

## Paamiut Varme- og nød-elværk

 Vurdering af luftemissioner fra Paamiut Varme- og nød-elværk
 

---

7. december 2015

 Projekt nr. 223190  
 Dokument nr. 1218106543  
 Version 1  
 Udarbejdet af LEC  
 Kontrolleret af JVP  
 Godkendt af PHN

**1 BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER**

Det er oplyst, at to eksisterende kedler udskiftes med to nye kedler, ligesom der opstilles to nye dieselaggregater, der skal fungere som nødforsyning til byens elværk.

**1.1 Emissioner fra kedeldrift**

De to kedler har hver en indfyret effekt på 3.846 kW. Kedlerne er fyret med arktisk gasolie. Én kedel er tilstrækkelig til at dække det aktuelle varmebehov. Den anden kedel vil fungere som back-up i tilfælde af havari eller lign. Der vil dermed aldrig forekomme samtidig drift af de to kedler.

Da der ikke vil forekomme samtidig drift af de to kedler, vil værket bidrag til omgivelserne blive foretaget på baggrund af drift med én kedel.

 En samlet indfyret effekt på 3.846 kW = 3,846 MW giver, jf. Luftvejledningen<sup>1</sup>, et gasolieforbrug i størrelsesordenen:

$$\frac{3,846 \text{ MJ} / \text{sek} \cdot 3.600 \text{ sek} / \text{h}}{43 \text{ MJ} / \text{kg}} \approx 322 \text{ kg} / \text{h}, \text{ hvor de } 43 \text{ MJ/kg er den nedre brænd-}$$

værdi for gasolie.

Anvendes et maksimalt forbrug af gasolie på 322 kg/time giver dette, jævnfør retningslinjer i Luftvejledningen:

$$\text{Tør røggas: } \left( \frac{222}{21-4} \right) m^3(n,t) / \text{kg} \cdot 322 \text{ kg} / \text{h} \approx 4.200 m^3(n,t) / \text{h}$$

$$\text{Fugtig røggas: } \left( 1,41 + \frac{228}{21-4} \right) m^3(n,f) / \text{kg} \cdot 322 \text{ kg} / \text{h} \approx 4.800 m^3(n,f) / \text{h}$$

---

<sup>1</sup> Miljøstyrelsens vejledning nr. 2/2201 "Luftvejledningen".

Det er antaget, at en iltprocent på 4 % er repræsentativ for et gasoliefyret kedel-anlæg.

En ny gasoliefyret kedel skal, jf. de danske standardvilkår for kraft- og varmeproducerende værker<sup>2</sup>, overholde følgende emissionsgrænseværdier:

Støv:	30 mg/m <sup>3</sup> (n,t) v. 10 % O <sub>2</sub>
NO <sub>x</sub> :	110 mg/m <sup>3</sup> (n,t) v. 10 % O <sub>2</sub> (regnet som NO <sub>2</sub> )
CO:	100 mg/m <sup>3</sup> (n,t) v. 10 % O <sub>2</sub>

Emission af støv er beregnet ud fra en maksimal koncentration på 30 mg støv/m<sup>3</sup>(n,t) ved 10 % O<sub>2</sub>. Dette giver en støv-emission på:

$$\text{Støv-emission} : \frac{30 \text{ mg} / \text{m}^3(n,t) \cdot \left( \frac{21 - 4}{21 - 10} \right) \cdot 4.200 \text{ m}^3(n,t) / \text{h}}{3.600 \text{ sek} / \text{h} \cdot 1.000 \text{ mg} / \text{g}} \approx 0,05 \text{ g støv} / \text{sek}$$

Emission af NO<sub>x</sub> er beregnet ud fra en maksimal koncentration på 110 mg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>(n,t) ved 10 % O<sub>2</sub>. Dette giver en NO<sub>x</sub>-emission på:

$$\text{NO}_x\text{-emission} : \frac{110 \text{ mg} / \text{m}^3(n,t) \cdot \left( \frac{21 - 4}{21 - 10} \right) \cdot 4.200 \text{ m}^3(n,t) / \text{h}}{3.600 \text{ sek} / \text{h} \cdot 1.000 \text{ mg} / \text{g}} \approx 0,2 \text{ g NO}_x / \text{sek}$$

