

مقدمه

شرکت صنایع پتروشیمی سبلان در نظر دارد تا با برگزاری مناقصه بین تولید کنندگان کاتالیست فرآیند Pre-Reforming اقدام به تامین کاتالیست رآکتور Pre-Reformer نماید. شرایط عملیاتی، مشخصات کاتالیست و رآکتور به شرح جداول ذیل می باشد.

۱- اطلاعات فرآیندی و شرایط عملیاتی رآکتور Pre-Reformer شرکت پتروشیمی سبلان

رآکتور پری ریفرمر به عنوان یک رآکتور آدیاباتیک و بستر ثابت (Adiabatic Fixed – Bed Reactor) که در بالا دست کوره ریفرمر قرار دارد، شناخته می شود. این رآکتور انعطاف پذیری در بروز تغییرات ترکیب درصد در خوراک گاز طبیعی و افزایش ظرفیت کلی واحد را تضمین می نماید. ترکیب درصد جریانات ورودی و خروجی این رآکتور به شرح جدول زیر می باشد.

جدول 1 - ترکیب درصد گاز ورودی و خروجی رآکتور (EOR-Rich Gas-Dry Basis)

Component	Inlet	Outlet
	(mol %)	(mol %)
Ar	63 ppm	48 ppm
By Products	7 ppm	0
C ₃ ⁺	2.72	0
C ₂ H ₆	5.28	0
CH ₃ OH	0.76	0
CH ₄	82.45	73.09
CO	0.20	0.12
CO ₂	1.17	6.87
H ₂	2.19	15.94
Higher Alcohols	0.04	0
N ₂	5.18	3.98
Total	100%	100%

H ₂ O Molar Flow	Kgmol/h	13080.7
-----------------------------	---------	---------

شرایط عملیاتی رآکتور ۲۰۰۳ (Pre-Reformer) در جدول شماره ۲ تشریح گردیده است.

جدول ۲ - شرایط عملیاتی رآکتور Pre-Reforming

Parameter	Inlet		Outlet	
	Min	Max	Min	Max
Vapor Fraction (Mole)	1		1	
Temperature (°C)	496	501	441	459
Pressure (Barg)	38.4		37.7	
Molar Flow (Kmol/h) (Dry Basis)	19656	20441	20672	21306
Mass Flow (Kg/h) (Dry Basis)	350259	367195	350259	367195
Density (Vapor) (Kg/M ³)	11.0	11.3	11.1	11.2

۲- حجم کاتالیست مورد نیاز

حجم کاتالیست مورد نیاز بر اساس پیشنهاد لایسنسور و با محاسبه ۵ درصد کاتالیست مازاد به شرح جدول زیر می باشد.

جدول ۳ - حجم مورد نیاز کاتالیست

Catalyst Volume (m ³)	Delivered Catalyst Volume (5% Excess) (m ³)
43.7	46

۳- مشخصات کاتالیست

خصوصیات کاتالیست مد نظر فروشنده می‌بایست توسط ایشان در قالب پیشنهاد فنی و بر مبنای موارد خواسته شده در جداول شماره ۴، ۵ و ۶ باشد. عدم ارائه اطلاعات دقیق و کامل خواسته شده، برای هر کدام از موارد جداول مذکور توسط فروشنده، باعث عدم تایید پیشنهاد فنی ایشان در مرحله‌ی ارزیابی فنی خواهد شد.

جدول ۴ - خصوصیات کاتالیست رآکتور Pre-Reforming

Composition	Pre-Reduced High and Stable Nickel Content Catalyst on a Special Carrier
	Fe = By Vendor Si Compound = By Vendor Na < 0.1 wt.%
Form	Pellets / Tablet
Bulk Density	By Vendor
Size	By Vendor
Side Crush Strength (N)	By Vendor
Type	Pre-Reduced
Catalyst Volume (Cubic Meter)	43.7 Provide 5% More for Spillage Losses During Loading.

جدول ۵ - خصوصیات رآکتور و بستر کاتالیست

Reactor Type	Axial
Bed Guaranteed Pressure Drop	By Vendor
CH₄ Content at Pre-Reformer Outlet (Dry Base) (mol%)	max: 76.42%

۴- شرایط عملکرد و ضمانت عملکردی مورد انتظار کاتالیست ارائه شده

با توجه به فرایند تولید متانول در شرکت صنایع پتروشیمی سبلان تاکید بر این است که تمام C_2^+ در رآکتور Pre-Reformer تبدیل به متان شده و ترکیبات سنگین تر از متان (بر اساس گارانتی عمر کاتالیست که توسط وندور اعلام می گردد) به پایین دست جریان نیابد.

جدول 6 - شرایط عملکرد مورد انتظار و ضمانت کاتالیست

Guaranteed Catalyst Life	By Vendor
Expected Lifetime	By Vendor
C_2^+ Conversion	100.00%

کاتالیست همچنین می بایست دارای مشخصات زیر باشد؛

- فعالیت و عملکرد پایدار و همچنین طول عمر مناسب.
- فعالیت بالای ناشی از توزیع مناسب و بهینه ی سایت های فعال نیکل و Pre-Reduced.
- تاب آوری بالا در برابر ترکیبات گوگردی و سایر سموم کاتالیستی.
- مقاوم در برابر هیدروکربن های سنگین و نشست کربن.
- افت فشار پایین.

۵- بازرسی و آزمایش های مورد نیاز کاتالیست در حین ساخت و در زمان تحویل

در خصوص بازرسی و آزمایش های مورد نیاز بر روی کاتالیست درخواست شده در حین ساخت، با توجه به اینکه کاتالیست در کارخانه فروشنده تولید می گردد می بایست استانداردهای تولید توسط فروشنده رعایت گردد. همچنین فروشنده ملزم به تضمین اصالت کاتالیست تولیدی خود از نقطه نظر فیزیکی و شیمیایی، مطابق اسناد فنی و آنچه که در جدول های شماره ۴، ۵ و ۶ این قرارداد که در پیشنهاد فنی خود اعلام می کند، می باشد.

فروشنده موظف است در مراحل مختلف تولید، اقدام به نمونه برداری و انجام آزمایش های لازم نماید و نتیجه آنالیزهای انجام شده را در بازدیدهای دوره ای که خریدار از خط تولید فروشنده به عمل می آورد و یا مطابق نظر خریدار در هر زمان که تشخیص دهد، به رویت خریدار رسانده و تایید ایشان را دریافت نماید. همچنین خریدار در هنگام تحویل کاتالیست ساخته شده، آزمایش های لازم را جهت راستی آزمایی یا سلامت کالا مطابق آنچه در ITP قرارداد تنظیم می گردد، در آزمایشگاه ثالث انجام داده و در صورت مغایرت مشخصات فیزیکی و یا شیمیایی با اسناد فنی و نتایج آزمایشات اعلام شده به خریدار (و آنچه که فروشنده در جدول های شماره ی ۴ و ۵ پیوست چهارم در غالب پیشنهاد فنی خود اعلام می نماید که به تایید بخش فنی خریدار نیز رسیده است) ، مطابق ضمانت اصالت سلامت کالا و صرف و صلاح سازمان خود اقدام می نماید.

بازدیدهای دوره ای خریدار به شرح ذیل صورت می پذیرد که در این خصوص فروشنده موظف به هماهنگی و همکاری لازم با خریدار می باشد:

- بازدید از انبار مواد اولیه و تجهیزات خط تولید و آزمایشگاهی.
- بازدیدهای متناوب و پیوسته و گاهاً بدون هماهنگی قبلی از مراحل تولید کاتالیست: خریدار نسبت به بازدید از خط تولید و کاتالیست های تولید شده اقدام می نماید که در این خصوص فروشنده موظف به ارائه نتایج آزمایش ها و آنالیزهای صورت پذیرفته به خریدار می باشد.
- همچنین در خصوص تجهیزات آزمایشگاهی، تولید کننده می بایست اسناد کالیبراسیون دوره ای دستگاه های GC و سایر تجهیزات آزمایشگاهی از جمله دستگاه تست استحکام و... و همچنین ترکیب درصد سیلندرهای گاز استاندارد به همراه استانداردهای لازم آنالیتیکال را ارائه کند.
- در صورت لزوم آزمایشگاه مورد نظر خریدار جهت انجام تست های فیزیکی و شیمیایی کالای تولید شده توسط فروشنده، مشخص می شود.

فروشنده می‌بایست یک تیم از پرسنل مجرب و مسلط خود را به منظور ارائه دستورالعمل بارگذاری و نظارت بر عملیات بارگذاری کاتالیست تولید شده را معرفی و در زمان بارگذاری به سایت شرکت پتروشیمی سبلان اعزام نماید، و صورت جلسه‌ای با محتوای تایید مراحل بارگذاری کاتالیست بین طرفین خریدار و فروشنده تدوین می‌گردد.

Pre-Reforming Catalyst Specifications

Pre-Reforming Catalyst to be specified based on parameters referred in this report. Inlet and outlet flow and catalyst physical and chemical specifications are defined as below. Catalyst Performance to be evaluated in accordance to **HOLDOR TOPSOE AR-401 pre-reforming catalyst**.

