

# La tecnologia Energoss per la produzione di energia dalla gassificazione rifiuti

**Dott. Ing. Antonio Lago**

**AIB Srl**

**Via Silicone 25**

**20154 Milano**

**Tel./Fax 0039 02 34538071**

**Email: [aibsr1@fastwebnet.it](mailto:aibsr1@fastwebnet.it)**

**Tecnologie innovative per la valorizzazione energetica dei rifiuti**

**18 Giugno 2010 Aosta**

# Tecnologia di Gassificazione ENERGOS

Produzione di energia da rifiuti



## Introduzione

Sintesi della presentazione:

- Storia dello sviluppo delle tecnologia ENERGOS
- Sistema integrato di gestione di rifiuti di Stavanger
- Teleriscaldamento di Forus (Stavanger)
- Come funziona l'impianto ENERGOS
- Emissioni da impianti in esercizio
- Capacità dell'impianto Sarpsborg II
- Qualità delle scorie
- Certificati verdi e gassificazione
- Lista referenze impianti in esercizio

## Storia dello sviluppo



Sviluppata in Norvegia negli anni '90. Lo scopo del progetto era di ottenere:

- Impianti di piccola-media taglia di produzione di energia da rifiuti;
- Un'alternativa economica all'incenerimento per piccole comunità
- Minime emissioni in atmosfera
- Alta flessibilità nella gestione di rifiuti con diversi poteri calorifici

Il risultato fu:

- Un processo termico a due stadi che consente un ottimale controllo della combustione, eliminando la necessità di complicati e costosi sistemi di depurazione fumi.

## Tappe dello sviluppo

- 1990/97** Tecnologia sviluppata da SINTEF in Trondheim, Norvegia con il supporto del Ministero dell'Ambiente
- 1997** **Ranheim**; 10.000 t/a
- 2000** **Averøy**; 30.000 t/a
- 2001** **Hurum** e **Minden**; 38.000 t/a ciascuno
- 2002** **Forus**; 39.000 t/a e **Sarpsborg I**; 78.000 t/a
- 2004** ENER·G Holdings plc acquisisce le attività di ENERGOS ASA
- 2006** L'impianto di Ranheim viene acquistato e riavviato  
Viene acquistato (90%) l'impianto di Averøy
- 2007/08** Ristrutturazione dell'impianto di produzione di energia da rifiuti  
**dell'Isola di Wight**; 30.000 t/a

## Tappe dello sviluppo

**2008** Primo nuovo ordine ricevuto per 80.000 t/a, impianto a 2 linee a **Sarpsborg II**, Norvegia

**Irvine:** acquisizione del sito con i permessi per l'impianto

Inizio lavori di installazione impianto di **Sarpsborg II**.

Aggiudicazione preliminare per l'impianto di

**Derby/Derbyshire** con progetto in Project Financing

**2009** **Isle of Wight:** impianto collaudato

Permessi ottenuti per l'impianto di **Knowsley**

Permessi ottenuti per impianti da realizzare a **Doncaster,**

**Newport e Barry**

Nuovi uffici aperti a Trondheim (Norvegia) e Warrington

(Regno Unito) per facilitare la crescita

## Impianto di gassificazione rifiuti di Forus – Stavanger



- IVAR gestisce il servizio rifiuti per i 275.000 abitanti della Regione di Stavanger.
- E' di proprietà di 8 comuni e gestisce anche i servizi di raccolta e trattamento acque reflue.
- Il sistema di gestione integrato dei rifiuti è stato progressivamente introdotto dalla fine degli anni '90 per ridurre l'uso della discarica.
- IVAR ha avviato nel 2000 il più grande impianto di compostaggio in Norvegia.
- L'impianto ENERGOS è stato realizzato nel 2002 in collaborazione con la locale società energetica Lyse AS.
- L'impianto tratta rifiuti urbani residuali da raccolta differenziata e parte dei rifiuti commerciali.
- Periodo di esercizio > 8,000 ore nel 2008 e 2009



La strategia integrata è basata sulla raccolta differenziata:

