

Kort prosessbeskrivelse av metanolfabrikken

1 Gassmottaket

Naturgassen som kommer fra Heidrun-feltet (ca. 85 000 Sm³/time) har en temperatur på ca 6 grader og holder ett trykk på ca 144 barg.

Ca. gassammensetning:

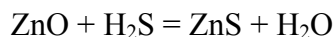
CH ₄ :	86,0 %
C ₂ H ₆ :	7,5 %
C _{N+H_{M+}} :	4,2 %
CO ₂ :	1,9 %
N ₂ :	0,43 %
S:	0,01 %

For å møte kravene til råstoff for metanolprosessen blir væske som evt. er i gassen, skilt ut og trykket redusert til ca. 50 barg og gassen varmet opp til ca. 50 grader.

2 Reformere

Svovelabsorberene (20V1209/20V1202) har som oppgave å fjerne svovel som er i naturgassen pga. at svovel forgifter katalysatorene i de to prereformerene. Temperaturen inn i svovelabsorberene er ca 270 grader og trykket ca 50 barg.

Katalysatoren i svovelabsorberene er av ZnO og det reagerer slik mot svovel:



Formålet med metningsseksjonen (saturatoren, 24V1201) er å tilsette tilstrekkelig med damp slik at en får de ønskede reaksjoner i reformeren og at det ikke oppstår koksing på denne katalysatoren. Noe av dampen forbrukes i dampreformingen.

Ca. gassammensetning til saturator:

CH ₄ :	70	%
H ₂ :	11,5	%
C ₂ H ₆ :	7,8	%
C ₃ H ₈ :	3,6	%
CO ₂ :	2,8	%
C ₄ H ₁₀ :	1,4	%

Føden til saturatoren holder en temperatur på ca 372 grader og ett trykk på ca 49 barg.

Kort prosessbeskrivelse av metanolfabrikken

Prereformerene (20V1204A/B) skal dele opp lengre hydrokarbonkjeder til kortere kjeder. De tilsettes hydrogen ved å blande inn resirkulasjonsgass fra syntesesløyfen.

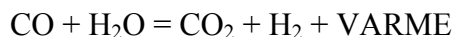
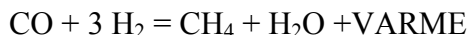
Ca. gassammensetning etter saturator inn på prereformerene:

H ₂ O:	65	%
CH ₄ :	25	%
H ₂ :	4,1	%
C ₂ H ₆ :	2,7	%
C ₃ H ₈ :	1,2	%
CO ₂ :	1,0	%

For å få de ønskede reaksjonene må gassen varmes opp til ca 500 grader og trykket er nå på ca 41 barg.

Katalysatorene i prereformerene består av 25 % nikkell, 64% magnesium oksid og 11% alumina.

Reaksjonene i prereformerene er først endoterme og deretter eksoterme:



Ca. gassammensetning ut fra prereformerene inn til reformerdelen:

CH ₄ :	74,6	%
H ₂ :	17,0	%
CO ₂ :	7,8	%
N ₂ :	0,50	%
C ₂ H ₆ :	0,15	%
Ar:	0,03	%
CO:	0,07	%

Primær og sekundærreformer skal splitte naturgassen (CH₄ og tyngre hydrokarboner) i H₂, CO og CO₂, som er fødegass til synteseanlegget. Disse tre gassene settes sammen til metanol i syntesen. Sammensetningen av de 3 ulike gassene er avgjørende for mengden metanol man kan produsere. Dette kan påvirkes gjennom bla. fyring i primærreformereren og oksygenmengde til sekundærreformereren.

Gassen inn i primærreformereren har en temperatur på ca 650 grader og ett trykk

Kort prosessbeskrivelse av metanolfabrikken

på ca. 40 barg, mens gassen ut av sekundærreformerer holder en temperatur på ca 960 grader.

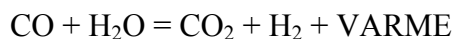
Reformerene, dvs. primær og sekundær reformer, er der omdanningen av naturgass/damp skjer under utvikling av hydrogen.

I primær reformeren er det ca. 32 % av reformingen som skjer, mens i sekundærreformerer skjer de resterende ca. 68 % av reaksjonene som tilhører reforming. Katalysatorene i reformerene inneholder nikkell og magnesium oksid, med hovedvekt på magnesium oksiden (ca 90%).

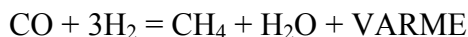
Damp reforming:



Vann/gass skift reaksjonen:



Metanisering:



Før gassen blir sendt inn i reformerdelen har den et damp/karbon forhold på ca. 1,7 og damp/gass forhold på ca. 2,1. Dette for å forhindre koksing på reformerkatalysatoren. (Koksing vil si utfelling av rent karbon.)

