

出國報告（出國類別：其他-國外主機廠試）

## 600 噸級巡防艦主機廠試 出國報告

服務機關：海洋委員會海巡署艦隊分署

姓名職稱：副隊長 呂翰蒼

專 員 林耕範

派赴國家/地區：德國

出國期間：108 年 07 月 27 日起至 08 月 07 日止

報告日期：108 年 9 月 17 日

## 摘要

海洋委員會海巡署艦隊分署自 107 年度起推動辦理籌建海巡艦艇發展計畫「600 噸級巡防艦 12 艘統包採購案(下稱本案)」建案招標作業事宜，業於 107 年 9 月 11 日由中信造船股份有限公司(下稱中信公司)得標，負責 600 噸級巡防艦之設計及建造工作，並由財團法人船舶暨海洋產業研發中心承攬本案之專案管理公司，以本分署權益為依歸協助建案順利推展。

為強化廠試過程之風險控管、危機處理及緊急應變，於廠試前邀請本型艦船級社之財團法人中國驗船中心(下稱中國驗船中心)及專案管理公司至本分署說明廠試前中後之注意事項，為確保廠試內容符合契約規範及程序，爰規劃本分署南部地區機動海巡隊副隊長呂翰蒼、建造技術科專員林耕範等 2 員，會同中信公司、專案管理公司及中國驗船中心人員共同前往位於德國腓特烈港 MTU 主機公司總部，參加廠試前期會議並參訪該公司品管、檢測程序及主機最新技術與發展，該公司目前為世界領先的柴油發動機製造商，因產品以輸出功率大、效率高、體積小且耐用而聞名並被廣泛採用，本分署亦希望經過本次廠試，能確認本型主機完全符合契約規範要求及海巡任務所需。

## 目錄

壹、目的 .....	1
貳、行程表 .....	2
參、主機廠試歷程 .....	3
肆、心得及建議 .....	19

## 壹、目的

「籌建海巡艦艇發展計畫」600 噸級巡防艦統包案由中信造船股份有限公司得標，負責全案之設計及建造工作；為瞭解本型艦主機測試項目是否依契約施作，由 MTU 公司於主機測試前規劃至 MTU 總部會議室，邀集本分署代表、中國驗船中心、專案管理公司、中信公司共同召開廠試前期會議，逐一說明「最低轉速負荷」等多項測試項目之方式，並引導廠試人員參觀 MTU 廠區，以瞭解廠區歷史及品管、生產線流程。

依契約規定，「廠試」本分署得派專案管理公司參加，因本型艦首艘極具象徵意義，為確保符合測試程序要求，爰規劃本分署南部地區機動海巡隊副隊長呂翰蒼及建造技術科專員林耕範，陪同中信公司協理呂天帆、專案管理公司工程師 張旭如、劉昱辰及中國驗船中心處長高世榮等人，共同參加並見證試驗的內容及施作程序，最終經專案管理公司及中國驗船中心確認符合契約規範，為本次主要目的。

## 貳、行程表

本次德國 MTU 主機廠試自 108 年 7 月 27 日起至 8 月 7 日止，行程規劃包含廠試前期會議、主機功能測試及討論與評估廠試報告內容，詳如下表：

日期	地點	工作摘要說明
7 月 27 日	台北 - 法蘭克福	法蘭克福轉機
7 月 28 日	法蘭克福-腓特烈港	抵達腓特烈港
7 月 29 日	德國 MTU 工廠	廠試前期會議 1. 瞭解廠區歷史背景 2. 參觀品保流程、生產線製作 3. 說明廠試測試項目程序及能達成契約規定之預期效果
7 月 30 日	德國 MTU 工廠	MTU 主機工廠實施 第一部 16V 及 20V 型主機測試
7 月 31 日	德國 MTU 工廠	MTU 主機工廠實施 第一部 16V 及 20V 型主機測試
8 月 1 日	德國 MTU 工廠	MTU 主機工廠實施 第二部 16V 及 20V 型主機測試
8 月 2 日至 5 日	德國 MTU 工廠	討論與評估主機之廠試報告
8 月 6 日	腓特烈港-法蘭克福	法蘭克福轉機
8 月 7 日	法蘭克福-台北	抵達台北