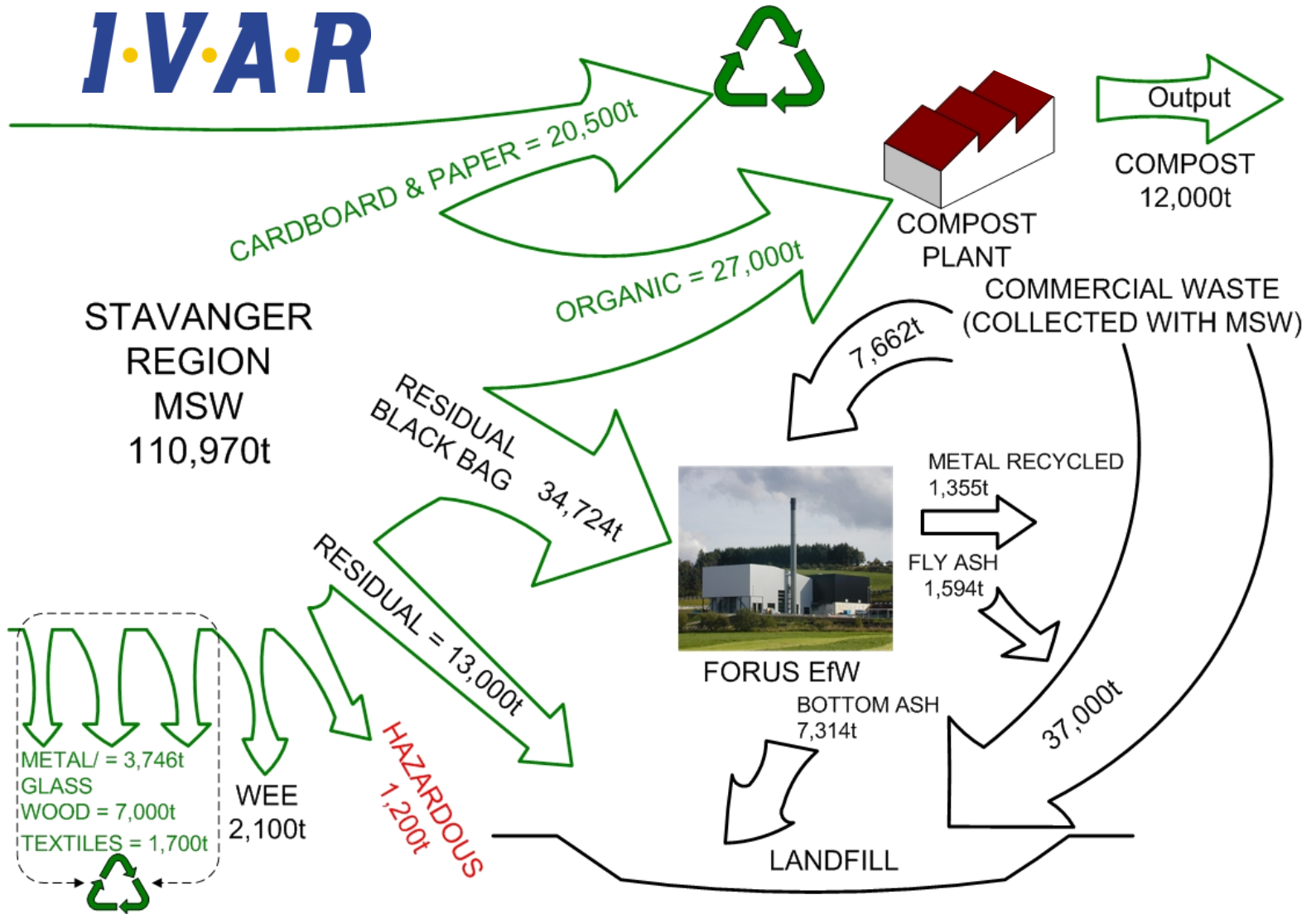
Ogni abitazione ha 4 contenitori per:

- Carta e cartoni
- Rifiuti di giardino e cucina
- Rifiuti pericolosi come vernici, pile, olii, etc.
- Rifiuti residuali indifferenziati

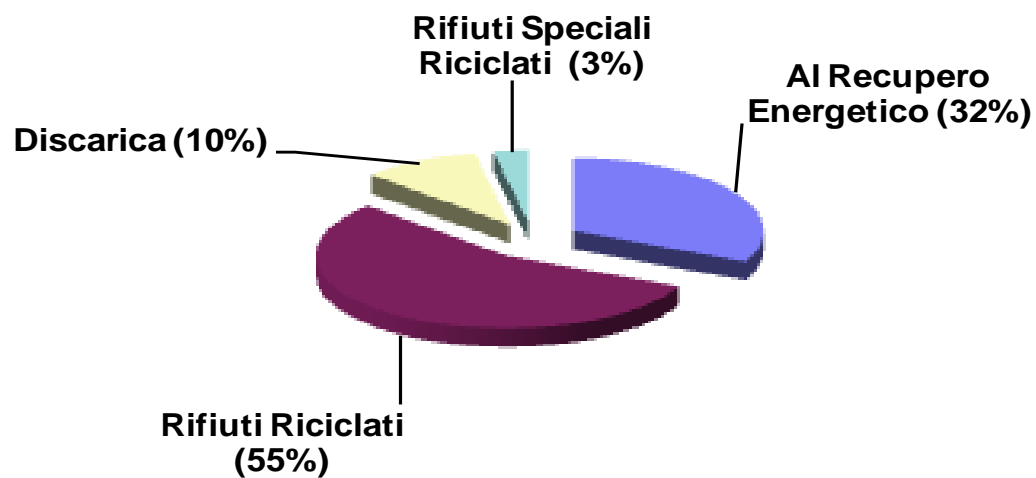
Siti di raccolta per rifiuti elettronici, ingombranti e riciclabili sono disponibili in diverse zone della regione, essendo il più grande adiacente all'impianto di Forus