Reactor Inlet and Outlet Stream Specifications

The composition of NG of inlet and outlet of pre-reforming reactor in SOR is mentioned as below table, other impurities are also shown in the table. The manufacturer of the catalyst must declare the specifications of the outlet gas produced in SOR and EOR based on the specifications of the inlet gas.

Component	Inlet		Outlet	
	Wet Basis (mol %)	Dry Basis (mol %)	Wet Basis (mol %)	Dry Basis (mol %)
Ar	22 ppm	63 ppm	21 ppm	48 ppm
By Products	2.5 ppm	7 ppm	0	0
C3+	0.96	2.72	0	0
C2H6	1.87	5.28	0	0
CH3OH	0.27	0.76	0	0
CH4	29.07	82.45	31.81	73.09
CO	0.07	0.20	0.05	0.12
CO2	0.41	1.17	2.99	6.87
H2	0.77	2.19	6.94	15.94
Higher Alcohols	0.01	0.04	0	0
N2	1.82	5.18	1.73	3.98
Water	64.75	0	56.47	0
Total	100%	100%	100%	100%

Parameter	Inlet	Outlet
Vapor Fraction (Mole)	1	1
Temperature	500	459
Pressure	38.4	37.7
Molar Flow	20203	21306
Mass Flow	367195	367195
Density (Vapor)	11.3	11.1

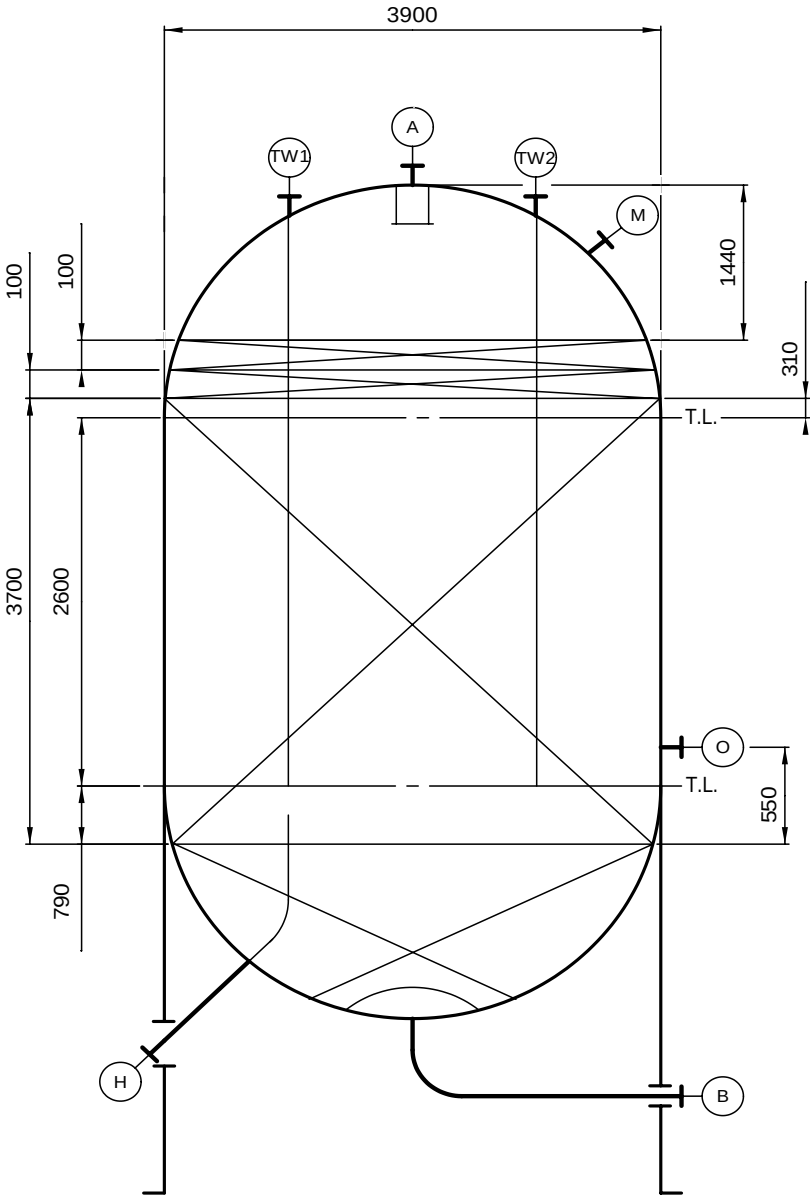
Catalyst physical and chemical specifications

Catalyst physical and chemical specifications are as table below.

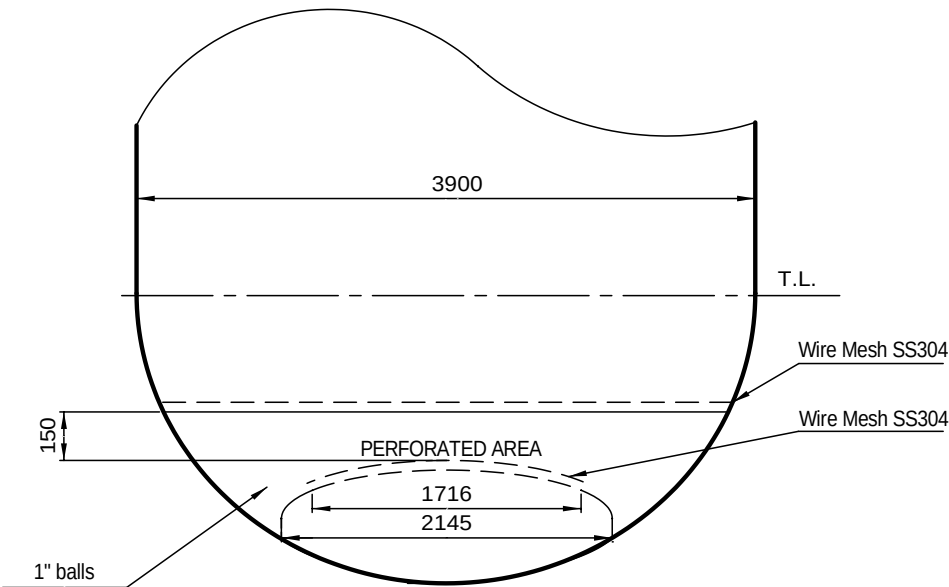
Composition	Pre-Reduced High and Stable Nickel Content Catalyst on a Special Carrier.
Form	Pellets
Bulk Density	By Vendor
Operating Temperature Range	By Vendor
Heat Stability	By Vendor
Space Velocity	By Vendor
Size	By Vendor
Void Fraction	By Vendor
Side Crush Strength (N)	By Vendor
Type	Pre-Reduced

Dena Petrochemical Industry Co 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran		HALDOR TOPSØE Document ID S-02824 Job No. 4350471-52 Doc. No. 2 Rev.			
Prereformer		Page 1 of 7		Item No. R 2003	
Process Specification for R 2003 Prereformer					
Revision	Description	Date	Made By	Chd. By	Appd. By
0	First Issue	24-Nov-2009	HELR	LOJ	ST
1	General Revision	18-Feb-2010	CPG	LOJ	ST
2	Revised as Indicated	13-Jan-2011	LOJ	ST	ST
Information contained herein is confidential; it may not be used for any purpose other than for which it has been issued, and may not be used by or disclosed to third parties without written approval of Haldor Topsøe A/S.					
RESEARCH TECHNOLOGY CATALYSTS					

Dena Petrochemical Industry Co 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran				HALDOR TOPSØE 					
				Document ID S-02824		4350471-52		2	
				Job No.		Doc. No		Rev.	
Prereformer				Page 2 of 7		Item No.		R 2003	
Datasheet for Fixed Bed Vertical Reactor									
General Equipment Information									
Design case		EOR - Rich Gas							
Location		Outdoor							
Reference Documents									
Catalyst specification									
Specification of reactor filling materials									
Operating Data									
Inlet									
Temperature		500		°C		Pressure		38,4 bar g	
Gas flow		367195		kg/h		Gas density		11,3 kg/m³	
Gas mole weight		18,18		kg/kmol					
Outlet									
Temperature		459		°C		Pressure		37,7 bar g	
Gas flow		367195		kg/h		Gas density		11,1 kg/m³	
Gas mole weight		17,23		kg/kmol					
Reactor Vessel									
Mechanical Design Conditions									
Fluid description		Process Gas							
Design temperature (max.)		550		°C		Design pressure (max.)		46 bar g	
Design H ₂ partial pressure		3		bar a					
Vessel									
Inner diameter		3900		mm		Tangent to tangent distance		2600 mm	
Construction code		ASME Sec. VIII Div. 1 or 2				Stress relieving		According to code	
Construction material		2.25 Cr 1 Mo				Corrosion allowance		3 mm	
Insulation purpose		Hot				Insulation thickness		mm	
Top head type		Spherical				Bottom head type		Spherical	
Temper embrittlement is to be considered. Reference is made to HTAS Standard 4-1361/E, paragraph 3.10.									
Catalyst Bed									
Reactor Inlet Arrangement									
Type		1)		Gas distributor		HTAS standard		4-1328/E	
Layers (from Top)									
Description		Size		Volume		Unit		Height Unit Rem.	
Alumina balls		1"		1,1		m³		100 mm	
Alumina balls		1/2"		1,2		m³		100 mm	
AR-401		11*6 mm pellets		43,7		m³		3700 mm	
Alumina balls		1"		4,2		m³		150 mm	
Catalyst Bed Support									
Type		Ellipsoidal dish		HTAS standard		3-1998/E			
Ellipsoidal dish diameter		2145 mm		Perforated dish diameter		1716 mm			
Design Load for Catalyst Bed Support									
Catalyst/inert weight		78700 kg		Total design weight (as load)		0,6 bar			
Design pressure drop		0,7 bar		Total design load		1,4 bar			
Nozzles and Connections									
Ref.		No.		Size		Rating		Face Description	
A		1		30"				Process Gas Inlet	
B		1		30"				Process Gas Outlet	
H		1		12"				Handhole	
M		1		24"				Manhole	
O		1		2"				Sample connection	
2 TW1-2		2		2"				Thermowell	
Information contained herein is confidential; it may not be used for any purpose other than for which it has been issued, and may not be used by or disclosed to third parties without written approval of Haldor Topsøe A/S.									
RESEARCH TECHNOLOGY CATALYSTS									



All sketch measurements are indicated in mm.