## 參、主機廠試歷程

### 一、主機廠試前期會議

為強化廠試過程之風險控管、危機處理及緊急應變，於 108 年 7 月 18 日(前往德國主機廠試前)邀請本型艦船級社之財團法人中國驗船中心及專案管理公司至本分署說明廠試前中後之注意事項，以下就相關摘要說明分述如後：

#### (一)中國驗船中心

##### 1. 廠試前：

- (1) 確認測試程序及項目是否符合船級設要求。
- (2) 確認一般安全裝置是否正常(例如:滑油壓力、淡水溫度等…)。

##### 2. 廠試中：

- (1) 注意排氣溫度。
- (2) 注意相關安全裝置。
- (3) 注意過濾器雜質。

##### 3. 廠試後：

- (1) 研擬廠試過程發生之異常狀況處置作為。
- (2) 研擬有關廠試中損害部件之分析報告。

#### (二)專案管理公司

##### 1. 廠試前：與 MTU 討論確認下列意見。

- (1) 是否提供燃油分析報告。
- (2) 是否能於現場使用相機拍攝。
- (3) 測試完成後是否應立即進行滑油過濾器拆檢。
- (4) 主機測試台螢幕顯示文字是否有中文或英文。
- (5) 檢視測試主機的外觀尺寸、規格及序號，確認主機轉向正確。

##### 2. 廠試中：

- (1) 檢視油水管路及機體與構件的缺陷、瑕疵、洩漏、震動、摩擦鬆脫等的異常情況。

(2)確實紀錄廠試負載之顯示數據是否符合規範所定要求。

3.廠試後:將廠試發生之問題做成紀錄，並請 MTU 以書面正式回覆。

## 二、參觀廠區暨廠試前期會議

### (一)參觀廠區

7月29日由MTU公司人員規劃本分署代表與中信公司、專管公司及中國驗船中心共同參訪廠區，詳細介紹廠區歷史背景，瞭解生產線、品管控制及最新技術(如圖1至2)，並由本分署南部地區機動海巡隊副隊長呂翰蒼，代表致贈海巡杯墊予解說人員，表達謝意(如圖3)，隨即由該公司銷售經理 Reiner Bauer 召開廠試前期會議再次確認廠試流程是否符合規範要求及相關疑義，並說明廠試細節、講解廠區測試台相關安全守則及逃生路線宣導及注意事項(如圖4至5)。



(圖 1:廠區導覽及說明歷史背景)



(圖 2:瞭解生產線、品管控制及最新技術)



(圖 3:本分署南部地區機動海巡隊副隊長致贈解說人員杯墊)





(圖 4：廠試前期會議)



(圖 5：廠試前期會議)

(二)廠試前期會議:專案管理公司及中國驗船中心依下列事項提出討論並取得共識如下。

1. 由 MTU 進行測試工作說明，並提供最新版廠試測試程序(16V4000M93L 以 Version 10 版本、20V4000M93L 以 Version 6 版本)。
2. 廠試使用之燃油於廠試結束前檢驗完畢，並提供化驗報告。
3. 廠試用儀器校正報告，將於廠試報告提交前提供。
4. 本型主機有 CR 型式認可證書，將於後續提供資料供參考。
5. MTU 同意配合下列事項
  - (1)本次廠試照片拍攝一律由 MTU 人員協助並統一提供照片。
  - (2)於主機負荷測試 100%時，改變環境溫度為海水溫度 32°C、大氣溫度 45°C 的條件進行測試。
  - (3)主機啟動測試之次數由 6 次調整為 8 次。
  - (4)增加緊急停機功能測試於本案主機廠試程序，並記錄結果於主機測試報告。
  - (5)增加聯鎖裝置測試於本案主機廠試程序，並記錄結果於主機測試報告。
  - (6)解釋自動馬力負荷限制測試為測試台依最大連續輸出馬力曲線，自動選取轉速值進行測試。
6. 減速機滑油低壓警報點已準備完畢俟與減速機同時安裝於艦上後待 HAT 時執行。