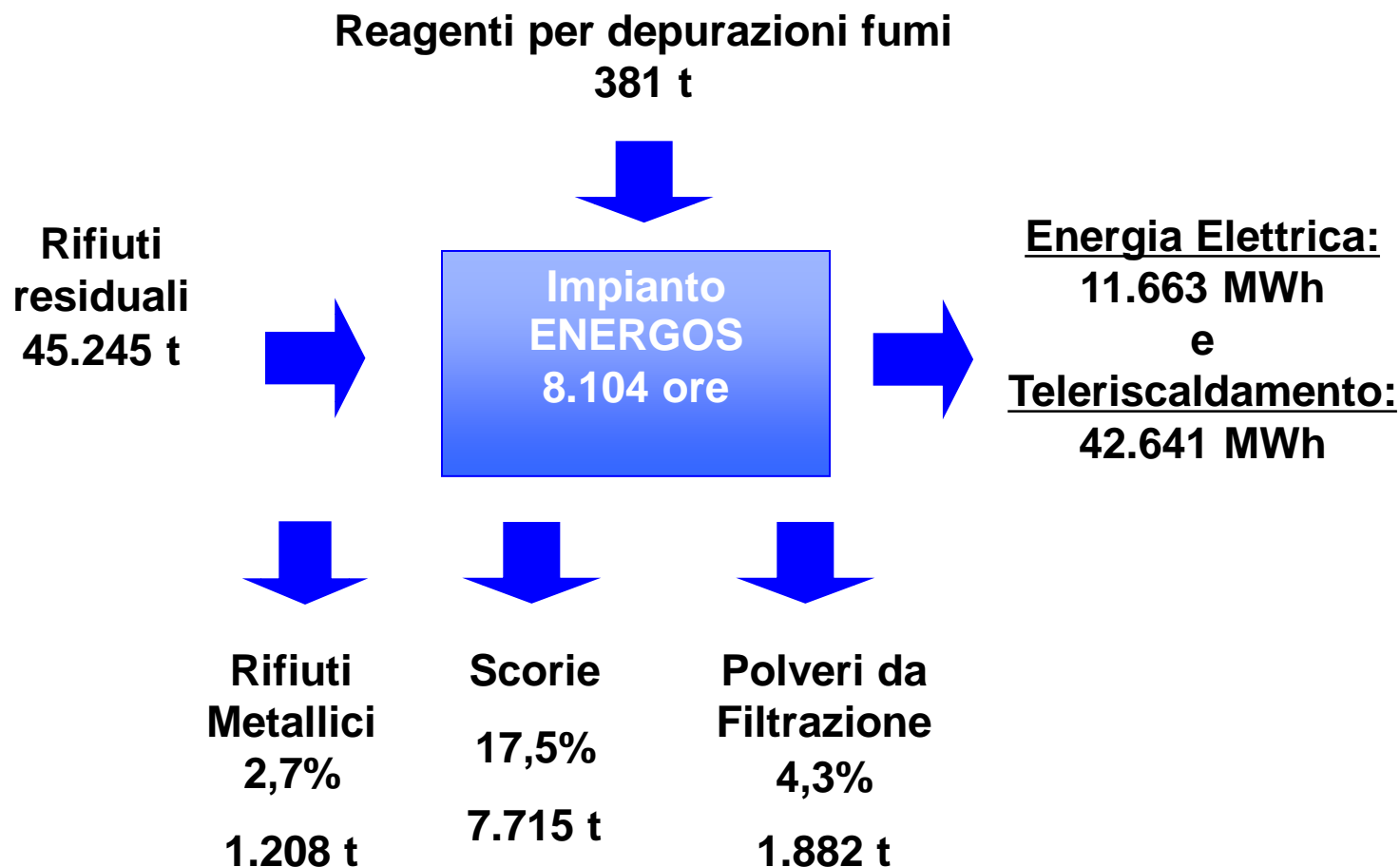
# Stavanger Waste Flows - 2006

I·V·A·R



## Regione di Stavanger – Rifiuti Municipali nel 2006



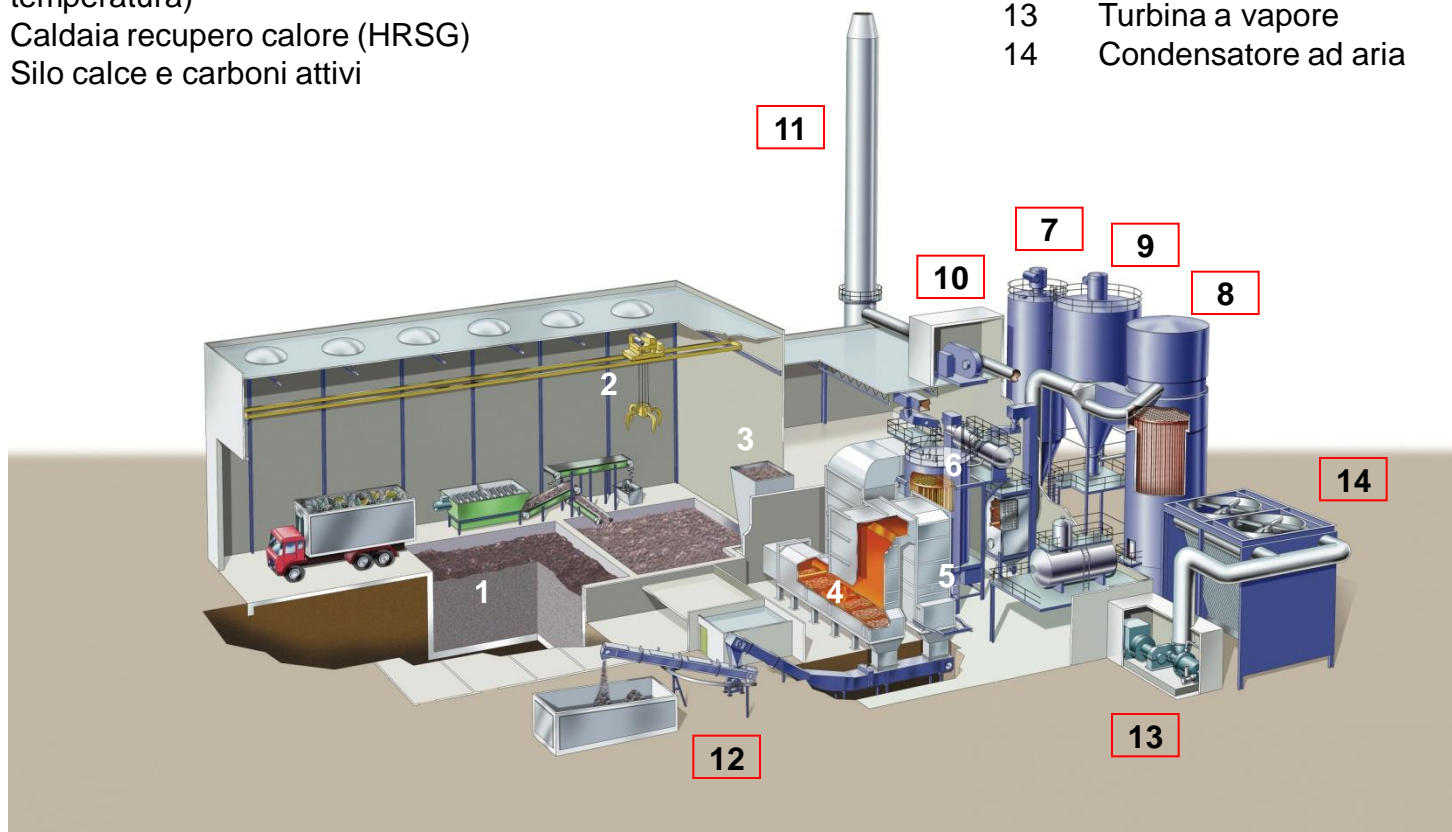






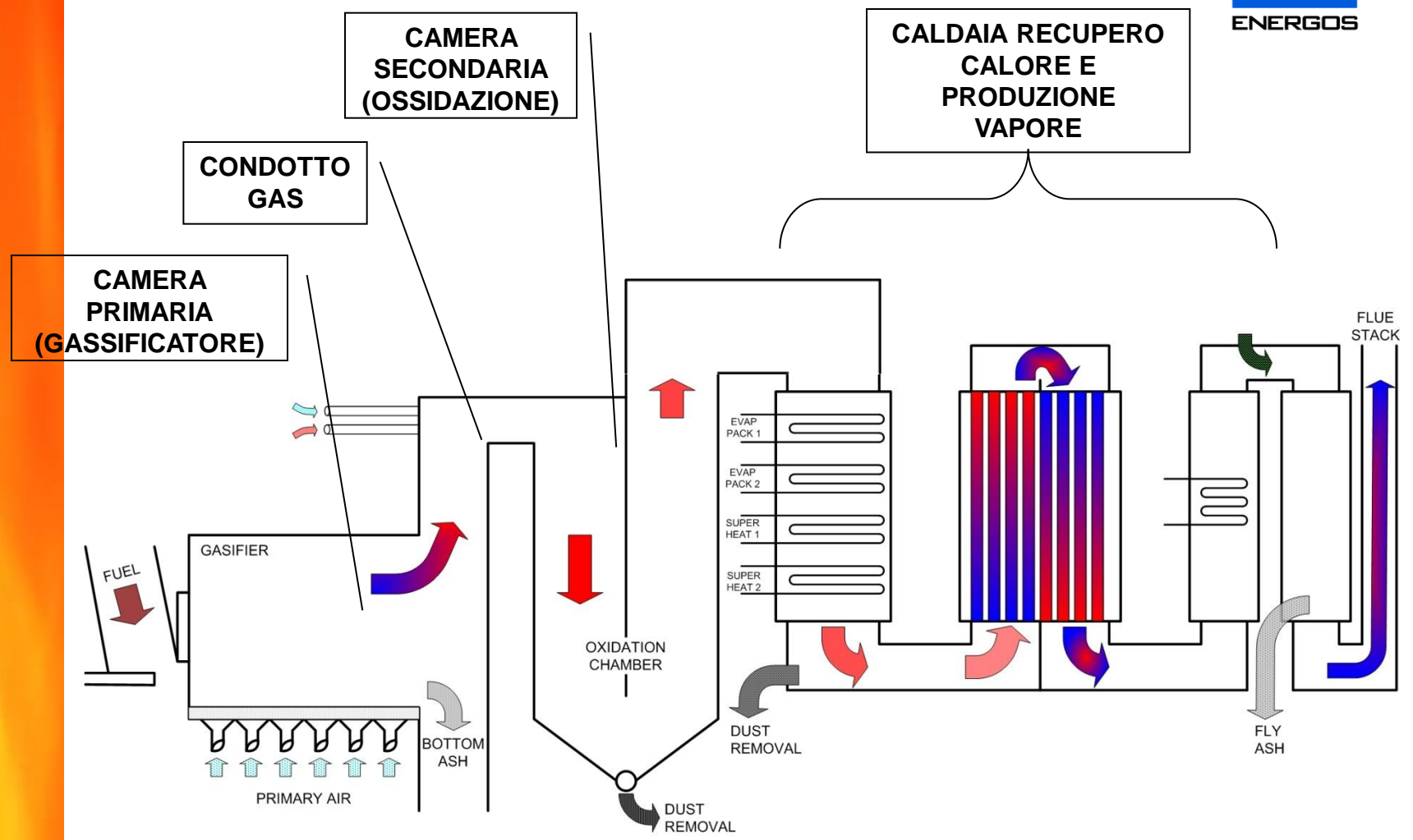
# Impianto ENERGOS di produzione energia da rifiuti

- |   |   |    |                      |
|---|---|----|----------------------|
| 1 | Fossa rifiuti                                       | 8  | Filtro a maniche     |
| 2 | Benna rifiuti                                       | 9  | Silo ceneri          |
| 3 | Tramoggia di alimentazione                          | 10 | Ventilatore fumi     |
| 4 | Camera primaria (Gassificazione)                    | 11 | Camino               |
| 5 | Camera secondaria (ossidazione ad alta temperatura) | 12 | Estrazione scorie    |
| 6 | Caldaia recupero calore (HRSG)                      | 13 | Turbina a vapore     |
| 7 | Silo calce e carboni attivi                         | 14 | Condensatore ad aria |