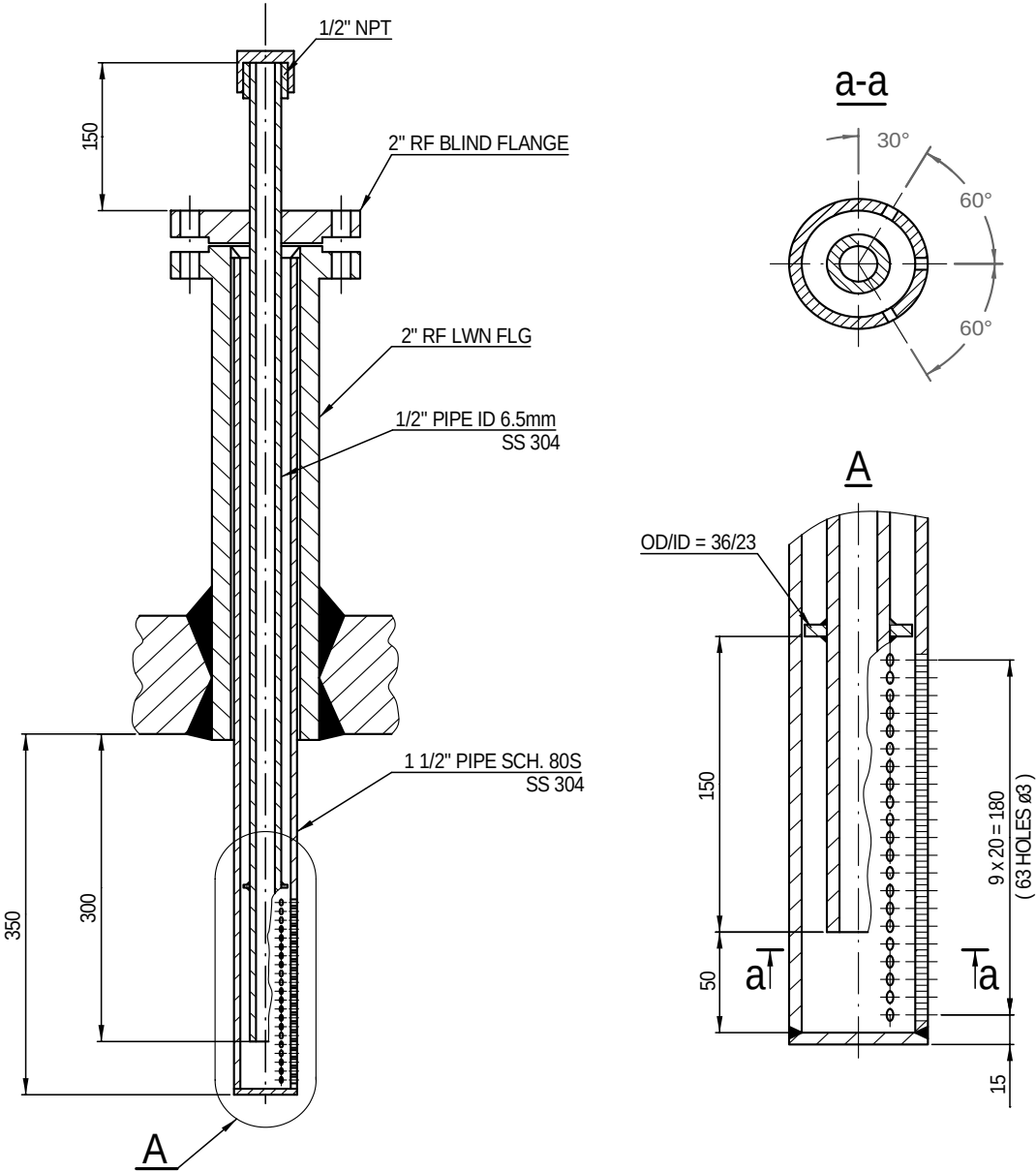


- NOTES:
- 1. SS 304 WIRE MESH ON ELLIPSOIDAL DISH: DOUBLE LAYER OF WIRE MESH: 10x10 mm OPENING, WIRE $\varnothing$ 2 mm
 - 2. PERFORATION OF ELLIPSOIDAL DISH: $\varnothing$ 20, PITCH $\square$ 33
 - 3. SS 304 WIRE MESH ON 1" BALLS: 3x3 mm OPENING, WIRE $\varnothing$ 1 mm.
 - 4. SIZE OF WIRE MESH ON BALLS: REACTOR INNER DIAMETER + 100 mm

All sketch measurements are indicated in mm.

Prereformer

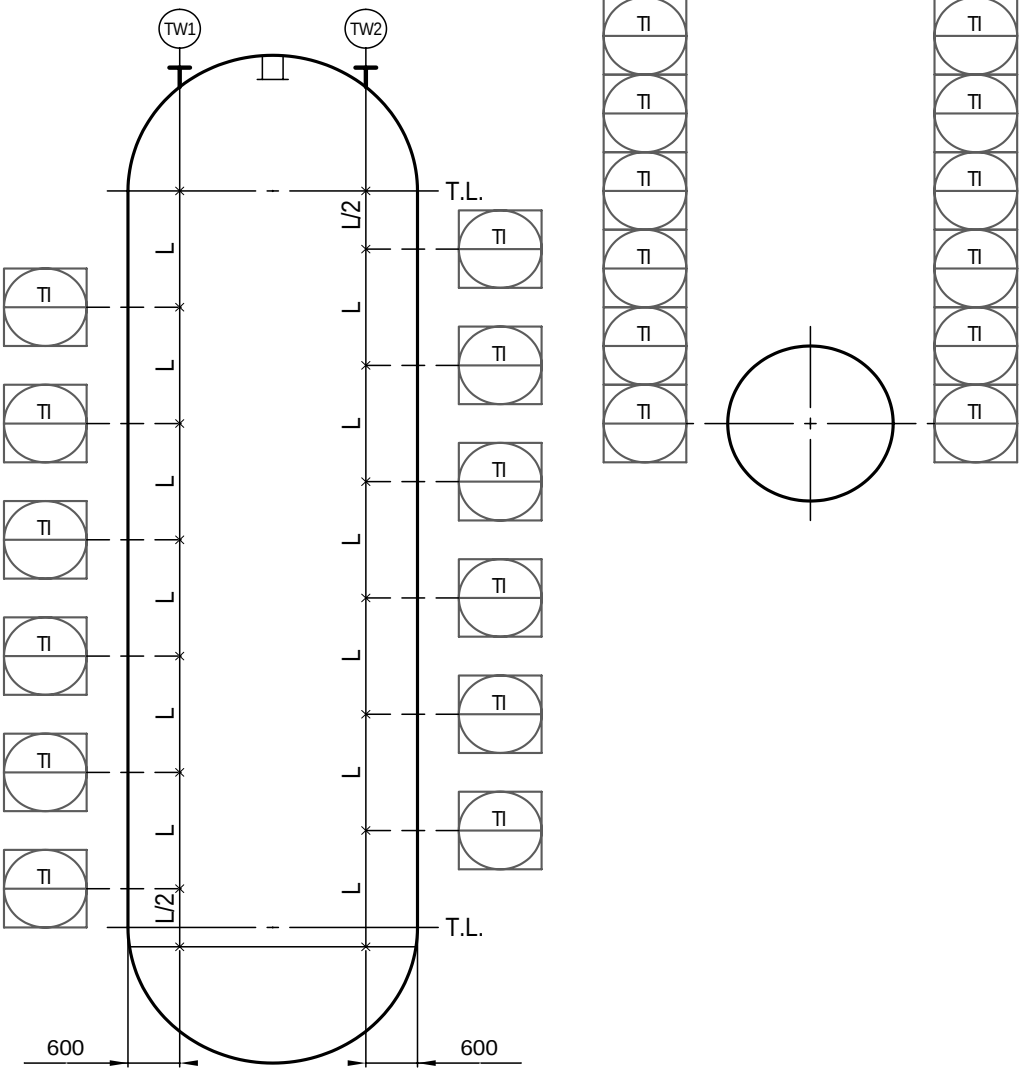
SAMPLE CONNECTION



All sketch measurements are indicated in mm.