三、廠試期間:專案管理公司及中國驗船中心依契約規範及 MTU 提供最新版廠試測試程序予以確認及驗證。

(一)主機型式與引擎號碼(如圖 6 至 9)

1. 主機型式 16V4000M93L,引擎號碼分別為第一部 527116097 及第二部 527116100。
2. 主機型式 20V4000M93L,引擎號碼分別為第一部 528105749 及第二部 528105757。

(二)測試台校驗紀錄(如圖 10)

(三)依契約規範及 MTU 提供最新版廠試測試下列項目(圖 11 至 25)

1. 最低轉速測試。
2. 負荷運轉測試。

3. 燃油耗油量測試。
4. 自動馬力負荷限制測試。
5. 調速器試驗。
6. 啟動試驗。
7. 安全保護裝置測試(含自動跳脫試驗)
8. 噪音量測及振動量測。
9. 利用高壓油泵指示及過給機之轉速測得主機指示馬力
10. 緊急停機功能測試
11. 聯鎖功能測試及拆放檢驗

經廠試後主機負荷運轉性能及各項安全裝置功能測試的結果均正常，接面及油水管路於測試後檢查亦無任何異常洩漏的情形，此外減速機滑油低壓警報點已準備完畢俟與減速機同時安裝於艦上後待 HAT 時執行，除符合最新程序測試要求外亦符合規範及契約規定。



(圖 6: 第一部 16V 主機 (527 116 097) CR 鋼印及銘牌)



(圖 7: 第二部 16V 主機 (527 116 100) CR 鋼印及銘牌)



(圖 8: 第一部 20V 主機 (528 105 749) CR 鋼印及銘牌)



(圖 9: 第一部 20V 主機 (527 116 757) CR 鋼印及銘牌)



(圖 10: 測試台校驗記錄)



(圖 11: 主機滑油濾器拆下檢查)



(圖 12: 噪音量測及振動量測)



(圖 13: 主機負荷運轉測試)