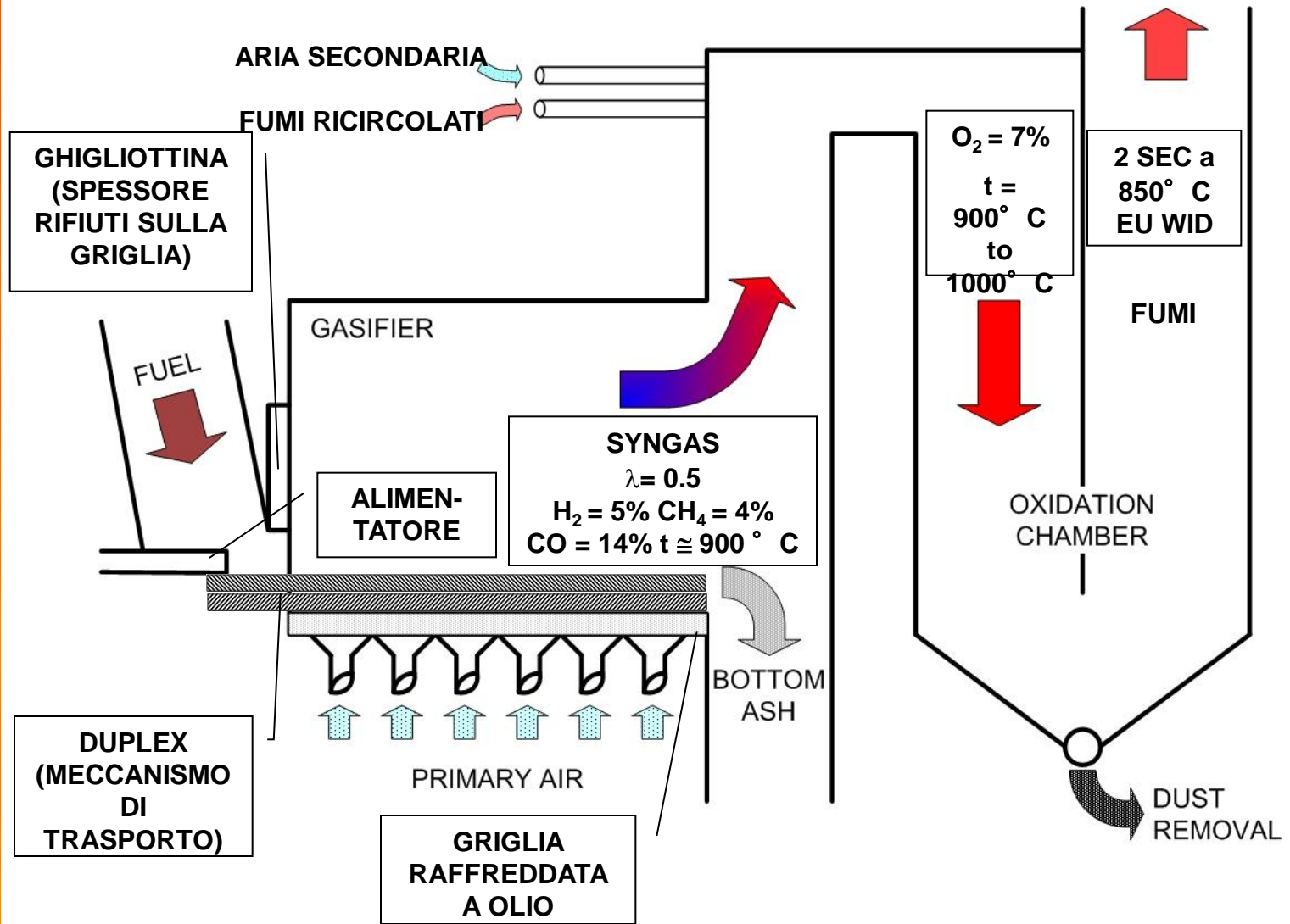




# Il processo ENERGOS

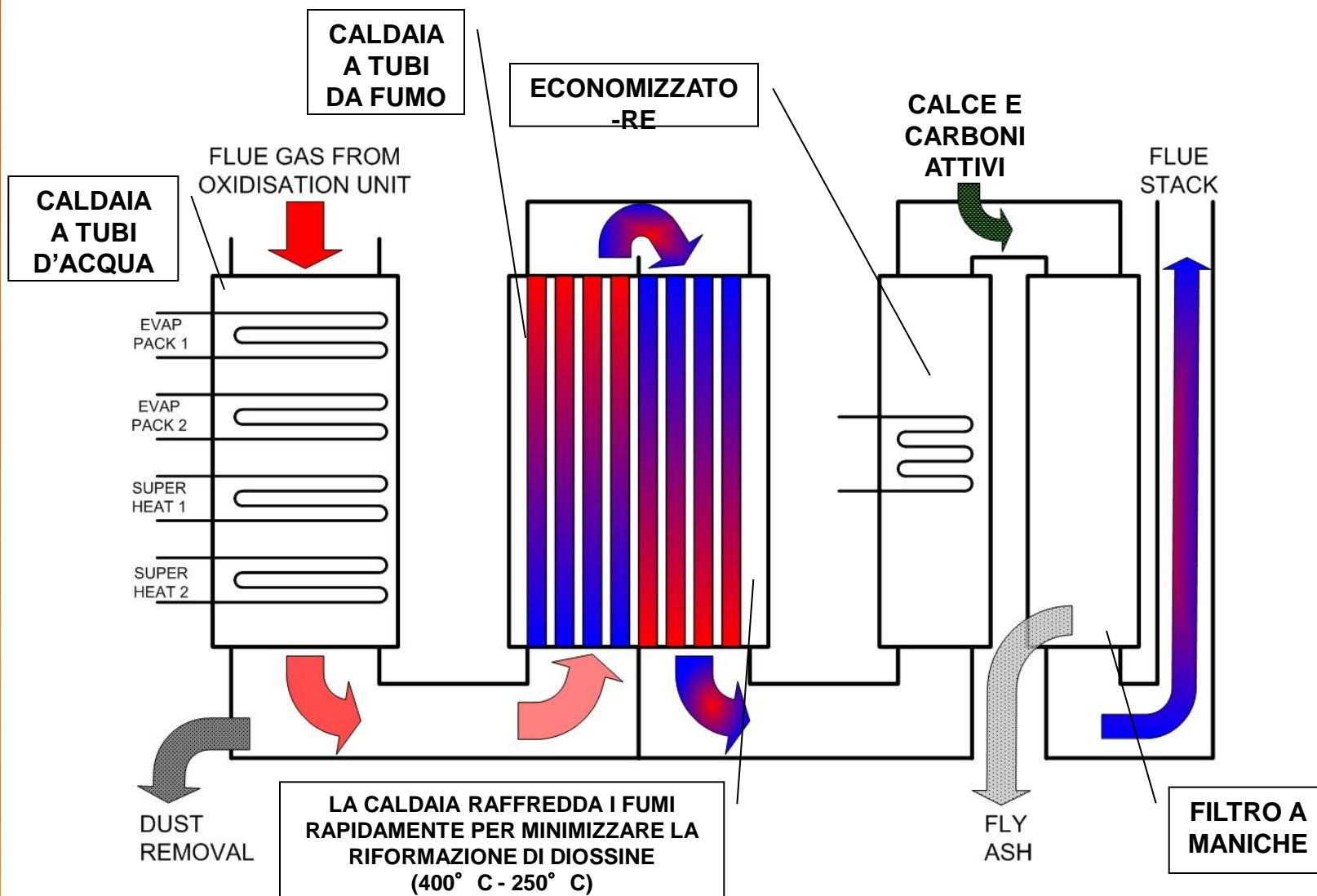


# Il gassificatore e l'ossidatore termico





# Recupero calore e produzione vapore



## Emissioni



*“L’affermazione che il processo ENER·GOS è ‘amico dell’ambiente’ è supportata da livelli molto bassi di inquinanti misurati a Hurum e a Averøy. Queste emissioni sono probabilmente le più basse mai misurate in qualsiasi posto per questo tipo di processo, particolarmente i valori di NOx che possono essere raggiunti da tecnologie concorrenti soltanto con l’applicazione di specifici sistemi di de-NOx.”*

