

Kvotepliktige utslipp av klimagasser ved Statoil ASA, Mongstad
raffineri –
Konservative estimer for de-minimis kildestrømmer

1	Beskrivelse av de relevante kildestrømmene	3
2	Usikkerhetsberegninger	4
3	Konservative estimater	5
3.1	Generelle betraktninger	5
3.2	Kildestrøm 5.	5
3.3	Kildestrømmene 16 og 17, avbrenning av koks fra katalysator i henholdsvis reformer 1 og reformer 2.....	6
3.4	Kildestrøm 18, avbrenning av koks fra katalysator i krakker med utslipp fra nødskorstein SK-4801.	8
3.5	Kildestrøm 19, kalsinering av koks med utslipp fra nødskorsteinen SK-701	9
3.6	Kildestrøm 21, forbrenning av avgasser fra svovelrensing med utslipp fra nødskorsteinen SK-1401.....	10
3.7	Kildestrøm 24, avbrenning av koks fra katalysator i krakker med utslipp fra nødskorstein SK-1531.	10
4	Endringslogg	10

1 Beskrivelse av de relevante kildestrømmene

- **Surgass (kildestrøm 5).** Det kan oppstå situasjoner i anlegget hvor det er behov for å trykkavlaste hele eller deler av surgasssystemet. Surgass blir da faklet.
- **Koks fra avbrenning av katalysator, reformer 1 (kildestrøm 16)** - Dette utslippet stammer fra avbrenning av koks på katalysator i reformer 1 (A-400), og vil gå ut beholder D-401. Avbrenningen av denne katalysatoren blir utført med en frekvens på 3-4 år. Dette utslippet vil derfor ikke bli rapportert årlig.
- **Koks fra avbrenning av katalysator, reformer 2 (kildestrøm 17)** - Dette utslippet kommer fra avbrenning av koks på katalysator i reformer 2 (A-1400) og slippes ut SK-1401. Utslippet kommer i tillegg til de andre utslippene ut denne skorsteinen, kildestrøm 2, 21 og 22.
- **Koks fra avbrenning av katalysator, krakker (kildestrøm 18)** – Dette gjelder utslipp fra regnerator i koksanlegget og forbrenning av brenngass i CO-kjelene til røykgassbehandlingsanlegget til krakker, A-4800, via skorstein SK-4801, og brukes bare i tilfeller der det oppstår spesielle problemer/behov i anlegget.
- **Kalsinering av koks (kildestrøm 19)** – Dette gjelder utslipp fra kalsinering av koks fra skorstein SK-701. Dette er en nødskorstein og brukes bare i tilfeller der det oppstår spesielle problemer i anlegget.
- **Avgasser (kildestrøm 21)** – Dette gjelder utslipp fra forbrenningene som foregår i avsvovlingsanleggene, A-4100 og A-4200, via skorstein SK-1401. Denne blir bare brukt i nødstilfeller for disse anleggene og røykgassanlegget til katalytisk krakker, A-4800.
- **Koks fra avbrenning av katalysator, krakker (kildestrøm 24)** – Dette gjelder utslipp fra regnerator i koksanlegget via skorstein SK-1531, og brukes bare i tilfeller der det oppstår spesielle problemer/behov i anlegget.

Tabell 1.1 Oversikt over de-minimis kildestrømmene som bestemmes ved konservativt estimat

Kildestrøm	Utslippspunkt	Anlegg	Tilhørende ovner / kjeler
5. Surgass	FL-2704 Fakkell	A-2700 fakkelsystemet	Fakkell
16. Avbrenning av koks fra katalysator	D-401	Reformer 1, A-400	Reaktor i A-400
17. Avbrenning av koks fra katalysator	SK-1401	Reformer 2, A-1400	Regenerator i A-1400
18. Avbrenning av koks fra katalysator	SK-4801	Katalytisk krakker, A-1500/A-4800	Regenerator i A-1500
19. Kalsinering av koks	SK-701	Kalsineringsanlegget, A-700	Kalsineringsovnen i A-700
21. Avgasser	SK-1401	Svovelgjenvinningsanleggene A-4100 og A-4200	H-4101, H-4201, R-4101 og R-4201
24. Avbrenning av koks fra katalysator	SK-1531	Katalytisk krakker, A-1500	Regenerator i A-1500

2 Usikkerhetsberegninger

Usikkerhetsberegningene for de kildestrømmene som her er omtalt er utført av Christian Michelsen Research, CMR, i rapport CMR-12-F10090-RA-5 Oppdatering av usikkerhet til rapportert CO₂ utslipp ved Statoil Mongstad. **Tabell 2.1** gir en oversikt over resultatene fra disse beregningene.