Uønskede reaksjoner:



I sekundær reformeren blir gassen varmet ytterligere opp ved at det blir brukt oksygen. Oksygenet blir tilført prosessen via brenneren i sekundærreformerer (ca. 30 000 Sm³/time.) Her vil det da bli en fullstendig forbrenning. Gassen blir varmet opp ytterligere slik at reaksjonene går rett veien. Reaksjonene er jo i likevekt og derfor vil de gå til ønsket resultat ved rett temperatur og trykk.



Ellers er det de samme reaksjonene i sekundær reformeren som i primær reformeren.

Kort prosessbeskrivelse av metanolfabrikken

Ca. gassammensetning ut av sekundær reformeren igjennom kjøletoget og inn på syntesekompressoren:

H ₂ :	68,85	%
CO:	19,98	%
CO ₂ :	9,17	%
CH ₄ :	1,77	%
N ₂ :	0,20	%
Ar:	0,03	%

Avkjølingsseksjonen nedstrøms reformerene skal kjøle gassen fra ca 1000 grader, ned til ca. 23 grader. Dette gjøres av to grunner: Fjerne vann og gjenvinne varme fra prosessgassen. Varmen brukes bla. i form av damp fra avgasskjelen til å produsere strøm i turbogeneratoren (ca. 23 MW.) Strømmen som produseres her er nok til å holde liv i metanolfabrikken ved eksternt strømutfall. Videre brukes varmen til koking i destillasjonsanlegget. Vannet som tas ut resirkuleres og brukes inn i prosessen igjen.

(Siden gassen skal gjennom en kompressor må det være minst mulig fuktighet. Hvis det kommer fuktighet i kompressoren vil det dannes dråper på skovlene og det vil igjen føre til ødelagte skovler.)

Det støkiometriske tallet er definert som: masseberegninger på grunnlag av reaksjonsligninger.

Det støkiometriske tallet som skal ligge på 1,98 - 2,06, blir regnet ut etter prøven ut av kjøletoget og inn på syntesekompressoren.

Formelen som blir brukt for å regne ut støkiometriske tallet er:

$$\frac{H_2 - CO_2}{CO_2 + CO} = 2,06$$

Med det støkiometriske tallet ønsker en å finne ut hvor mye hydrogen som trengs i forhold til CO og CO₂ for å lage metanol. Det er det støkiometriske tallet i synteseanlegget som er viktigst.

Hvis det støkiometriske tallet forandrer seg vil det:

Ved for *høyt tall* vil vi få ett stort overskudd av hydrogen og det fører til en lavere metanolproduksjon i reaktorene, høyere energiforbruk og vi må sende mer avgass til reformeren (brukt til fyring/fakkell).

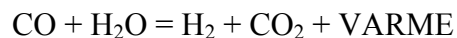
Ved for *lavt tall* vil det bli ett underskudd på hydrogen og det vil føre til økt dannelse av biprodukter. Men det vil være overskudd av CO og CO₂ og det vil igjen føre til økt metanol- produksjon. Metanolkvaliteten vil bli dårligere og det vil føre til problemer i destillasjonen.

Kort prosessbeskrivelse av metanolfabrikken

3 Syntese

Synteseområdet starter med kompressorer (syntese/resirk) som skal komprimere den reformerte gassen (fra 30 barg) opp til det trykket (ca 84 barg) som katalysatoren i metanolreaktorene krever for å omdanne syngassen til metanol.

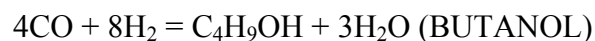
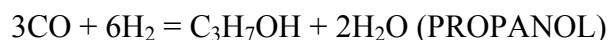
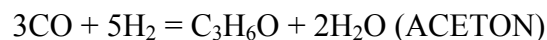
Følgende reaksjoner skjer i metanolreaktorene:



I metanolreaktorene er det bare 1/4 av syntesegassen som reagerer og resten blir sendt tilbake som resirkulasjonsgass. Resirkulasjonsgassen blandes sammen med syngassen i interchangeren (interchangeren er en rørvarmeveksler hvor syntese/resirk går på skallsiden, men gassen fra reaktoren går på rørsiden.)

Interchangeren kjøler ned gassen fra reaktorene før den går til høy- og lavtryksseparatorene. Her blir metanolen kondensert ut som råmetanol, mens gassen (resirk gassen) går over topp og blandes inn syntesegassen.