### **Juniper Consultancy Services - an independent due diligence review**

Dec 2001

*“Il progetto base ha raggiunto emissioni molto più basse di qualsiasi valore richiesto dalla Direttiva Europea sull’Incenerimento Rifiuti 2000/76/EC ed è il risultato della ricerca di miglioramento, di efficienza e di affidabilità. La sua capacità di raggiungere basse emissioni lo pone al vertice di tutte le altre tecnologie di cui siamo a conoscenza.”*

### **Rowan House Ltd - a report prepared as an independent technical due diligence report for United Utilities**

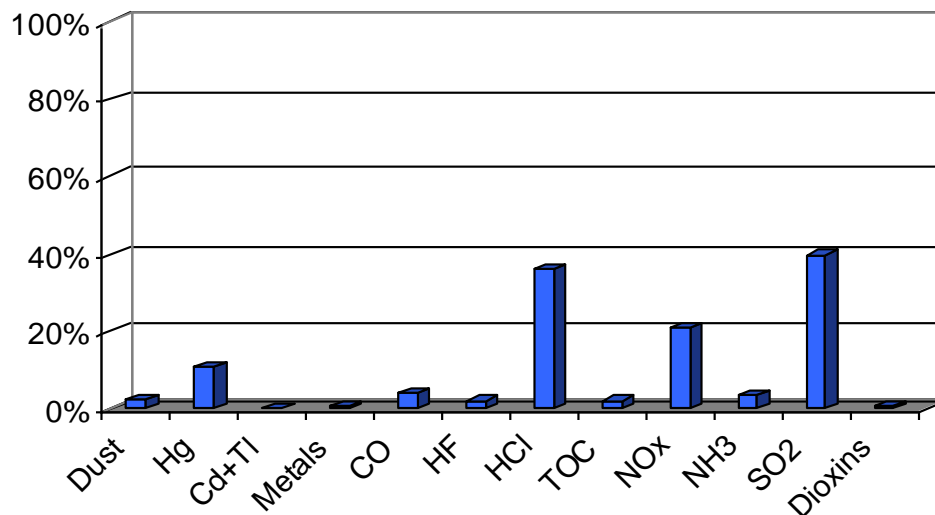
Oct 2007

# Emissioni

L'impianto ENERGOS è progettato per minimizzare le emissioni.