Tabell 2.1 Oversikt over beregnet usikkerhet for de-minimis kildestrømmer

Kildestrøm	Usikkerhet i aktivitetsdata ¹	Største bidrag til usikkerheten
5. Surgass	8 %	Lav gjennomstrøming i forhold til det måleutstyret som er montert.
16. Avbrenning av koks fra katalysator	14 %	Den støkiometriske faktoren.
17. Avbrenning av koks fra katalysator	14 %	Den støkiometriske faktoren og måling av forbruket av luft.
18. Avbrenning av koks fra katalysator	10 %	Måling av røykgassmengden.
19. Kalsinering av koks	23 %	Molarfraksjonen av CO ₂ i røykgassen.
21. Avgasser	<10 %	Gasshastigheten.
24. Avbrenning av koks fra katalysator	13 %	Måling av røykgassmengden.

3 Konservative estimater

3.1 Generelle betraktninger

Ved anvendelse av konservativt skjønn er følgende tatt hensyn til:

- Ved avrundinger, rundes det alltid slik at det gir det høyeste utslippet.
- Dersom det forekommer variasjoner over intervaller, som er kjent ut fra erfaring, velges alltid de høyeste verdier.
- I de tilfellene hvor det må anvendes faste faktorer/verdier, anvendes alltid de som representerer verste tilfelle.
- I tvilstilfeller skal alltid det scenarioet som gir høyest utslipp velges, selv om det er liten sannsynlighet for at det vil forekomme.

3.2 Kildestrøm 5.

Følgende formel brukes for beregning av dette utslippet:

$$CO_2 \text{ Utslipp} = \sum \text{Aktivitetsdata} * \text{Utslippsfaktor} * \text{Oksidasjonsfaktor}$$

¹ Se CMR-rapport: CMR-13-F10090-RA-6 Rev.01 (vedlegg 6 til kvotesøknaden)

Aktivitetsdata er surgass til surgassfakkel (tonn). Utslippsfaktoren angir mengde CO₂-utslipp per enhet energivare/kildestrøm (her surgass). Oksidasjonsfaktor skal gjenspeile andel karbon i den forbrente energivaren (her surgass) som blir bundet i produkt og/eller aske

For alle forbrenningsutslipp på Mongstad er en oksidasjonsfaktor på 1 lagt til grunn.

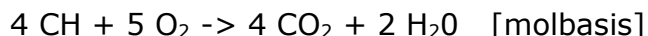
Av sikkerhetsmessige og arbeidsmiljømessige årsaker er det ikke ønskelig å ta rutinemessige prøver av denne gassen. Fakling av surgass forekommer kun når det er behov for trykkavlastning av surgasssystemet, hendelsesbasert. Regelmessig prøvetaking av faklet surgass er derfor ikke hensiktsmessig. Utslippsfaktoren er derfor basert på analyser utført i 2005. For å sikre konservativ utslippsfaktor skal det benyttes en utslippsfaktor på 0,8 tonn CO₂/tonn. Dette tilsvarer et tillegg på 0,4 tonn CO₂/tonn i forhold til den utslippsfaktor som ble målt i 2005 (se TEAMS).

I tillegg legges det også til den prosentandel som tilsvarer usikkerheten i aktivitetsdata (ref. tabell 2.1 over), for å sikre at utslippet bestemmes konservativt.

Beregningene utføres på månedsbasis og månedsresultatet summeres opp til totalt CO₂-utslipp for året.