Da der er tale om en forbrændingsproces antages det, at halvdelen af den beregnede mængde NO<sub>x</sub> udgøres af NO<sub>2</sub>. Den øvrige andel udgøres af NO. Emissionen af NO<sub>2</sub> bliver dermed:

$$\text{NO}_2\text{-emission} : \frac{0,2 \text{ g NO}_x / \text{sek}}{2} \approx 0,1 \text{ g NO}_2 / \text{sek}$$

Emission af CO er beregnet ud fra en maksimal koncentration på 100 mg CO/m<sup>3</sup>(n,t) ved 10 % O<sub>2</sub>. Dette giver en CO-emission på:

$$\text{CO-emission} : \frac{100 \text{ mg} / \text{m}^3(n,t) \cdot \left( \frac{21 - 4}{21 - 10} \right) \cdot 4.200 \text{ m}^3(n,t) / \text{h}}{3.600 \text{ sek} / \text{h} \cdot 1.000 \text{ mg} / \text{g}} \approx 0,2 \text{ g CO} / \text{sek}$$

<sup>2</sup> Afsnit 11 i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1418 af 02/12/2015 om standardvilkår i godkendelse af listevirksomhed.

SO<sub>2</sub>-emission er beregnet ud fra maksimalt tilladeligt indhold i gasolie på 0,1 %.<sup>3</sup>  
SO<sub>2</sub>-emissionen er:

$$\frac{322 \text{ kg gasolie/h} \cdot 0,02 \text{ kg SO}_2/\text{kg gasolie} \cdot 0,1 \cdot 1.000 \text{ g/kg}}{3.600 \text{ sek/h}} \approx 0,2 \text{ g SO}_2/\text{sek}$$

Afkasttemperatur er oplyst til 120 °C.

## 1.2 Spredningsfaktor, kedler

OML-beregningen foretages ud fra den emissionsparameter, der har den største spredningsfaktor. Kan den vejledende B-værdi overholdes for den parameter, der har den største spredningsfaktor, vil det samme være gældende for de øvrige emissionsparametre.

Spredningsfaktoren er et udtryk for den luftmængde, som afkastet hvert sekund skal opblandes jævnt med for at blive fortyndet til den aktuelle B-værdi. Spredningsfaktoren er defineret som kildestyrken, G i [mg/sek] af det pågældende stof divideret med B-værdien i [mg/m<sup>3</sup>] for det samme stof:

$$\text{Spredningsfaktor [m}^3/\text{sek]} = \frac{\text{Kildestyrke } G \text{ [mg/sek]}}{\text{B-værdi [mg/m}^3\text{]}}$$

I tabel 1 er de beregnede spredningsfaktorer ved kedeldrift vist.

Parameter	Kildestyrke (begge kedler i drift) [mg/sek]	B-værdi [mg/m <sup>3</sup> ]	Spredningsfaktor [m <sup>3</sup> /sek]
Støv	54	0,080	675
NO <sub>2</sub>	99	0,125 <sup>1)</sup>	<b>792</b>
CO	180	1,0	180
SO <sub>2</sub>	179	0,250	716

Tabel 1. Beregnede spredningsfaktorer ved kedeldrift.

1) B-værdien gælder for den del af NO<sub>x</sub>-mængden, der findes som NO<sub>2</sub>.

Af tabel 1 ses, at det er NO<sub>2</sub>, der har den største spredningsfaktor.

<sup>3</sup> Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 640 af 12/06/2014 om svovlindholdet i faste og flydende brændstoffer.

### 1.3 Emissioner fra drift af dieselaggregater

Hvert aggregat har en indfyret effekt på 2.780 kW. Brændsel til de to aggregater er tilsvarende kedlerne arktisk gasolie.

Fra leverandøren er følgende oplyst:

Røggasmængde: ca. 4,2 m<sup>3</sup>/sek (driftluftmængde ved 475 °C)

NO<sub>x</sub>-emission: 2.000 mg/m<sup>3</sup>(n,t) v. 5 % O<sub>2</sub>

CO-emission: 650 mg/m<sup>3</sup>(n,t) v. 5 % O<sub>2</sub>

Afkast temperatur er oplyst at være 475 °C.

Iltprocent er oplyst af leverandør til 10,1 %.