Andre reaksjoner i metanolreaktorene:



Kort prosessbeskrivelse av metanolfabrikken

Ca. gassammensetning syntesegass / resirkgass:

	<u>Syntesegass:</u>	<u>Resirkgass:</u>
H ₂	69%	68%
CH ₄	11%	14%
CO ₂	9%	9%
CO	8,7%	5,3%
N ₂	1,4%	1,8%
Ar	0,3%	0,4%

Råmetanol ut fra syntesen inneholder ca. følgende:

84 %	Metanol	<u>kokepunkt:</u> 64,7 grader
15 %	Vann	100 grader
1%	CO ₂	-78,5 grader
0,1%	Metan	-161,5 grader
0,2%	Andre, som er:	
	Metylformat	31,8 grader
	Hydrogen	-252,8 grader
	Aceton	56,5 grader

4 Destillasjon

De tre destillasjonstårnene separerer ut metanol fra råmetanol, ved å bruke kokepunktene til komponentene i råmetanolen.

Ved rektifikasjon som er brukt her, skjer anrikingen eller separasjonen av væskeblanding ved stoffutveksling mellom en strømmende blandingsdamp og en kokende væskeblanding i motstrøm.

Råmetanolen kommer først inn i stabilisatoren. Her fjernes alle komponenter med lavere kokepunkt enn metanol (64,7 grader), dvs. hydrogen (-252,8 grader), metan (-161,5 grader), CO₂ (-78,5 grader), metylformat (31,8 grader) og aceton (56,5 grader).

Det tilsettes lut i stabilisatoren for at pH'en skal ligge på 10,5 til 11, dette for at trimetylaminer (TMA) skal drive av på toppen i gassform sammen med de lettere komponentene. Hvis pH'en blir for lav (under 10,5) vil TMA bli med i væskefase og videre med i prosessen. Hvis pH'en blir for høy (over 11) vil den fortsatt gå i gassform, men da vil det gå ut over pergamanattiden. Den tiden er et kvalitetskrav fra de fleste kundene. Pergamanattiden gir et bilde på hvor mye organiske forbindelser det er i metanolen. Det blir også tilsatt lut for å holde væsken basisk, dette er for å forebygge korrosjon i rør og kolonner.

Kort prosessbeskrivelse av metanolfabrikken

I toppen av kolonnen er det gassen som forsvinner og der forsvinner også de komponentene en vil fjerne. Gassen som går over topp vil bli brukt til fyring i hjelpekjelen. I bunnen av kolonnen er det metanol og de komponentene med høyere kokepunkt, vann (100 grader) og etanol (78 grader). Denne væskestrømmen fortsetter til høytrykks-kolonnen.

Høytrykkskolonnen separerer vann, etanol og metanol.

Føde: 81,4 % metanol, 18,5% vann og 0,1% div (etanol).

Ved å ha høyt trykk vil en forandre på kokepunktene på komponentene og separasjonen vil kunne gå bedre. Desto høyere trykk en har jo høyere vil kokepunktene bli, men det vil bli større forskjell på kokepunktet til vann og metanol (de forandrer seg forskjellig, avhenger av partialtrykket i væsken).

I toppen av kolonnen vil det gå ren metanol (43% av metanolproduksjonen) som går til dagtank, mens i bunnen er det en blanding mellom vann/metanol/etanol.

Bunnvæsken vil gå som føde inn til lavtrykkskolonnen.

Lavtrykkskolonnen splitter metanol og vann samt fjerne biprodukter (for eksempel etanol).

Føde: 72,3 % metanol, 27,6 % vann og 0,1 % div (etanol).

Her skilles det ut metanol på toppen i gassform, mens i bunnen vil det ligge nesten rent vann. Biproduktet vil bli tatt ut nesten midt på kolonnen der temperaturen er den samme som etanol, 78 grader. (Biproduktet blir brukt som brensel i hjelpekjelen.)

5 Tankområdet

Råmetanoltanken (3200 m³):

All råmetanolen fra syntesen går til råmetanoltanken og videre til stabilisatoren.

Dagtankene (2 stk. à 2100 m³):

Her vil den ferdige metanolen bli oppbevart og analysert før den blir overført til produkttankene. Hvis analysene er gode overføres innholdet. Dersom prøvene ikke skulle være tilfredsstillende, må innholdet redestilleres (dvs. overføre innholdet tilbake til råmetanoltanken.)

Produkttankene (2 stk. à 35000 m³):

Godkjent metanol overføres til produkttankene.

Lasting av metanol:

Metanol fra produkttankene blir lastet med båt til kundene i Europa.

Kundene er alt fra legemiddelindustrien til raffineri (tilsetning i bensin, MTBE.)

Det meste av metanolen blir skipet til Rotterdam og derfra til kundene.

Det er ca. 2 til 3 båtanløp pr. uke.

Kort prosessbeskrivelse av metanolfabrikken

6 Forenklet prosessflytskjema