Prereformer

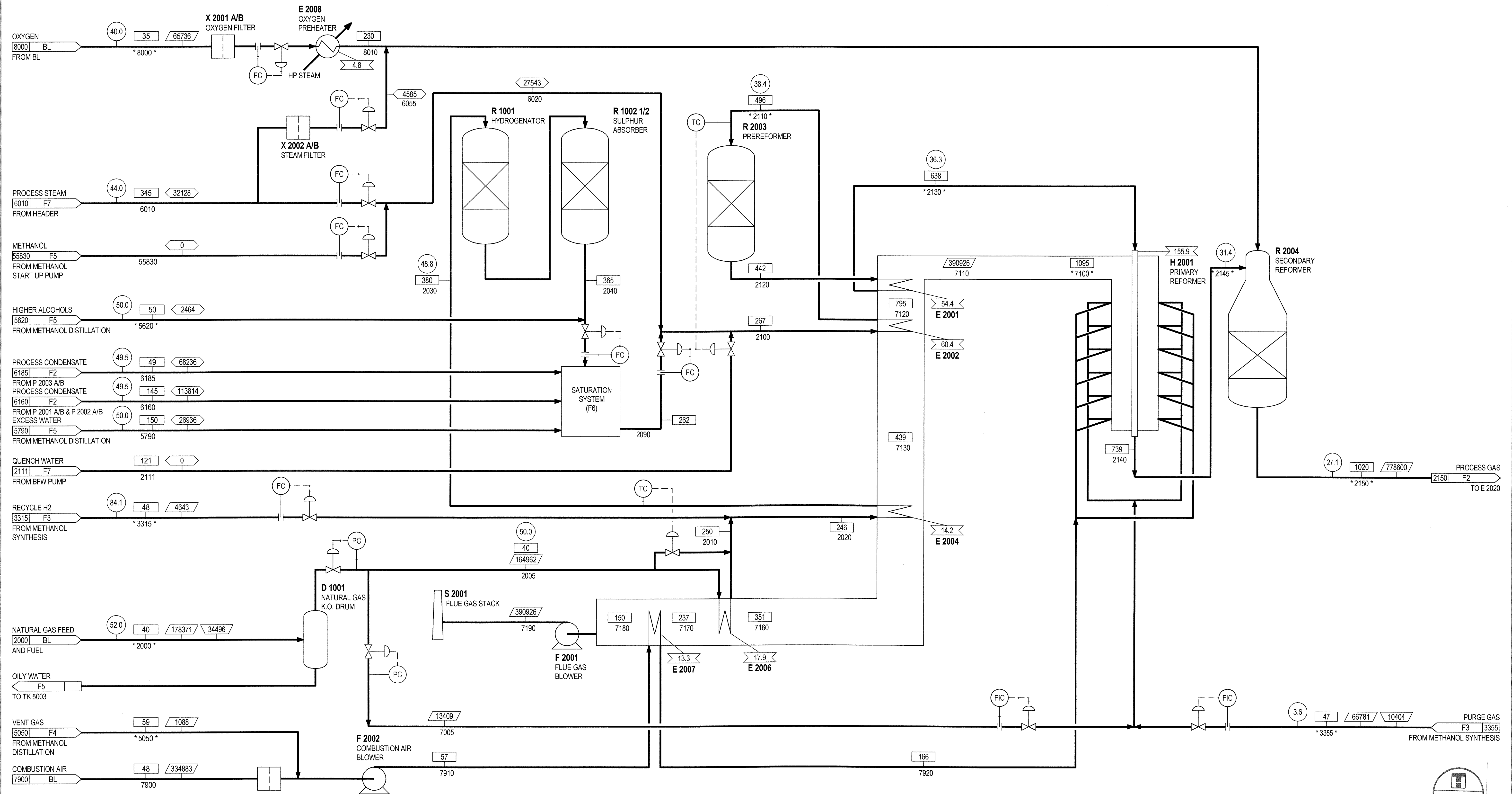
Page	Item No.
7 of 7	R 2003



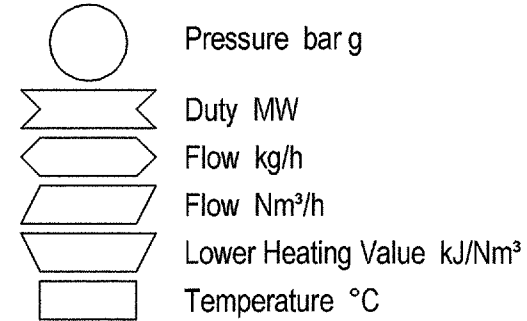
D is Diameter of Reactor Vessel
H is Height of Catalyst Bed

$$L = \frac{2 \times H}{13} = 570$$

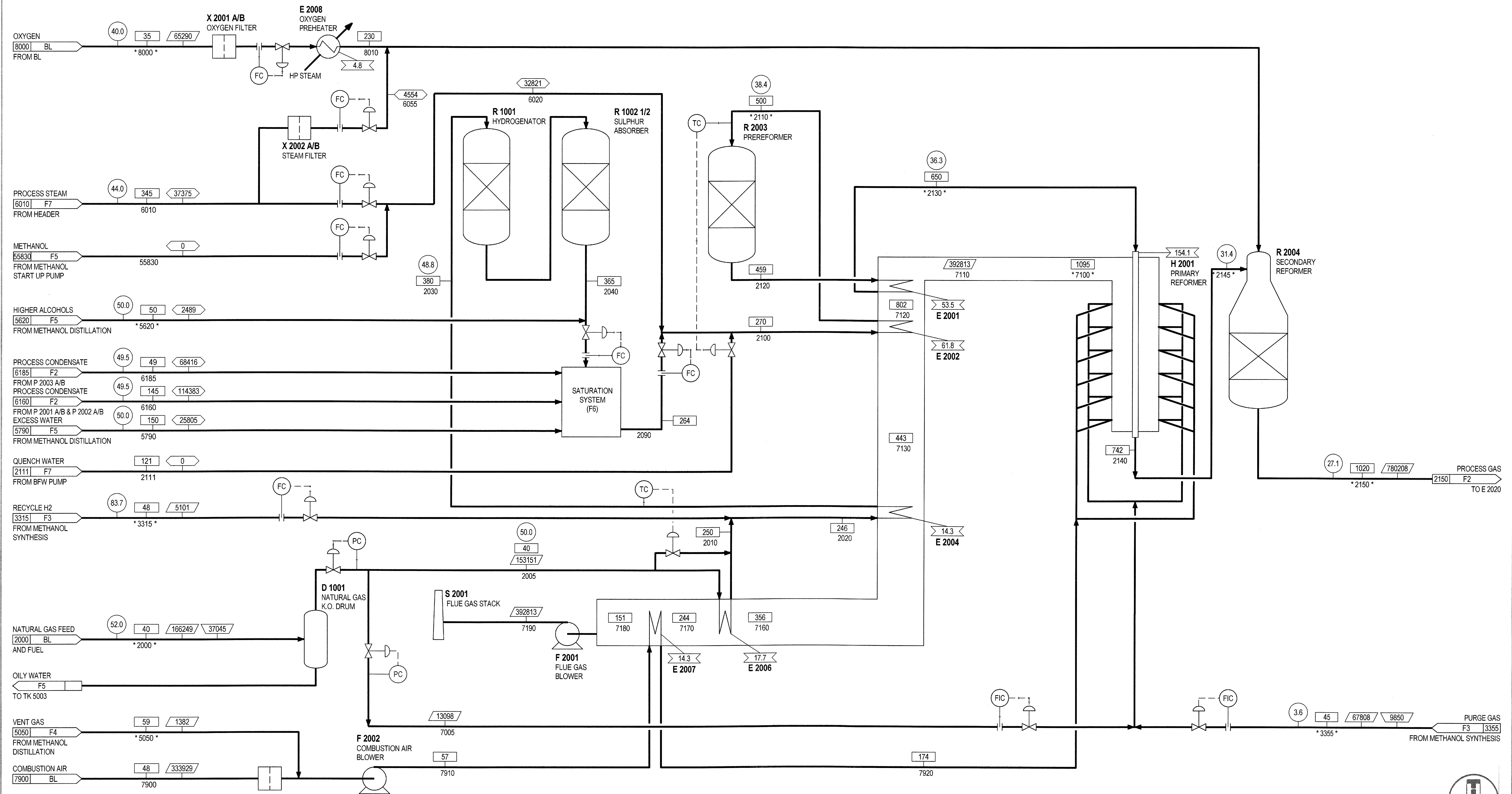
All sketch measurements are indicated in mm.