3.3 Kildestrømmene 16 og 17, avbrenning av koks frå katalysator i henholdsvis reformer 1 og reformer 2.

For begge reformerne benyttes luftmengde tilsatt under avbrenningen til å beregne CO₂-utslippet. Følgende reaksjonsligning brukes for å beskrive forbrenninga:



Dvs at det antas at ved forbrenning av 4 mol karbon kreves det 5 mol oksygen. CO₂-utslippet er beregnet med følgende uttrykk:

$$\text{CO}_2\text{-utslipp} = n(\text{O}_2) * 4/5 * M(\text{CO}_2)/1000 \quad [\text{tonn}]$$

$$\begin{aligned} n(\text{O}_2) &= \text{O}_2 \text{ forbrukt under avbrenning} && [\text{kmol}] \\ M(\text{CO}_2) &= \text{molvekt CO}_2 && [\text{kg/kmol}] \end{aligned}$$

$$n(\text{O}_2) = m(\text{luft}) / M(\text{luft}) * X(\text{O}_2) \quad [\text{kmol}]$$

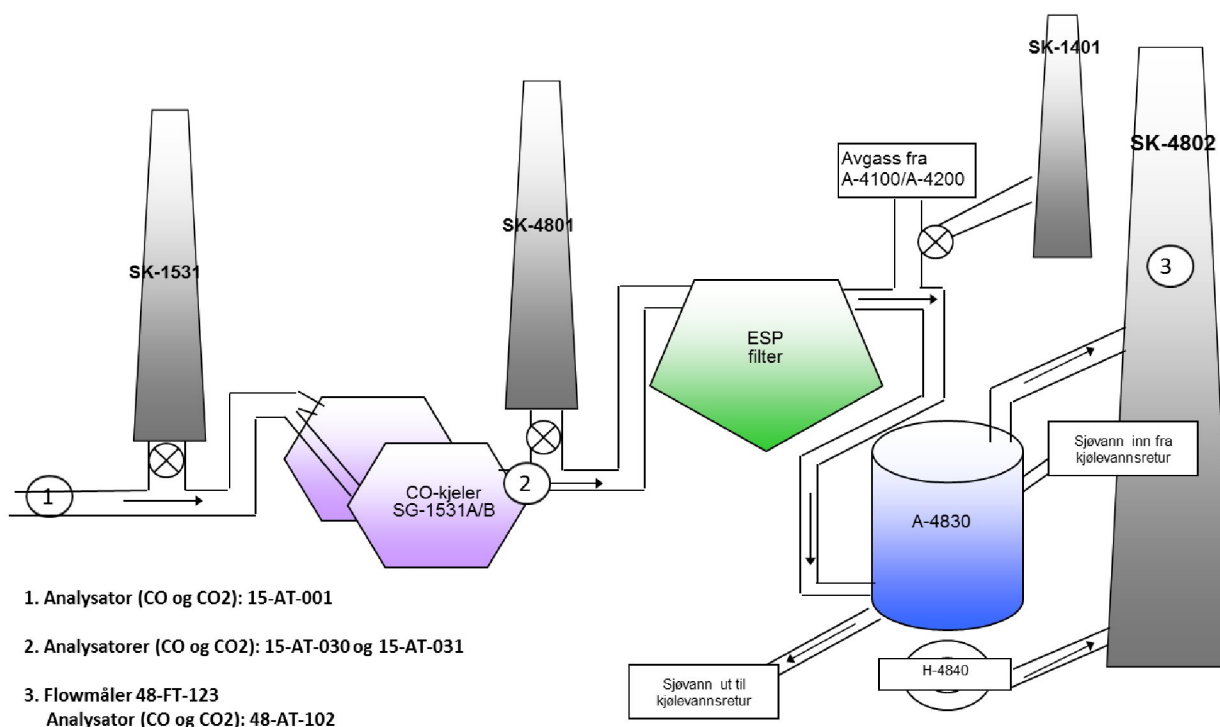
$$\begin{aligned} m(\text{luft}) &= \text{mengde luft forbrukt} && [\text{kg/time}] \\ M(\text{luft}) &= \text{molvekt luft} [\text{kg/kmol}] = 28,9 && [\text{kg/kmol}] \\ X(\text{O}_2) &= \text{andel oksygen i luft} = 0,21 && [\text{mol \%}] \end{aligned}$$

I tillegg til de forhold som er beskrevet i avsnitt 3.1 legges det også til den

prosentandel som tilsvarer usikkerheten i aktivitetsdata (ref. tabell 2.1), for å sikre at utslippet bestemmes konservativt.