Omregnes den oplyste røggasmængde ved 475 °C til normal, fugtig referencetilstand fås en røggasmængde på:

$$4,2 \text{ m}^3 / \text{sek} \cdot \frac{273 \text{ }^\circ\text{C}}{(273 + 475)^\circ\text{C}} \cdot 3.600 \text{ sek} / \text{h} \approx 5.500 \text{ m}^3(n, f) / \text{h}$$

Vi kender ikke det aktuelle vandindhold i røggassen, hvorfor det ikke er muligt at beregne en røggasmængde ved normal, tør referencetilstand. I det efterfølgende anvendes normal fugtig røggasmængde derfor til beregning af emissioner ved den aktuelle iltprocent. Dette er en lidt konservativ betragtning, da normal fugtig røggasmængde typisk er lidt større end normal tør røggasmængde (på grund af vandindholdet).

Omregnes den oplyste NO<sub>x</sub>-emission til den aktuelle iltprocent fås:

$$NO_x - \text{emission} : \frac{2.000 \text{ mg} / \text{m}^3(n, t) \cdot \left( \frac{21 - 10,1}{21 - 5} \right) \cdot 5.500 \text{ m}^3(n, t) / \text{h}}{3.600 \text{ sek} / \text{h} \cdot 1.000 \text{ mg} / \text{g}} \approx 2,1 \text{ g } NO_x / \text{sek}$$

Tilsvarende kedeldrift gælder, at da der er tale om en forbrændingsproces, antages det, at halvdelen af den beregnede mængde NO<sub>x</sub> udgøres af NO<sub>2</sub>. Den øvrige andel udgøres af NO. Emissionen af NO<sub>2</sub> bliver dermed:

$$NO_2 - \text{emission} : \frac{2,1 \text{ g } NO_x / \text{sek}}{2} \approx 1,1 \text{ g } NO_2 / \text{sek}$$

Omregnes den oplyste CO-emission til den aktuelle iltprocent fås:

$$CO - \text{emission} : \frac{650 \text{ mg} / \text{m}^3(n, t) \cdot \left( \frac{21 - 10,1}{21 - 5} \right) \cdot 5.500 \text{ m}^3(n, t) / \text{h}}{3.600 \text{ sek} / \text{h} \cdot 1.000 \text{ mg} / \text{g}} \approx 0,7 \text{ g } CO / \text{sek}$$

#### 1.4 Spredningsfaktor, dieselaggregater

I tabel 2 er de beregnede spredningsfaktorer ved drift med dieselaggregater vist.

Parameter	Kildestyrke (begge kedler i drift) [mg/sek]	B-værdi [mg/m <sup>3</sup> ]	Spredningsfaktor [m <sup>3</sup> /sek]
NO <sub>2</sub>	1.041	0,125 <sup>1)</sup>	<b>8.328</b>
CO	677	1,0	677

Tabel 2. Beregnede spredningsfaktorer ved drift med dieselaggregater.

1) B-værdien gælder for den del af NO<sub>x</sub>-mængden, der findes som NO<sub>2</sub>.

Af tabel 2 ses, at det er NO<sub>2</sub>, der har den største spredningsfaktor.

## 2 OML-BEREKNINGSRESULTATER

OML-beregningsresultatudskrifter er vedlagt som bilag til notatet. Resultaterne er beregnede koncentrationer af NO<sub>2</sub> i omgivelserne.

Det er i ansøgning om miljøgodkendelse oplyst, at to eksisterende skorstene til kedler bibeholdes. Disse to skorstene er hver 21 meter høje. Til hver af de to nye dieselaggregater etableres en ny skorsten, hver af disse med en højde på 28 meter.

Der er regnet med en generel bygningshøjde på 10 meter, svarende til højden på den højeste del af værket bygning. Der er ikke regnet med nogen retningsafhængig bygningseffekt, da værket egen bygningshøjde vurderes at være den mest betydende.

Virksomheden ligger i kote ca. 14,50 (jf. tegnings vedlagt som bilag 16 i ansøgningsmaterialet). Terrænet, hvor virksomheden er beliggende, falder i nogle retninger og stiger i andre retninger. Indenfor røggasfanens nedslagsområde er der ikke de store terrænmæssige variationer, hvorfor der ikke taget højde for terrænmæssige variationer i OML-beregningen.