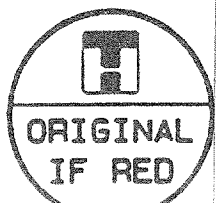
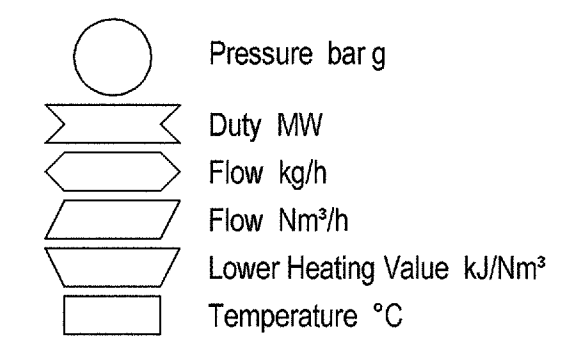
STREAMS	* 2000 *		* 2110 *		* 2130 *		* 2145 *		* 2150 *		* 3315 *		* 3355 *		* 5050 *		* 5620 *		* 7100 *		* 8000 *	
	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %
COMP.																						
Ar			9	54 ppm	9	46 ppm	9	25 ppm	137	0.02	9	0.20	128	0.19	10	1.13			3041	1.07	128	0.19
Byproducts			1	6 ppm							1	0.02	181	0.27								
C2H6	785	0.44	726	0.42											3	0.31	1173	95.19				
C3H8	410	0.23	379	0.22											6	0.63						
CH3OH			1205	0.70							31	0.67	922	1.38								
CH4	169453	95.00	156938	91.79	153220	76.42	106157	29.06	3579	0.65	228	4.91	3325	4.98	23	2.56						
CO			198	0.12	124	0.06	23531	6.44	118256	21.51	185	3.98	2598	3.89								
CO2	583	0.33	925	0.54	8673	4.33	32330	8.85	40182	7.31	296	6.38	5882	8.81	804	90.87			26176	9.21		
H2			3470	2.03	31390	15.66	196237	53.71	380612	69.22	3417	73.62	47102	70.61	32	3.65						
Higher Alcohols			59	0.03								1 ppm										
N2	7135	4.00	7073	4.14	7073	3.53	7073	1.94	7077	1.29	474	10.22	6587	9.87	7	0.83	59	4.81				
O2																						
H2O	5		287151		272994		202272		228757		2		56		203		797		249003	87.64	3	50 ppm
DRY	178366	100.00	170984	100.00	200490	100.00	365336	100.00	549843	100.00	4640	100.00	66725	100.00	885	100.00	1232	100.00	5914	2.08	65605	99.81
TOTAL	178371		458134		473483		567609		778600		4643		66781		1088		2029		390926		65736	
MOLE WEIGHT	16.74		17.51		16.94		14.13		13.14		9.36		10.63		37.18		27.23		26.51		32.01	



Calc No's: 1411350		Layout: L7		Case: C1	
		PFF: F1-Reforming rev2		Name: PFD1-Reforming	
Rev	Description	Date	Made By	Checker	Approver
1	General Revision	30-Nov-2011	TSH	LOJ	ST
2	First Issue	22-Jan-2010	TSH	LOJ	ST
3		21-Oct-2009	TSH	LOJ	
HALDOR TOPSØE A/S DK-2800 LYNGBY, DENMARK					
Dena Petrochemical Industry Company 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran		Doc/Grp	F1		
EOR - Lean Gas Desulphurization and Reforming		Job	S-02824	Doc/No	1350038



STREAMS	* 2000 *		* 2110 *		* 2130 *		* 2145 *		* 2150 *		* 3315 *		* 3355 *		* 5050 *		* 5620 *		* 7100 *		* 8000 *	
COMP.	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %
Ar			10	63 ppm	10	48 ppm	10	27 ppm	137	0.02	10	0.20	127	0.19	12	1.06			3032	1.05	127	0.19
Byproducts			1	7 ppm							1	0.02	179	0.26								
C3+	4721	2.84	4349	2.72											4	0.32						
C2H6	9144	5.50	8423	5.28																		
CH3OH			1216	0.76							36	0.71	1037	1.53			1179	94.60				
CH4	142642	85.80	131643	82.45	151916	73.08	105088	28.44	3496	0.64	243	4.76	3231	4.77	18	1.63						
CO			312	0.20	254	0.12	25951	7.02	121106	22.00	298	5.84	3814	5.63	7	0.60						
CO2	1425	0.86	1869	1.17	14293	6.88	35424	9.59	41861	7.60	464	9.09	8506	12.56	1052	93.62			31063	10.73		
H2			3496	2.19	33152	15.95	194767	52.71	375661	68.24	3441	67.52	43207	63.77	24	2.14						
Higher Alcohols			67	0.04																		
N2	8312	5.00	8263	5.18	8263	3.97	8263	2.24	8266	1.50	605	11.86	7645	11.29	7	0.62			67	5.40		
O2																						
H2O	5		293190		269683		201724		229681		3		62		258		793		249491	86.18	3	50 ppm
DRY	166244	100.00	159648	100.00	207887	100.00	369502	100.00	550527	100.00	5098	100.00	67746	100.00	1124	100.00	1246	100.00	289483	2.04	65160	99.81
TOTAL	166249		452839		477571		571227		780208		5101		67808		1382		2039		392813		65290	
MOLE WEIGHT	18.57		18.18		17.23		14.41		13.36		11.40		13.03		37.93		27.37		26.80		32.01	

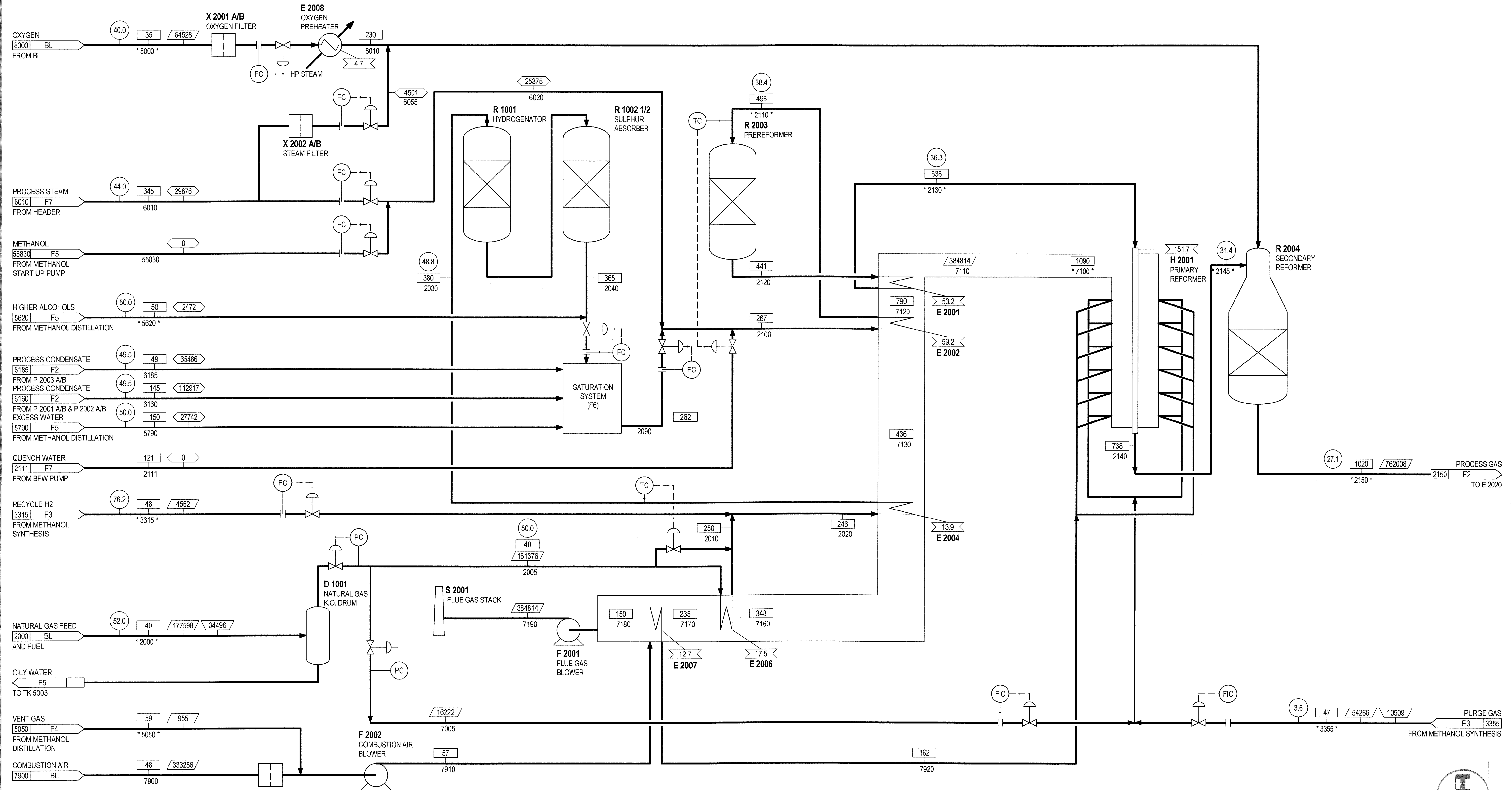


Calc No's: 1411354 Layout: L7 Case: C3
PFF: F1-Reforming rev2 Name: PFD1-Reforming