3.4 Kildestrøm 18, avbrenning av koks fra katalysator i krakker med utslipp fra nødskorstein SK-4801.

Ved åpning av ventil mot skorstein SK-4801 blir røykgassmengden bestemt ved å se på endring i flow i SK-4802 før og etter åpning. Mengden røykgass ut SK-4801 blir da tilsvarende tap av flow i SK-4802. Det er derfor den samme røykgassmengdemåleren som er lagt til grunn for denne beregningen som i SK-4802, se Figur 3.1 under.



Figur 3.1 viser plassering av måleutstyr i røykgassbehandlingsanlegget, A-4800, til katalytisk krakker.

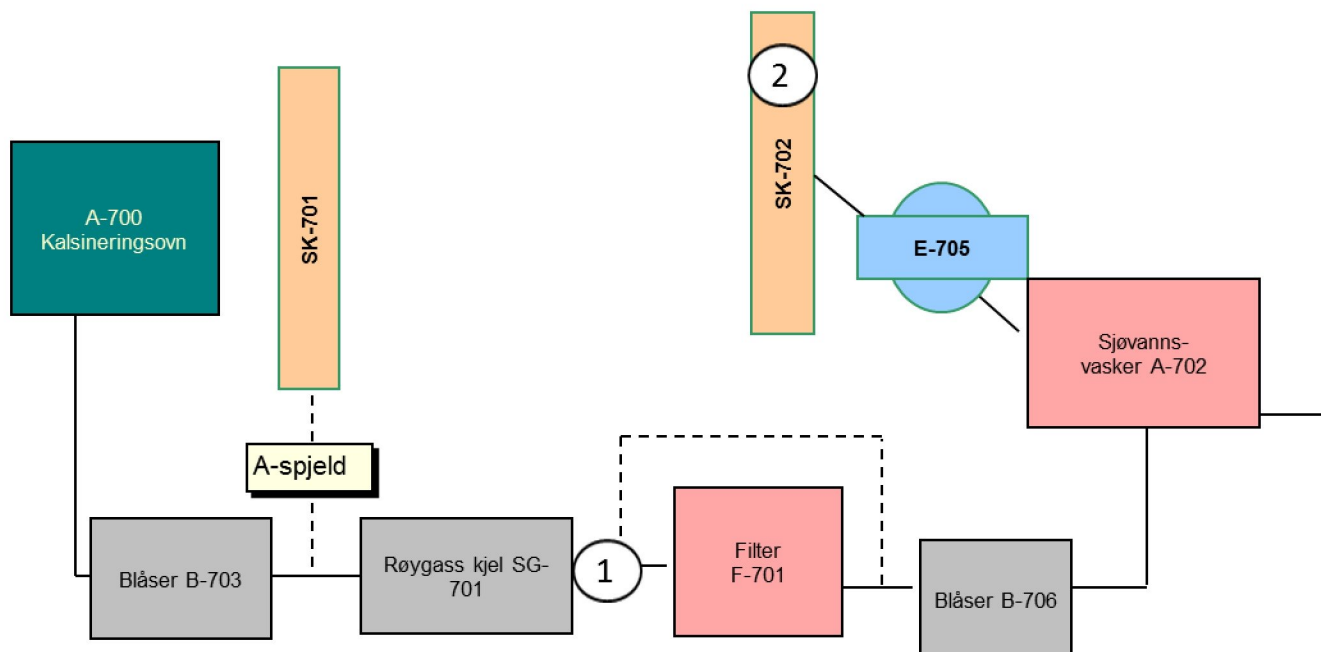
CO₂ konsentrasjonen måles online som står oppstrøms skorsteinen men etter CO-kjelene.