Test Instruction																													
Material No.: XZ599001-204721 V10.0		Order No.: 1204721 (CR)		Page 1 of 6																									
Engine model: 16V 4000 M93L		Governor: ADEC		Ext. heat exchanger: NEIN																									
Appl. group: 1DS		Frequency:																											
Circuit: TE		Emission regulation: IMO TIER 2		Surveyor: CR-China Register																									
<b>Test Instructions</b>																													
Acceptance test																													
Power definition acc. ISO 3046																													
<b>Operating fluids</b>																													
Operating fluids: fuel: according DIN EN 590 / lube oil: MTU authorised products / coolant: according MTU-rule																													
Release of operation fluids for test- and preservation run according MTV5073.																													
<b>Setting and boundary conditions</b>																													
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]																					
Air intake temperature (M / R / C&I / P)	TO_ECS	grdC		25	20	2																							
Raw water temperatur before engine	TFWW_MOT	grdC		25	2	2																							
Fuel temperatur	TK_ZU	grdC		25	2	2																							
Exhaust back pressure max.	PAN_MOT	mbar		30	3	3																							
<b>Guaranteed values</b>																													
-																													
<b>Measurements</b>																													
Readings and observations to be recorded																													
One measurement each to be carried out at the end of the respective operating period																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Date</th> <th>Revision</th> <th>Comment</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019-07-29</td> <td>10</td> <td>Update: reg. Mom</td> <td>bauerr</td> </tr> <tr> <td>2019-07-29</td> <td>9</td> <td>Form adjusted</td> <td>bauerr</td> </tr> <tr> <td>2019-07-29</td> <td>8</td> <td>Update reg. customer request_s_MoM</td> <td>bauerr</td> </tr> <tr> <td>2019-07-29</td> <td>7</td> <td>Edit last loadstep from 25/25 to 45/32</td> <td>bauerr</td> </tr> <tr> <td>2019-07-29</td> <td>6</td> <td>Test overspeed updated from 600rpm to 500rpm</td> <td>bauerr</td> </tr> </tbody> </table>						Date	Revision	Comment	Name	2019-07-29	10	Update: reg. Mom	bauerr	2019-07-29	9	Form adjusted	bauerr	2019-07-29	8	Update reg. customer request_s_MoM	bauerr	2019-07-29	7	Edit last loadstep from 25/25 to 45/32	bauerr	2019-07-29	6	Test overspeed updated from 600rpm to 500rpm	bauerr
Date	Revision	Comment	Name																										
2019-07-29	10	Update: reg. Mom	bauerr																										
2019-07-29	9	Form adjusted	bauerr																										
2019-07-29	8	Update reg. customer request_s_MoM	bauerr																										
2019-07-29	7	Edit last loadstep from 25/25 to 45/32	bauerr																										
2019-07-29	6	Test overspeed updated from 600rpm to 500rpm	bauerr																										
Print-out 2019-07-31 07:52																													

(圖 14:16V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-1 )


Test Instruction								
Material No.: XZ599001-204721 V10.0		Order No.: 1204721 (CR)		Page 2 of 6				
<b>Acceptance run</b>								
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]
Acceptance of the engine power								
Load step 1	PP_LEISTNW_1	kW	Idle Speed	0			500	300
Load step 2	PP_LEISTNW_2	kW	E1*	185			800	600
Load step 3	PP_LEISTNW_3	kW	E2*	344			975	600
Load step 4	PP_LEISTNW_4	kW	25%	860			1320	1800
Load step 5	PP_LEISTNW_5	kW	50%	1720			1685	1800
Load step 6	PP_LEISTNW_6	kW	75%	2580			1910	1800
Load step 7	PP_LEISTNW_7	kW	90%	3096			2030	1800
Load step 8	PP_LEISTNW_8	kW	90%	3096			2030	1800
Load step 20	PP_LEISTNW_20	kW	100%	3440			2100	1800
Load step 21	PP_LEISTNW_21	kW	100%	3440			2100	1800
Load step 22	PP_LEISTNW_22	kW	100%	3440			2100	1800
Load step 23	PP_LEISTNW_23	kW	100%	3440			2100	1800
Load step 24	PP_LEISTNW_24	kW	100%	3440			2100	1800
Load step 25	PP_LEISTNW_25	kW	100%	3440			2100	1800

(圖 15:16V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-2 )




Test Instruction								
Material No.:	XZ599001-204721 V10.0	Order No.:	1204721 (CR)	Page 3 of 6				
<b>Altered boundary conditions</b>								
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]
Altered boundary conditions								
Air intake temperature (M / R / C&I / P)	UL2_TO_ECS	grdC		45	0	2		
Raw water temperatur before engine	UL2_TFWW_MOT	grdC		32	2	2		
Fuel temperatur	UL2_TK_ZU	grdC		32	2	2		
Load step 31	PP_LEISTNW_21_60HZ	KW	100%	3440			2100	1800
Load step 32	PP_LEISTNW_22_60HZ	KW	100%	3440			2100	1800
<b>Engine Continous Rating / Speed Limitation Curve</b>								
Engine Continous Rating / Speed Limitation Curve								
Values for speed limitation curve are to be taken from the limitation values								
Governor test								
Governor test 1	N_NENN_P1	1/min		3440			2100	


(圖 16:16V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-3 )