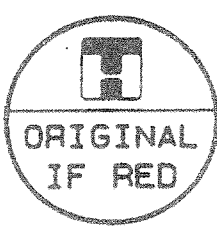
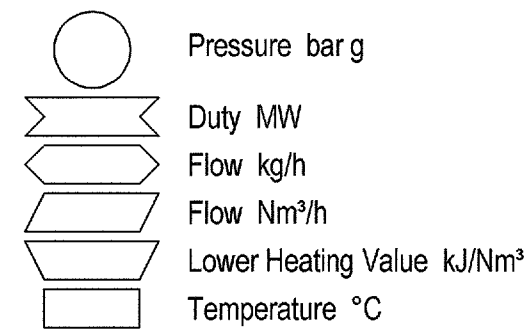
Final Issue	30-Nov-2011	TSH		
General Revision	22-Jan-2010	TSH	LOJ	ST
First Issue	21-Oct-2009	TSH	LOJ	

Rev	Description	Date	Made By	Checker	Approver
1	HALDOR TOPSØE A/S DK-2800 LYNGBY, DENMARK				
2	Dena Petrochemical Industry Company				
3	5,000 MTPD Methanol Plant				
4	Bandar Assaluyeh, Iran				

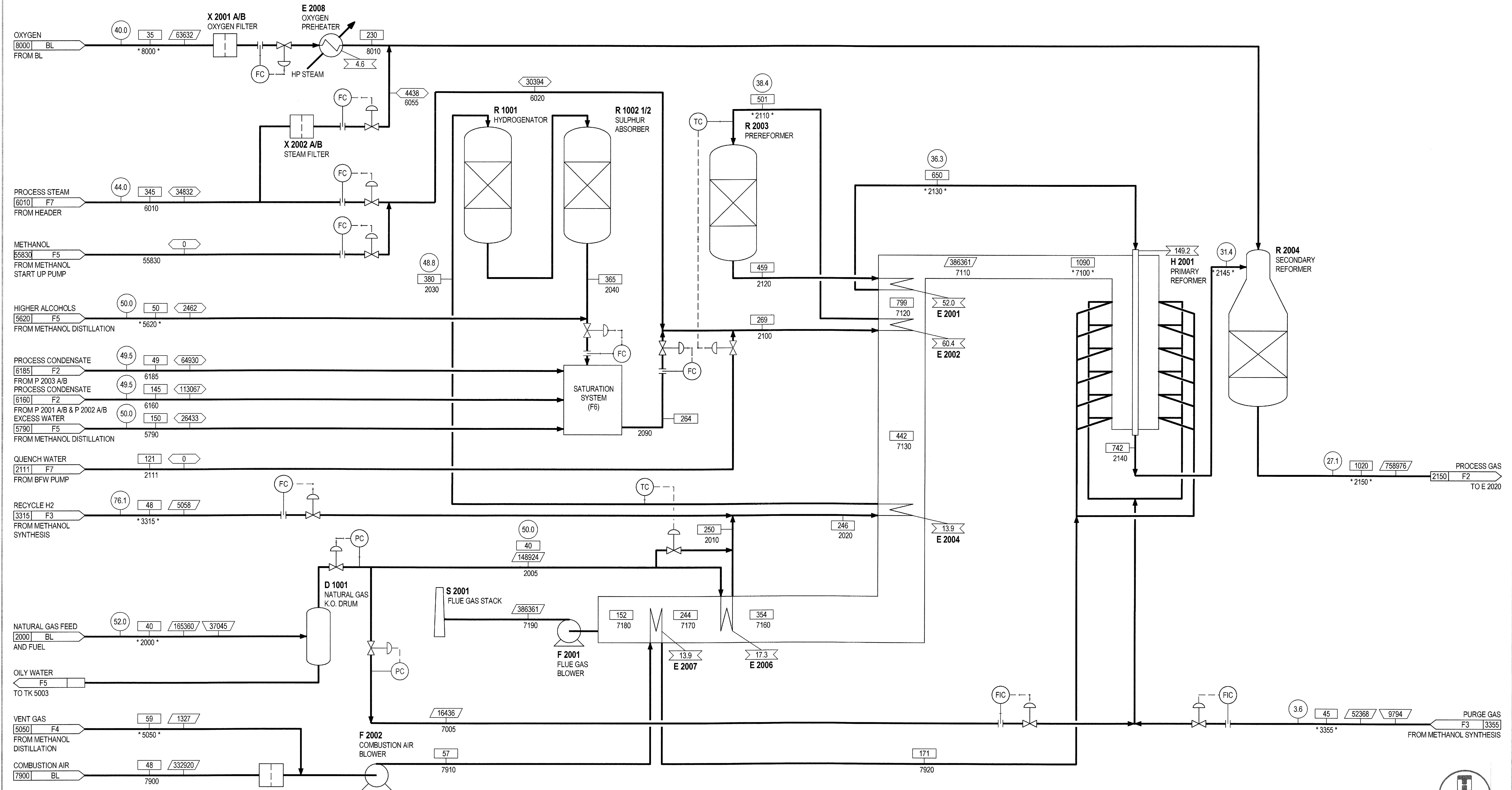
Doc No	41	F1
Job	S-02824	Doc No
EOR - Rich Gas		1350052
Desulphurization and Reforming		



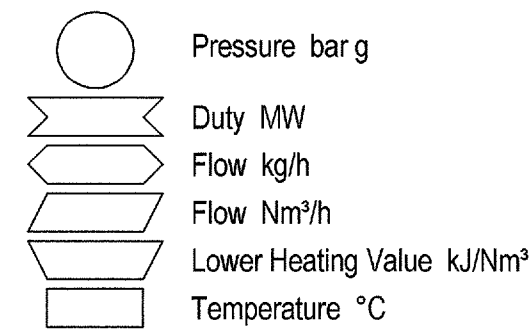
STREAMS	* 2000 *		* 2110 *		* 2130 *		* 2145 *		* 2150 *		* 3315 *		* 3355 *		* 5050 *		* 5620 *		* 7100 *		* 8000 *	
COMP.	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %
Ar			11	65 ppm	11	55 ppm	11	30 ppm	137	0.03	1	0.02	181	0.33	9	1.17			3025	1.07	126	0.19
Byproducts			1	6 ppm																		
C₂H₆	781	0.44	710	0.42																		
C₃H₈	408	0.23	371	0.22																		
CH₃OH			1208	0.72							33	0.72	805	1.48	2	0.31	1175	94.96				
CH₄	168719	95.00	153567	91.79	149950	76.44	104149	29.20	3487	0.65	263	5.77	3192	5.89	28	3.59						
CO			105	0.06	119	0.06	22748	6.38	115606	21.49	92	2.02	1073	1.98	3	0.38						
CO₂	581	0.33	871	0.52	8385	4.28	31558	8.85	39361	7.32	257	5.63	4300	7.93	691	88.86			25543	9.05		
H₂			3395	2.03	30662	15.63	191238	53.60	372228	69.20	3342	73.30	38099	70.28	35	4.45						
Higher Alcohols			62	0.04								2 ppm				2 ppm						
N₂	7104	4.00	7016	4.19	7016	3.58	7016	1.97	7019	1.31	561	12.30	6442	11.88	9	1.21	62	5.04				
O₂																			247794	87.79	3	50 ppm
H₂O	5		280982		267211		198236		224170		2		49		178		794	2.09	5886	64399	99.81	
DRY	177592	100.00	167318	100.00	196144	100.00	356720	100.00	537839	100.00	4559	100.00	54217	100.00	777	100.00	1236	100.00	102566	100.00	64528	100.00
TOTAL	177598		448299		463354		554956		762008		4562		54266		955		2031		384814		64528	
MOLE WEIGHT	16.74		17.51		16.94		14.15		13.15		9.23		10.49		36.65		27.28		26.57		32.01	



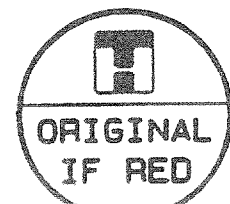
Calc No's: 1411352		Layout: L7		Case: C2	
		PFF: F1-Reforming rev2		Name: PFD1-Reforming	
☐					
☐					
☒	Final Issue	30-Nov-2011	TSH		
☐	General Revision	22-Jan-2010	TSH	LOJ	ST
☒	First Issue	21-Oct-2009	TSH	LOJ	
Rev	Description	Date	Made By	Checker	Approver
 HALDOR TOPSØE A/S DK-2800 LYNGBY, DENMARK					
Dena Petrochemical Industry Company 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran		Doc Grp 41	F1		
SOR - Lean Gas Desulphurization and Reforming		Job S-02824	Doc No 1350045	Rev 2	



