ombyggnad från MA 3 till MA 4.

### 2.8.2 Vagnar

#### 2.8.2.1 Ombyggnad till vagn för MA 2

Vid ombyggnad av vagn för MA 1 till vagn för MA 2 måste luft-oljekylare med ny fläkt och ledskenor för utblåsningsluft inbyggas i vagnen och kompletteringar och ändringar göras i vagnens hydraulsystem. Reglagen för växling och koppling ändras eller utbyts.

#### 2.8.2.2 Ombyggnad till vagn för MA 3

Vid ombyggnad av vagn för MA 2 till vagn för MA 3 måste bakre fästet för motorramen ändras, vissa hydraulrör utbyts och ändringar göras i höger bandhylla för ändrade insugnings- och avgasledningar. Ny håltagning måste göras i vagnkroppen för oljepåfyllning och -avtappning anpassade till aggregat med TD-96. Motorreglage och elsystem måste ändras för att passa TD-96.

Vid ombyggnad av vagn för MA 1 tillkommer ändringarna enligt punkt 2.8.2.1.

### 2.8.2.3 Ombyggnad till vagn för MA 4

Vid ombyggnad av vagn för MA 3 till vagn för MA 4 måste ändringar i vänster bandhylla och beträffande håltagning och reglage göras för anpassning till Boeingturbin 553.

Vid ombyggnad av vagn för MA 2 och MA 1 tillkommer under punkt 2.8.2.2 angivna ändringar.

### 2.8.2.4 Ombyggnad till vagn för MA 5

Vid ombyggnad av vagn för MA 2 till vagn för MA 5 måste samma ändringar göras som anges i punkt 2.8.2.3 för ombyggnad till vagn för MA 4.

Vid ombyggnad av vagn för MA 1 tillkommer ändringarna enligt punkt 2.8.2.1.

1. Strv S med motoranläggning MA-2

Tidsplan för införandet av motoranläggning MA-2 i serieleveransen framgår av underbilaga 1.

Enligt denna tidsplan skulle stridsvagnar med motoranläggning MA-2 kunna levereras fr.o.m. 3:e kvartalet 1968, d.v.s. fr.o.m. omkring vagn nr 71.

2. Strv S med motoranläggning MA-3

Tidsplan för införandet av motoranläggning MA-3 i serieleveransen framgår av underbilaga 2.

Enligt denna tidsplan skulle stridsvagnar med motoranläggning MA-3 kunna levereras fr.o.m. 4:e kvartalet 1969, d.v.s. fr.o.m. omkring vagn nr 151.

3. Strv S med motoranläggning MA-4 eller MA-5

Speciell tidsplan för dessa motoranläggningar har icke upprättats enär bindande uppgifter från Boeing icke kunnat erhållas.

Med ledning av de preliminära uppgifter som erhållits bedömes att leverans av stridsvagnar med motoranläggning MA-4 eller MA-5 borde kunna ske fr.o.m. 4:e kvartalet 1970, d.v.s. fr.o.m. omkring vagn nr 231.

4. Förutsättningar.

De utarbetade tidsplanerna förutsätta att 2 st stridsvagnar typ A få forceras fram i tillverkningen och byggas om för att möjliggöra provning vid i tidsplanerna angivna tidpunkter.



Nedan angivna kostnader äro uppskattade med utgångspunkt från motoranläggning MA-1 och för vidareutveckling direkt till resp. version. Därest utvecklingen kommer att ske successivt ändras priserna.

1. MA-2

	<u>Bofors</u>	<u>Volvo</u>
Ingenjörsarbete + provning	2.000.000:-	2.475.000:-
Tillverkning provaggregat	-	4.025.000:- <sup>x)</sup>
Ändr. 2 st strv S, typ A	<u>1.800.000:-</u>	<u>-</u>
S:a kronor	<u>3.800.000:-</u> =====	<u>6.500.000:-</u> =====
<u>Total utvecklingskostnad: 10.300.000:-</u>		

x) Eftersom motoraggregatet MA-2 endast innebär ändring av i transmissionsenheten ingående komponenter utan att i motoraggregatet övriga inbyggda enheter nämnvärt beröras torde en viss del av aggregatkostnaden kunna inbesparas om prov kan utföras på serieaggregat som därefter accepteras för införande i serieleveranser.

	<u>Vagnar 1-70</u>	<u>71 =&gt;</u>
inverkan på seriepris:		
Bofors, ökning	10.000-20.000:-	20.000-30.000:-
Volvo, ökning seriepris	-	ca 25.000:-
Volvo, ökning verktyg	-	ca 325:-

2. MA-3

	<u>Bofors</u>	<u>Volvo</u>
Ingenjörsarbete + provning	4.000.000:-	10.750.000:-
Tillverkning provaggregat	-	5.600.000:-
Ändr. 2 st strv S, typ A	<u>3.000.000:-</u>	<u>-</u>
S:a kronor	<u>7.000.000:-</u> =====	<u>16.350.000:-</u> =====
<u>Total utvecklingskostnad: 23.350.000:-</u>		

Vagnar 1-150151 →

inverkan på seriepris:

Bofors, ökning	20.000-30.000:-	50.000-75.000:-
Volvo, ökning seriepris	-	ca 50.000:-
Volvo, ökning verktyg	-	ca 7.500:-

3. MA-4BoforsVolvo

Ingenjörsarbete + provning	5.500.000:-	14.050.000:-
Tillverkning provaggregat	-	9.100.000:-
Ändr. 2 st strv S, typ A	<u>4.000.000:-</u>	<u>-</u>
S:a kronor	<u>9.500.000:-</u>	<u>23.150.000:-</u>

Total utvecklingskostnad: 32.650.000:-Vagnar 1-230231 →

inverkan på seriepris:

Bofors, ökning	10.000-20.000:-	50.000-100.000:-
Volvo, ökning seriepris	-	ca 150.000:-
Volvo, ökning verktyg	-	ca 30.000:-

4. MA-5BoforsVolvo

Ingenjörsarbete + provning	5.500.000:-	8.750.000:-
Tillverkning provaggregat	-	9.100.000:-
Ändr. 2 st strv S, typ A	<u>4.000.000:-</u>	<u>-</u>
S:a kronor	<u>9.500.000:-</u>	<u>17.850.000:-</u>

Total utvecklingskostnad: 27.350.000:-Vagnar 1-230231 →

inverkan på seriepris:

Bofors, ökning	10.000-20.000:-	50.000-100.000:-
Volvo, ökning seriepris	-	ca 130.000:-
Volvo, ökning verktyg	-	ca 15.000:-

### Förutsättningar:

- a) Återstående kostnader för färdigutvecklingen av motoranläggningen till utförande MA-1 äro icke inkluderade ovan.
- b) Återställning av provvagnarna till typ A-utförande ingår ej i prisuppskattningen.
- c) Speciella provningar såsom trupprov, vinterprov, prov på främmande ort etc. ingår ej i prisuppskattningen.

### Landsverk

För de komponenter som konstruerats och avses tillverkas av AB Landsverk har icke skett någon närmare undersökning. För de komponentsatser som ha utförande för MA-1 kommer en prisökning att uppstå medan komponentsatserna för övriga versioner bliva billigare. I stort sett bedömes dessa prisändringar utjämna varandra.

### Inverkan på verktyg etc.

De olika alternativens inverkan på tidigare för A-serien beräknade kostnader för verktyg, provutrustningar och kontrollanordningar för Boforsdelen ha icke kunnat penetreras. Det måste dock förutses att åtminstone verktygskostnaderna komma att påverkas.