Der er flere bygninger i nærheden af værket, hvor det ser ud, at der kan opholde sig mennesker i op til anden etage. Der er derfor regnet med en generel receptorhøjde på 5 meter, hvilket er en lidt konservativ betragtning.

Resultat af OML-beregningen er vist i tabel 3.

---

Parameter	Enhed	Grænseværdi for bidrag til omgivelserne	Beregnet max. bidrag i omgivelserne ved en kedel og to dieselaggregater i samtidig drift
NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0,125 <sup>1)</sup>	0,047

Tabel 3. Resultat af OML-beregningerne, beregnet bidrag af NO<sub>2</sub>.

1) B-værdien gælder for den del af NO<sub>x</sub>-mængden, der findes som NO<sub>2</sub>.

Resultat af OML-beregningen viser, at med de ovenfor beskrevne beregningsforudsætninger og ved fastholdelse af eksisterende skorstenshøjde på 21 meter til kedeldrift og etablering af 2 stk. 28 meter høje skorstene til de to dieselaggregater, vil der være god margin i forhold til at kunne overholde den vejledende grænseværdi for bidrag af NO<sub>2</sub> til omgivelserne på 0,125 mg/m<sup>3</sup>.

**Bilag:** OML-beregningsudskrift

# Bilag

## OML-beregningsudskrift

Dato: 2015/12/07

OML-Multi PC-version 20140224/6.01  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet  
Licens til NIRAS, Vestre Havnepromenade 9, 9000 Aalborg  
C:\OML\_Data\Test\_paamiut.prj

Side 1

Meteorologiske spredningsberegninger er udført for følgende periode (lokal standard tid):

Start af beregningen = 760101 kl. 1  
Slut på beregningen (incl.) = 761231 kl. 24

Meteorologiske data er fra: Kastrup

Koordinatsystem.

Der er anvendt et x,y-koordinatsystem med x-akse mod øst (90 grader) og y-akse mod nord (0 grader). Enheden er meter. Systemet er fælles for receptorer og kilder. Origo kan fastlægges frit, fx. i skorstensfoden for den mest dominerende kilde eller som i UTM-systemet.

Receptordata.

Ruhedslængde, z0 = 0.100 m

Største terrænhældning = 0 grader

Receptorerne er beliggende med 10 graders interval i 15 koncentriske cirkler med centrum x,y:

og radierne (m):	0.,	0.	200.	300.	400.
	50.	100.	700.	800.	900.
	1000.	1100.	1200.	1300.	1400.

Alle terrænhøjder = 0.0 m.

Alle receptorhøjder = 5.0 m.

Alle overflader er typenr. = 2.

Forkortelser benyttet for kildeparametrene:

Nr.....: Internt kilde nummer  
 ID.....: Tekst til identificering af kilde  
 X.....: X-koordinat for kilde [m]  
 Y.....: Y-koordinat for kilde [m]  
 Z.....: Terrænkote for skorstensfod [m]  
 HS.....: Skorstenshøjde over terræn [m]  
 T.....: Temperatur af røggas [Kelvin]/[Celsius]  
 VOL.....: Volumenmængde af røggas [normal m<sup>3</sup>/sek]  
 DSO.....: Ydre diameter af skorstenstop [m]  
 DSI.....: Indre diameter af skorstenstop [m]  
 HB.....: Generel beregningsmæssig bygningshøjde [m]  
 Qi.....: Emission af stof nr. 'i' [gram/sek]

Punktkilder.

-----

Kildedata:

Nr	ID	X	Y	Z	HS	T(C)	VOL	DSI	DSO	HB	NO2 Q1	Stof 2 Q2	Stof 3 Q3
1	Kedel	0.	0.	0.0	21.0	120.	1.17	0.60	0.61	10.0	0.1000	0.0000	0.0000
2	Nødgene1	6.	2.	0.0	28.0	475.	1.53	0.67	0.68	10.0	1.1000	0.0000	0.0000
3	Nødgene2	9.	3.	0.0	28.0	475.	1.53	0.67	0.68	10.0	1.1000	0.0000	0.0000

Tidsvariationer i emissionen fra punktkilder.

Emissionerne fra de enkelte punktkilder er konstant.