Test Instruction								
Material No.:	XZ599001-204721 V10.0	Order No.:	1204721 (CR)	Page 4 of 6				
<b>Functional test</b>								
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]
Test engine safety functions								
Number of starting procedures with el. starter	STARTSPIEL_E	-		8			500	
Test overspeed	SI_SSK	1/min	security shutdown	1			500	
Crankcase pressure ECS limit 1	SI_PKGH_L1	mbar	warning only	1			1200	
Crankcase pressure ECS limit 2	SI_PKGH_L2	mbar	security shutdown	1			1200	
Lube oil pressure limit 1	SI_PO_L1	bar	warning only	1			1200	
Lube oil pressure limit 2	SI_PO_L2	bar	security shutdown	1			1200	
Oil temperature limit 1	SI_TO_L1	grdC	warning only	1			1200	
Oil temperature limit 2	SI_TO_L2	grdC	reduction mode	2			1200	
Coolant temperature limit 1	SI_TMW_L1	grdC	warning only	1			1200	
Coolant temperature limit 2	SI_TMW_L2	grdC	reduction mode	2			1200	
Coolant pressure limit 1	SI_PMW_L1	bar	warning only	1			1200	
Coolant pressure limit 2	SI_PMW_L2	bar	reduction mode	2			1200	
Crankshaft bearing temperature limit 1	SI_TLAG_L1	grdC	warning only	1			1200	
Crankshaft bearing temperature limit 2	SI_TLAG_L2	grdC	security shutdown	1			1200	
Splash oil temperature limit 1	SI_TOSPO_L1	grdC	warning only	1			1200	
Splash oil temperature limit 2	SI_TOSPO_L2	grdC	security shutdown	1			1200	
Lube oil differential pressure limit 1	SI_DPO_L1	bar	warning only	1			1200	
Exhaust temperature (limit 1)	SI_TA1_L1	grdC	warning only	1			1845	
Exhaust temperature (limit 2)	SI_TA1_L2	grdC	reduction mode	2			1845	
Leak-off fuel limit	SI_K_LECK	-	warning only	1			0	
Coolant level limit 1	SI_MW_LV_LT_L1	-	warning only	1			0	

(圖 17:16V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-4 )

Test Instruction								
Material No.: XZ599001-204721 V10.0		Order No.: 1204721 (CR)		Page 5 of 6				
<b>Settings</b>								
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]
For the acceptance run the engine is to be set as follows:								
Power	P_NENN_1	kW	3440					
Speed 1	N_NENN_1	1/min	2100					
<b>Engine power</b>								
Continuous power	DAUERLEISTUNG	kW	--					
Overload power	UEBERLEISTUNG	kW	--					
Fuel stop power	BLOCKLEISTUNG	kW	3440					
Speed at continous power	NDAUERLEISTUNG	1/min	--					
Speed at overload power	NUEBERLEISTUNG	1/min	--					
Speed at fuel stop power	NBLOCKLEISTUNG	1/min	2100					
Air intake temperature	ANSAUGLUFTTEMP	grdC	25					
Altitude a.s.l.	HOEHEUEBERNN	m	400					
Raw water temperature	ROHWASSERTEMP	grdC	25					
Relative humidity	RELLUFTFEUCHTE	%	60					

(圖 18:16V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-5 )

Test Instruction								
Material No.: XZ599001-204721 V10.0		Order No.: 1204721 (CR)		Page 6 of 6				
<b>Acceptance to be witnessed by</b>								
CR-China Register								
<b>Remarks</b>								
All below listed tests are required for the 1. engine of the order only								
- Air borne noise measurement								
- Structure borne noise measurement								
- Vibration measurement								
Additional test req. customer request:								
- Emergency stop - by activating the stop button in idle speed								
- Start interlock - by dismantling one cover from flywheelhousing								
Information only:								
- Setpoint overspeed 2415rpm								
<b>Remarks for test report</b>								
Additional text for report 1	BERTXT1	-	Performance diagram XZ59500100044 / Alarm list XZ59500100026					
Additional text for report 2	BERTXT2	-	Test instruction XZ599003-204721					
Additional text for report 3	BERTXT3	-	MTU order no. 1204721					
Inspection report (e.g. Marine 1= MDEC /	PRUEFPROT1	-		2				
Inspection report (e.g. Gen 3=MDEC / 4=ADEC)	PRUEFPROT2	-		20				