STREAMS	* 2000 *		* 2110 *		* 2130 *		* 2145 *		* 2150 *		* 3315 *		* 3355 *		* 5050 *		* 5620 *		* 7100 *		* 8000 *	
	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %	Nm³/h	mole %
Ar			13	81 ppm	13	62 ppm	13	35 ppm	137	0.03	13	0.25	124	0.24	12	0.02			3020	1.05	124	0.19
Byproducts			1	8 ppm							1	0.02	178	0.34	12	1.08						
C3+	4696	2.84	4229	2.72																		
C2H6	9095	5.50	8191	5.27																		
CH3OH			1160	0.75							39	0.76	900	1.72	3	0.32	1121	94.31				
CH4	141879	85.80	128069	82.46	147726	73.03	102351	28.51	3387	0.63	295	5.84	3065	5.86	23	2.11						
CO			165	0.11	245	0.12	25036	6.97	117653	21.98	151	2.99	1504	2.88	4	0.32						
CO2	1417	0.86	1816	1.17	13799	6.82	34384	9.58	40732	7.61	449	8.89	6649	12.71	1004	93.06			30164	10.48		
H2			3399	2.19	32272	15.96	188985	52.65	365212	68.22	3347	66.22	32462	62.04	24	2.25						
Higher Alcohols			68	0.04							2 ppm		3 ppm		2 ppm							
N2	8268	5.00	8206	5.28	8206	4.06	8206	2.29	8210	1.53	760	15.03	7432	14.21	9	0.84	68	5.69				
O2																						
H2O	5		285203		262386		196424		223645		3		54		248		860		248715	86.43	3	50 ppm
DRY	165355	100.00	155316	100.00	202262	100.00	358975	100.00	535331	100.00	5056	100.00	52314	100.00	1079	100.00	1188	100.00	287779	100.00	63632	100.00
TOTAL	165360		440520		464647		555399		758976		5058		52368		1327		2049		386361		63632	
MOLE WEIGHT	18.57		18.18		17.23		14.42		13.36		11.59		13.41		37.79		26.93		26.87		32.01	



Calc No's: 1411356		Layout: L7		Case: C4	
		PFF: F1-Reforming rev2		Name: PFD1-Reforming	
Rev	Description	Date	Made By	Checker	Approver
1	Final Issue	30-Nov-2011	TSH		
2	General Revision	22-Jan-2010	TSH	LOJ	ST
3	First Issue	21-Oct-2009	TSH	LOJ	
HALDOR TOPSØE A/S DK-2800 LYNGBY, DENMARK					
Dena Petrochemical Industry Company 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran		Doc No	41		
SOR - Rich Gas Desulphurization and Reforming		Job	S-02824		
		Doc No	1350059		



Dena Petrochemical Industry Co 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran		HALDOR TOPSØE 			
		Document ID S-02824		4350267-43	
		Job No.		Doc. No	
		Page 1 of 86		Item No.	
Stream Table					
Stream Table for Case C3 EOR - Rich Gas					
Revision	Description	Date	Made By	Chd. By	Appd. By
0	First Issue	26-Oct-2009	HELR		
1	General Revision	28-Jan-2010	LOJ	ST	ST
Information contained herein is confidential; it may not be used for any purpose other than for which it has been issued, and may not be used by or disclosed to third parties without written approval of Haldor Topsøe A/S.					
RESEARCH TECHNOLOGY CATALYSTS					

Page 7 of 86

Total Stream

Liquid Phase

Total Stream Composition

Stream no. 2120

Vapor Phase

Total Stream Composition

Feed stream composition					
	Component Name and HTAS No.	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Argon	49 ppmw	18	21 ppm	0
	Carbon Dioxide	7,64	28064	2,99	638
	Carbon Monoxide	0,09	318	0,05	11
	Hydrogen	0,81	2982	6,94	1479
	Methane	29,61	108733	31,81	6778
	Nitrogen	2,81	10326	1,73	369
	Water	59,03	216755	56,47	12032

Dena Petrochemical Industry Co 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran		HALDOR TOPSØE 			
		Document ID S-02824		4350271-43	
		Job No.		Doc. No	
		Page 1 of 143		Item No.	
Stream Table					
Stream Table for Case C1 EOR - Lean Gas					
Revision	Description	Date	Made By	Chd. By	Appd. By
0	First Issue	26-Oct-2009	HELR		
1	General Revision	28-Jan-2010	LOJ	ST	ST
Information contained herein is confidential; it may not be used for any purpose other than for which it has been issued, and may not be used by or disclosed to third parties without written approval of Haldor Topsøe A/S.					
RESEARCH TECHNOLOGY CATALYSTS					

Page 17 of 143

Total Stream

Vapor Phase						
Mass flow	357981	kg/h	Molar flow	20441	kmol/h	
Normal volume flow	458170	Nm³/h	Molecular weight	17,51	kg/kmol	
Density	17,5	kg/m³	Viscosity	0,019	cP	
Specific Enthalpy	-2332	kcal/kg	Specific gravity air	0,6046	1/1 (Dimless)	
Thermal conductivity	0,049	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	0,664	kcal/kg/°C	
Heat capacity ratio	1,1912	1/1 (Dimless)	Compressibility	0,9393	1/1 (Dimless)	

	Component Name	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Argon	46 ppmw	16	20 ppm	0
	Byproducts	6.3 ppmw	2	2.1 ppm	0
	C2+	0,48	1720	0,24	49
	Carbon Dioxide	0,51	1817	0,20	41
	Carbon Monoxide	0,07	248	0,04	9
	Higher Alcohols	0,04	147	0,01	3
	Hydrogen	0,09	312	0,76	155
	Methane	31,38	112338	34,26	7002
	Methanol	0,48	1723	0,26	54
	Nitrogen	2,47	8841	1,54	316
	Water	64,48	230815	62,68	12812

Total Stream

Vapor Phase						
	Mass flow	357981	kg/h	Molar flow	20441	kmol/h
	Normal volume flow	458170	Nm³/h	Molecular weight	17,51	kg/kmol
	Density	11	kg/m³	Viscosity	0,026	cP
	Specific Enthalpy	-2187	kcal/kg	Specific gravity air	0,6046	1/1 (Dimless)
	Thermal conductivity	0,075	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	0,647	kcal/kg/°C
	Heat capacity ratio	1,2086	1/1 (Dimless)	Compressibility	0,9835	1/1 (Dimless)

	Component Name	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Argon	46 ppmw	16	20 ppm	0
	Byproducts	6.3 ppmw	2	2.1 ppm	0
	C2+	0,48	1720	0,24	49
	Carbon Dioxide	0,51	1817	0,20	41
	Carbon Monoxide	0,07	248	0,04	9
	Higher Alcohols	0,04	147	0,01	3
	Hydrogen	0,09	312	0,76	155
	Methane	31,38	112338	34,26	7002
	Methanol	0,48	1723	0,26	54
	Nitrogen	2,47	8841	1,54	316
	Water	64,48	230815	62,68	12812

Stream no. 2111

Total Stream						
	Temperature	122	°C	Pressure	120,0	bar g
	Mass flow	0	kg/h	Molar flow	0	kmol/h
	Vapor fraction (mass basis)	0	%	Phase type	Liquid	
	Molecular weight	18,02	kg/kmol	Enthalpy	0,00	Gcal/h
	Lower heating value	0	kcal/kg	Higher heating value	582	kcal/kg

Liquid Phase

Mass flow	0	kg/h	Molar flow	0	kmol/h
Volume flow	1,9019E-5	m³/h	Molecular weight	18,02	kg/kmol
Density	947	kg/m³	Viscosity	0,229	cP
Specific Enthalpy	-3692	kcal/kg	Specific gravity water	0,9995	1/1 (Dimless)
Thermal conductivity	0,59	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	1,008	kcal/kg/°C
Surface tension	54	dyn/cm			

Total Stream Composition

Total Stream Composition					
	Component Name	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Water	100.00	0	100.00	0

Stream no. 2120

Total Stream

	Temperature	442	°C	Pressure	37,7	bar g
	Mass flow	357981	kg/h	Molar flow	21126	kmol/h
	Vapor fraction (mass basis)	100	%	Phase type	Vapor	
	Molecular weight	16,95	kg/kmol	Enthalpy	-782,73	Gcal/h
	Lower heating value	12302	kJ/Nm³	Higher heating value	14828	kJ/Nm³

Vapor Phase

	Mass flow	357981	kg/h	Molar flow	21126	kmol/h
	Normal volume flow	473519	Nm³/h	Molecular weight	16,95	kg/kmol
	Density	11,2	kg/m³	Viscosity	0,025	cP
	Specific Enthalpy	-2187	kcal/kg	Specific gravity air	0,5850	1/1 (Dimless)
	Thermal conductivity	0,075	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	0,636	kcal/kg/°C
	Heat capacity ratio	1,2211	1/1 (Dimless)	Compressibility	0,9827	1/1 (Dimless)

Total Stream Composition

Feed stream composition					
	Component Name	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Argon	46 ppmw	16	20 ppm	0
	Carbon Dioxide	4,76	17032	1,83	387
	Carbon Monoxide	0,04	155	0,03	6
	Hydrogen	0,79	2823	6,63	1401
	Methane	30,64	109677	32,36	6836
	Nitrogen	2,47	8841	1,49	316
	Water	61,30	219436	57,66	12180

Dena Petrochemical Industry Co 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran		HALDOR TOPSØE 			
		Document ID S-02824		4350268-43	
		Job No.		Doc. No	
		Page 1 of 86		Item No.	
Stream Table					
Stream Table for Case C2 SOR - Lean Gas					
Revision	Description	Date	Made By	Chd. By	Appd. By
0	First Issue	26-Oct-2009	HELR		
1	General Revision	28-Jan-2010	LOJ	ST	ST
Information contained herein is confidential; it may not be used for any purpose other than for which it has been issued, and may not be used by or disclosed to third parties without written approval of Haldor Topsøe A/S.					
RESEARCH TECHNOLOGY CATALYSTS					