Tidspunkt og varighet for åpning til nødskorsteiner registreres.

I tillegg til de forhold som er beskrevet i avsnitt 3.1 legges det også til den prosentandel som tilsvarer usikkerheten i aktivitetsdata (ref. tabell 2.1), for å sikre at utslippet bestemmes konservativt.

3.5 Kildestrøm 19, kalsinering av koks med utslipp fra nødskorsteinen SK-701

Ved åpning av ventil mot skorstein SK-701 blir røykgassmengden bestemt ved å se på endring i flow i SK-702 før og etter åpning. Mengden røykgass ut SK-701 blir da tilsvarende tap av flow i SK-702. Det er derfor den samme røykgassmengdemåleren som er lagt til grunn for denne beregningen som i SK-702. Flowmåler som står mellom varmeveksler SG-701 og filter F-701, brukes også til å verifisere dette. Se figur 3.2 under.



1. Flowmåler: 07-FT-029

2. Flowmåler 07-FT-026
Analysator: 07-AT-010

Figur 3.2 viser plassering av måleutstyr i røykgassbehandlingsanlegget til kalsineringsanlegget, A-700.

CO og CO₂-konsentrasjonen fra online måler i skorstein SK-702 brukes i beregningene.

Tidspunkt og varighet for åpning til nødskorsteiner registreres.

I tillegg til de forhold som er beskrevet i avsnitt 3.1 legges det også til den prosentandel som tilsvarer usikkerheten i aktivitetsdata (ref. tabell 2.1), for å sikre at utslippet bestemmes konservativt.

3.6 Kildestrøm 21, forbrenning av avgasser fra svovelrensing med utslipp fra nødskorsteinen SK-1401.

Skorstein SK-1401 fungerer også som nødskorsteinen i forhold til utslippet fra svovelgjenvinningsanleggene, A-4100 og A-4200, som normalt har sitt utslipp gjennom SK-4802 via sjøvannsvasker A-4830, se Figur 3.1.

Når dette utslippet stenges av mot SK-4802 og rutes mot SK-1401, beregnes utslippet basert på mengde tilført avgass til A-4100 og A-4200 og deres sammensetning, samt forbruk av fyrgass i A-4100 og A-4200 og dens sammensetning.

Tidspunkt og varighet for åpning til nødskorsteiner registreres.

I tillegg til de forhold som er beskrevet i avsnitt 3.1 legges det også til den prosentandel som tilsvarer usikkerheten i aktivitetsdata (ref. tabell 2.1 over), for å sikre at utslippet bestemmes konservativt.

3.7 Kildestrøm 24, avbrenning av koks fra katalysator i krakker med utslipp fra nødskorstein SK-1531.

Ved åpning av ventil mot skorstein SK-1531 blir røykgassmengden bestemt ved hjelp av en beregnet røykgassmengde fra regenerator og en formel for å bestemme fordeling av røykgass til SK-1531 og mot CO-kjelene, se vedlegg 3 til tillatelsen Overvåkningsmetoder.

CO₂ konsentrasjonen måles online som står oppstrøms skorsteinen men etter CO-kjelene.

I tillegg til de forhold som er beskrevet i avsnitt 3.1 legges det også til den prosentandel som tilsvarer usikkerheten i aktivitetsdata (ref. tabell 2.1), for å sikre at utslippet bestemmes konservativt.

4 Endringslogg

Versjon	Beskrivelse	Dato	Hvem
12112013	Første utgivelse	12.11.2013	Toloh
30092015	Endret på innhold i tabell 2.1 og avsnitt 3.2	30.9.2015	Toloh
20112015	Endret på innhold i avsnitt 3.9.	24.11.2015	Toloh
15012016	Fjernet kildestrøm 6. Kap. 1 endret kildestrøm 20 til kildestrøm 21.	22.01.2016	Toloh
15072016	Fjernet kildestrøm 8 og 9.	15.07.2016	Toloh

30112017	Fjernet kildestrøm 10	30.11.2017	Lmpe
----------	-----------------------	------------	------