(圖 19:16V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-6)


Test Instruction			<b>Page 1 of 6</b>					
Material No.:	XZ599001-204722 V6.0	Order No.:	1204722 (CR)					
Engine model:	20V 4000 M93L	Governor:	ADEC	Ext. heat exchanger:	NEIN			
Appl. group:	1DS	Frequency:						
Circuit:	TE	Emission regulation:	IMO TIER 2	Surveyor:	CR-China Register			
<b>Test Instructions</b>								
Acceptance test								
Power definition acc. ISO 3046								
<b>Operating fluids</b>								
Operating fluids: fuel: according DIN EN 590 / lube oil: MTU authorised products / coolant: according MTU-rule								
Release of operation fluids for test- and preservation run according MTV5073.								
<b>Setting and boundary conditions</b>								
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]
Air intake temperature (M / R / C&I / P)	T0_ECS	grdC		25	20	2		
Raw water temperatur before engine	TFWV_MOT	grdC		25	2	2		
Fuel temperatur	TK_ZU	grdC		25	2	2		
Exhaust back pressure max.	PAN_MOT	mbar		30	3	3		
<b>Guaranteed values</b>								
--								
<b>Measurements</b>								
Readings and observations to be recorded								
One measurement each to be carried out at the end of the respective operating period								
2019-07-29	6		Edit					bauerr
2019-07-29	5		Update reg. customer request					bauerr
2019-07-23	4		edit safety functions					kausch
2019-07-02	3		Measurements implemented					bauerr
2019-07-01	2		% sign attached					bauerr
Date	Revision		Comment					Name

Print-out 2019-07-31 07:57


(圖 20:20V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-1 )

Test Instruction			<b>Page 2 of 6</b>					
Material No.:	XZ599001-204722 V6.0	Order No.:	1204722 (CR)					
<b>Acceptance run</b>								
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]
Acceptance of the engine power								
Load step 1	PP_LEISTNW_1	kW	Idle Speed	0			500	300
Load step 2	PP_LEISTNW_2	kW	E1*	230			800	600
Load step 3	PP_LEISTNW_3	kW	E2*	430			975	600
Load step 4	PP_LEISTNW_4	kW	25%	1075			1320	1800
Load step 5	PP_LEISTNW_5	kW	50%	2150			1665	1800
Load step 6	PP_LEISTNW_6	kW	75%	3225			1910	1800
Load step 7	PP_LEISTNW_7	kW	90%	3870			2030	1800
Load step 8	PP_LEISTNW_8	kW	90%	3870			2030	1800
Load step 20	PP_LEISTNW_20	kW	100%	4300			2100	1800
Load step 21	PP_LEISTNW_21	kW	100%	4300			2100	1800
Load step 22	PP_LEISTNW_22	kW	100%	4300			2100	1800
Load step 23	PP_LEISTNW_23	kW	100%	4300			2100	1800
Load step 24	PP_LEISTNW_24	kW	100%	4300			2100	1800
Load step 25	PP_LEISTNW_25	kW	100%	4300			2100	1800


(圖 21:20V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-2 )