Afledte kildeparametre:

Kilde nr.	Vertikal røggashastighed m/s	Buoyancy flux (termisk løft) (omtrentlig) m <sup>4</sup> /s <sup>3</sup>
1	5.9	1.5
2	11.9	8.1
3	11.9	8.1

Der er ingen retningsafhængige bygningsdata.



Dato: 2015/12/07

OML-Multi PC-version 20140224/6.01  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Side 3

Side til advarsler.

NO2 Periode: 760101-761231 (Bidrag fra alle kilder)

-----  
Maksima af månedlige 99%-fraktiler (µg/m3)  
-----

Retning (grader)	Afstand (m)														
	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
0	5	18	35	35	35	35	31	28	23	20	17	15	14	13	11
10	7	16	33	37	38	34	30	25	21	18	16	15	14	13	12
20	9	15	29	38	39	36	32	28	25	22	20	17	15	13	12
30	7	14	28	42	43	39	34	30	26	22	19	17	16	14	13
40	6	18	28	45	46	42	37	32	28	24	21	18	16	14	12
50	6	20	34	45	45	39	35	29	25	22	19	16	14	13	11
60	8	20	27	43	43	38	33	27	24	22	20	18	16	15	14
70	8	19	29	42	44	40	35	31	26	23	20	18	16	15	13
80	6	19	29	43	43	39	34	30	27	23	20	18	16	15	14
90	5	17	31	40	41	38	33	27	23	20	17	15	14	13	11
100	4	13	37	44	40	35	30	25	22	19	17	15	14	13	11
110	3	11	32	44	40	34	29	25	21	18	17	16	14	13	12
120	3	10	32	40	39	34	30	26	22	20	17	15	13	12	11
130	3	10	30	33	31	25	20	17	16	14	13	11	10	8	7
140	4	10	21	32	32	28	24	20	17	16	14	13	13	12	11
150	5	8	21	28	28	26	24	22	20	17	15	13	12	11	10
160	3	11	24	23	25	23	22	20	19	17	15	14	12	11	11
170	3	15	32	37	33	29	24	21	18	16	15	13	12	11	10
180	5	19	38	43	42	39	35	30	26	22	19	17	15	13	12
190	7	19	38	45	43	38	34	30	27	23	20	17	15	13	12
200	9	17	34	38	38	36	32	27	24	20	18	15	13	12	10
210	11	16	28	31	28	24	21	19	18	17	15	14	12	11	10
220	13	16	29	35	39	37	33	27	23	21	19	17	15	13	12
230	14	16	27	40	44	41	36	32	27	24	21	18	16	15	13
240	15	20	33	38	39	37	34	31	27	23	21	18	16	15	13
250	14	16	28	40	39	35	32	27	24	22	20	18	17	15	13
260	14	14	41	47	42	37	33	29	25	23	20	18	16	15	14
270	11	13	40	45	42	38	33	29	25	22	20	19	17	15	14
280	6	10	37	46	45	40	35	30	26	22	19	17	15	13	12
290	9	9	32	45	44	38	33	28	25	22	20	18	16	14	13
300	6	10	31	46	45	41	35	31	27	23	20	18	16	14	12
310	7	14	31	44	45	39	34	28	25	22	19	17	15	14	12
320	7	13	32	36	38	36	32	28	24	21	18	16	14	13	12
330	7	14	36	40	37	33	30	26	22	20	17	15	14	13	11
340	6	17	37	37	36	33	30	27	25	23	20	18	17	17	17
350	4	19	36	35	29	29	28	25	24	21	20	18	16	14	13

-----  
Maksimum= 46.50 i afstand 300 m og retning 260 grader i måned 10.  
-----

Benyttede filer.

Følgende inputfiler er benyttet i beregningerne:

Punktkilder .....: C:\OML\_Data\Test\_paamiut.kld  
Meteorologi.....: C:\OML\_Data\Kas76LST.met  
Receptorer.....: C:\OML\_Data\Test\_paamiut.rct  
Beregningsopsætning.....: C:\OML\_Data\Test\_paamiut.opt

Følgende outputfil er benyttet:

Resultater .....: C:\OML\_Data\Test\_paamiut.log

Beregning:

Start kl. 12:35:02 (07-12-2015)  
Slut kl. 12:35:05 (07-12-2015)