Page 7 of 86

Total Stream

	Temperature	122	°C	Pressure	120,0	bar g
	Mass flow	0	kg/h	Molar flow	0	kmol/h
	Vapor fraction (mass basis)	0	%	Phase type	Liquid	
	Molecular weight	18,02	kg/kmol	Enthalpy	0,00	Gcal/h
	Lower heating value	0	kcal/kg	Higher heating value	582	kcal/kg

Liquid Phase

Enthalpy of Fusion						
Mass flow	0	kg/h	Molar flow	0	kmol/h	
Volume flow	1,9019E-5	m³/h	Molecular weight	18,02	kg/kmol	
Density	947	kg/m³	Viscosity	0,229	cP	
Specific Enthalpy	-3692	kcal/kg	Specific gravity water	0,9995	1/1 (Dimless)	
Thermal conductivity	0,59	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	1,008	kcal/kg/°C	
Surface tension	54	dyn/cm				

Total Stream Composition

Total Stream Composition					
	Component Name and HTAS No.	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Water	100.00	0	100.00	0

Stream no. 2120

Total Stream

	Temperature	441	°C	Pressure	37,7	bar g
	Mass flow	350259	kg/h	Molar flow	20672	kmol/h
	Vapor fraction (mass basis)	100	%	Phase type	Vapor	
	Molecular weight	16,94	kg/kmol	Enthalpy	-765,76	Gcal/h
	Lower heating value	12301	kJ/Nm³	Higher heating value	14828	kJ/Nm³

Vapor Phase

	Mass flow	350259	kg/h	Molar flow	20672	kmol/h
	Normal volume flow	463353	Nm ³ /h	Molecular weight	16,94	kg/kmol
	Density	11,2	kg/m ³	Viscosity	0,025	cP
	Specific Enthalpy	-2186	kcal/kg	Specific gravity air	0,5849	1/1 (Dimless)
	Thermal conductivity	0,075	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	0,636	kcal/kg/°C
	Heat capacity ratio	1,2212	1/1 (Dimless)	Compressibility	0,9826	1/1 (Dimless)

Total Stream Composition

Feed stream composition					
	Component Name and HTAS No.	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Argon	56 ppmw	20	24 ppm	0
	Carbon Dioxide	4,70	16465	1,81	374
	Carbon Monoxide	0,04	149	0,03	5
	Hydrogen	0,79	2758	6,62	1368
	Methane	30,64	107328	32,36	6690
	Nitrogen	2,50	8769	1,51	313
	Water	61,32	214771	57,67	11922

Dena Petrochemical Industry Co 5,000 MTPD Methanol Plant Bandar Assaluyeh, Iran		HALDOR TOPSØE 			
		Document ID S-02824		4350269-43	
		Job No.		Doc. No	
		Page 1 of 86		Item No.	
Stream Table					
Stream Table for Case C4 SOR - Rich Gas					
Revision	Description	Date	Made By	Chd. By	Appd. By
0	First Issue	26-Oct-2009	HELR		
1	General Revision	28-Jan-2010	LOJ	ST	ST
Information contained herein is confidential; it may not be used for any purpose other than for which it has been issued, and may not be used by or disclosed to third parties without written approval of Haldor Topsøe A/S.					
RESEARCH TECHNOLOGY CATALYSTS					

Stream Table

Stream no. 2100

Total Stream						
	Temperature	269	°C	Pressure	41,1	bar g
	Mass flow	357260	kg/h	Molar flow	19656	kmol/h
	Vapor fraction (mass basis)	100	%	Phase type	Vapor	
	Molecular weight	18,18	kg/kmol	Enthalpy	-822,20	Gcal/h
	Lower heating value	12722	kJ/Nm³	Higher heating value	15345	kJ/Nm³

Vapor Phase

Mass flow	357260	kg/h	Molar flow	19656	kmol/h
Normal volume flow	440575	Nm³/h	Molecular weight	18,18	kg/kmol
Density	18,2	kg/m³	Viscosity	0,019	cP
Specific Enthalpy	-2301	kcal/kg	Specific gravity air	0,6275	1/1 (Dimless)
Thermal conductivity	0,048	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	0,659	kcal/kg/°C
Heat capacity ratio	1.1836	1/1 (Dimless)	Compressibility	0.9350	1/1 (Dimless)

Total Stream Composition

Total Stream Composition					
	Component Name and HTAS No.	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Argon	63 ppmw	23	29 ppm	1
	Byproducts	7.7 ppmw	3	2.7 ppm	0
	C2+	5,63	20131	2,82	554
	Carbon Dioxide	1,00	3569	0,41	81
	Carbon Monoxide	0,06	207	0,04	7
	Higher Alcohols	0,05	168	0,02	3
	Hydrogen	0,09	306	0,77	152
	Methane	25,66	91677	29,07	5714
	Methanol	0,46	1658	0,26	52
	Nitrogen	2,87	10258	1,86	366
	Water	64.17	229261	64.74	12726

Stream no. 2110

Total Stream

Total Stream						
	Temperature	501	°C	Pressure	38,4	bar g
	Mass flow	357260	kg/h	Molar flow	19656	kmol/h
	Vapor fraction (mass basis)	100	%	Phase type	Vapor	
	Molecular weight	18,18	kg/kmol	Enthalpy	-770,24	Gcal/h
	Lower heating value	12722	kJ/Nm³	Higher heating value	15345	kJ/Nm³

Vapor Phase

	Mass flow	357260	kg/h	Molar flow	19656	kmol/h
	Normal volume flow	440575	Nm ³ /h	Molecular weight	18,18	kg/kmol
	Density	11,3	kg/m ³	Viscosity	0,026	cP
	Specific Enthalpy	-2156	kcal/kg	Specific gravity air	0,6275	1/1 (Dimless)
	Thermal conductivity	0,074	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	0,639	kcal/kg/°C
	Heat capacity ratio	1,2019	1/1 (Dimless)	Compressibility	0,9823	1/1 (Dimless)

Total Stream Composition

	Component Name and HTAS No.	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Argon	63 ppmw	23	29 ppm	1
	Byproducts	7.7 ppmw	3	2.7 ppm	0
	C2+	5,63	20131	2,82	554
	Carbon Dioxide	1,00	3569	0,41	81
	Carbon Monoxide	0,06	207	0,04	7
	Higher Alcohols	0,05	168	0,02	3
	Hydrogen	0,09	306	0,77	152
	Methane	25,66	91677	29,07	5714
	Methanol	0,46	1658	0,26	52
	Nitrogen	2,87	10258	1,86	366
	Water	64,17	229261	64,74	12726

Stream Table

Stream no. 2111

Total Stream						
	Temperature	122	°C	Pressure	120,0	bar g
	Mass flow	0	kg/h	Molar flow	0	kmol/h
	Vapor fraction (mass basis)	0	%	Phase type	Liquid	
	Molecular weight	18,02	kg/kmol	Enthalpy	0,00	Gcal/h
	Lower heating value	0	kcal/kg	Higher heating value	582	kcal/kg

Liquid Phase

	Mass flow	0	kg/h	Molar flow	0	kmol/h
	Volume flow	1,9019E-5	m³/h	Molecular weight	18,02	kg/kmol
	Density	947	kg/m³	Viscosity	0,229	cP
	Specific Enthalpy	-3692	kcal/kg	Specific gravity water	0,9995	1/1 (Dimless)
	Thermal conductivity	0,59	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	1,008	kcal/kg/°C
	Surface tension	54	dyn/cm			

Total Stream Composition

Total Stream Composition					
	Component Name and HTAS No.	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Water	100.00	0	100.00	0

Stream no. 2120

Total Stream

Temperature	459	°C	Pressure	37,7	bar g
Mass flow	357260	kg/h	Molar flow	20733	kmol/h
Vapor fraction (mass basis)	100	%	Phase type	Vapor	
Molecular weight	17,23	kg/kmol	Enthalpy	-770,24	Gcal/h
Lower heating value	12136	kJ/Nm³	Higher heating value	14624	kJ/Nm³

Vapor Phase

	Mass flow	357260	kg/h	Molar flow	20733	kmol/h
	Normal volume flow	464705	Nm³/h	Molecular weight	17,23	kg/kmol
	Density	11,1	kg/m³	Viscosity	0,025	cP
	Specific Enthalpy	-2156	kcal/kg	Specific gravity air	0,5949	1/1 (Dimless)
	Thermal conductivity	0,077	kcal/m/h/°C	Specific heat capacity	0,629	kcal/kg/°C
	Heat capacity ratio	1,2202	1/1 (Dimless)	Compressibility	0,9847	1/1 (Dimless)

Total Stream Composition

Feed Stream Composition					
	Component Name and HTAS No.	wt %	kg/h	Mole %	kmol/h
	Argon	63 ppmw	23	27 ppm	1
	Carbon Dioxide	7,59	27103	2,97	616
	Carbon Monoxide	0,09	307	0,05	11
	Hydrogen	0,81	2903	6,95	1440
	Methane	29,60	105749	31,79	6592
	Nitrogen	2,87	10258	1,77	366
	Water	59,04	210918	56,47	11708