Test Instruction								
Material No.: XZ599001-204722 V6.0		Order No.: 1204722 (CR)		Page 3 of 6				
<b>Altered boundary conditions</b>								
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]
Altered boundary conditions								
Air intake temperature (M / R / C&I / P)	UL2_TO_ECS	grdC		45	0	2		
Raw water temperatur before engine	UL2_TFWW_MOT	grdC		32	2	2		
Fuel temperatur	UL2_TK_ZU	grdC		32	2	2		
Charge-air temperature before cylinder	UL2_TLV_ZECS	grdC		30	3	3		
Load step 31	PP_LEISTNW_Z1_60HZ	kW	100%	4300			2100	1800
Load step 32	PP_LEISTNW_Z2_60HZ	kW	100%	4300			2100	1800
<b>Engine Continous Rating / Speed Limitation Curve</b>								
Engine Continous Rating / Speed Limitation Curve								
Values for speed limitation curve are to be taken from the limitation values								
Governor test								
Governor test 1	N_NENN_P1	1/min		4300			2100	


(圖 22:20V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-3 )

Test Instruction								
Material No.: XZ599001-204722 V6.0		Order No.: 1204722 (CR)		Page 4 of 6				
<b>Functional test</b>								
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]
Test engine safety functions								
Number of starting procedures with el. starter	STARTSPIEL_E	-		8			500	
Test overspeed	SI_SSK	1/min	security shutdown	1			600	
Crankcase pressure ECS limit 1	SI_PKGH_L1	mbar	warning only	1			1200	
Crankcase pressure ECS limit 2	SI_PKGH_L2	mbar	security shutdown	1			1200	
Lube oil pressure limit 1	SI_PO_L1	bar	warning only	1			1200	
Lube oil pressure limit 2	SI_PO_L2	bar	security shutdown	1			1200	
Oil temperature limit 1	SI_TO_L1	grdC	warning only	1			1200	
Oil temperature limit 2	SI_TO_L2	grdC	reduction mode	2			1200	
Coolant temperature limit 1	SI_TMW_L1	grdC	warning only	1			1200	
Coolant temperature limit 2	SI_TMW_L2	grdC	reduction mode	2			1200	
Coolant pressure limit 1	SI_PMW_L1	bar	warning only	1			1200	
Coolant pressure limit 2	SI_PMW_L2	bar	reduction mode	2			1200	
Crankshaft bearing temperature limit 1	SI_TLAG_L1	grdC	warning only	1			1200	
Crankshaft bearing temperature limit 2	SI_TLAG_L2	grdC	security shutdown	1			1200	
Splash oil temperature limit 1	SI_TOSPO_L1	grdC	warning only	1			1200	
Splash oil temperature limit 2	SI_TOSPO_L2	grdC	security shutdown	1			1200	
Lube oil differential pressure limit 1	SI_DPO_L1	bar	warning only	1			1200	
Exhaust temperature (limit 1)	SI_TA1_L1	grdC	warning only	1			1845	
Exhaust temperature (limit 2)	SI_TA1_L2	grdC	reduction mode	2			1845	
Leak-off fuel limit	SI_K_LECK	-	warning only	1			0	

(圖 23:20V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-4 )

Test Instruction									
Material No.: XZ599001-204722 V6.0		Order No.: 1204722 (CR)			Page 5 of 6				
<b>Settings</b>									
Description	Variable	Unit	Remark	Target value	Value tol. +	Value tol. -	Speed [rpm]	Time [s]	
For the acceptance run the engine is to be set as follows:									
Power	P_NENN_1	kW	4300						
Speed 1	N_NENN_1	1/min	2100						
<b>Engine power</b>									
Continuous power	DAUERLEISTUNG	kW	--						
Overload power	UEBERLEISTUNG	kW	--						
Fuel stop power	BLOCKLEISTUNG	kW	4300						
Speed at continuous power	NDAUERLEISTUNG	1/min	--						
Speed at overload power	NUEBERLEISTUNG	1/min	--						
Speed at fuel stop power	NBLOCKLEISTUNG	1/min	2100						
Air intake temperature	ANSAUGLUFTTEMP	grdC	25						
Altitude a.s.l.	HOEHEUEBERN	m	400						
Raw water temperature	ROHWASSETEMP	grdC	25						
Relative humidity	RELUFTFEUCHTE	%	60						

(圖 24:20V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-5 )

Test Instruction									
Material No.: XZ599001-204722 V6.0		Order No.: 1204722 (CR)			Page 6 of 6				
<b>Acceptance to be witnessed by</b>									
CR-China Register									
<b>Remarks</b>									
All below listed tests are required for the 1. engine only									
- Air borne noise measurement									
- Structure borne measurement									
- Vibration measurement									
Additional test req. customer request									
- Emergency stop - by activating the stop button in idle speed									
- Start interlock - by dismantling one cover from flywheel housing									
Information only:									
- Setpoint overspeed 2415rpm									
<b>Remarks for test report</b>									
Additional text for report 1	BERTXT1	-	Performance diagram XZ59600100007 / Alarm list XZ59500100017						
Additional text for report 2	BERTXT2	-	Test instruction XZ599003-204721						
Additional text for report 3	BERTXT3	-	MTU order no. 1204721						
Inspection report (e.g. Marine 1=MDEC /	PRUEFPROT1	-		2					
Inspection report (e.g. Gen 3=MDEC / 4=ADEC)	PRUEFPROT2	-		20					

(圖 25:20V4000M93L MTU 提供廠試測試程序-6 )

## 肆、心得及建議

### 一、心得

為強化廠試過程之風險控管、危機處理及緊急應變，本分署於廠試前邀集中國驗船中心及專案管理公司至本分署說明相關事項並預擬相關議題進行討論，至德國廠試前又與 MTU 公司召開廠試前會議，確認相關施作項目及程序，充分瞭解廠試應準備事項及緊急應變作為。

於廠試前由該公司資深人員帶領我們參觀德國 MTU 主機廠區介紹歷史背景，並瞭解生產線、品管控制，為維護人員安全，進入廠區前強制要求穿戴工作帽及鋼頭式工作鞋，廠區內明顯區分工程車與行人路線，雖然每個品管區塊都有自動控制系統，但也有 1 至 2 個技師管控，於確認無誤後再交給下一區塊的技師，廠區內人員安全要求嚴格，品管流程井然有序，可為國內船廠學習之處。

本案為首型艦之主機廠試（FAT），測試過程及程序經專管公司與中國驗船中心確認後，均依契約要求及船級協會標準實施，測試結果如測試報告書均符合規範(圖 26 至圖 29)，經由本次廠試能親身體驗廠試程序，共同見證符合契約要求外，實地瞭解德國品管之標準作業流程，實為國內造船廠借鏡。

### 二、建議

本次廠試相關建議臚列如下：

#### (一)持續派員參加廠試

藉由參與本次廠試，可瞭解他國裝備廠家相關測試前準備方式、品管維護程序及設備性能等，未來若仍有規劃是類廠試，應持續派員參加廠試，甚至安排相關辦理相關業務(維修養護科)或外勤同仁參與，進而先行了解及體驗未來裝備的相關性能，有助於日後交船之使用及後續維保事宜。

#### (二)測試台螢幕提供英文對照表

廠試測試台之螢幕顯示為德文，雖不影響廠試數據結果，惟相關功能鍵仍須由 mtu 人員予以翻譯並逐一對照，建議後續廠試時提供英文對照表以供判讀。

#### (三)適度開放攜帶照相機或手機拍攝

MTU 工廠為管控自身商業機密，禁止攜帶照相機或手機入內拍攝或統一由 MTU 人員進行拍照，建議廠商應適度開放測試地點及人員予以照像，便於廠試紀錄。

#### (四)加設排氣分析偵測裝置

主機排煙狀況係以各測試台匯流總管方式排出，為能精確了解排煙情形，建議廠商研議於測試台排煙口加設排氣分析偵測裝置，俾利判斷排煙狀態。