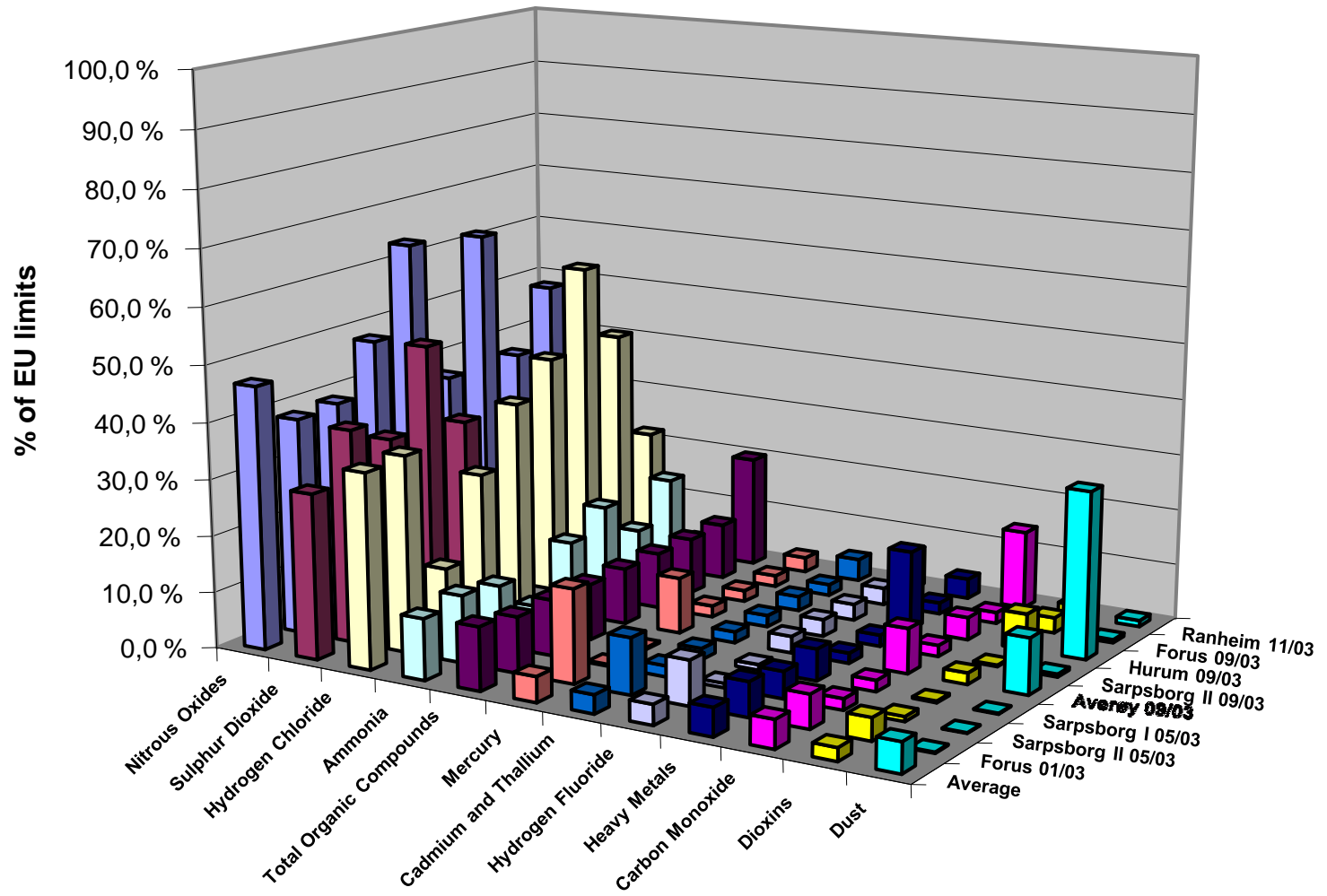
Esso consente di ottenere:

- Basso contenuto di carbonio nelle scorie (meno di 3% TOC)
- Emissioni basse e stabili di Ossido di Carbonio (CO) e Ossidi di Azoto (NOx)



	EU Limits	Energos
<b>Polveri</b>	<b>10,00</b>	<b>0,24</b>
<b>Hg</b>	<b>0,0300</b>	<b>0,00327</b>
<b>Cd+Tl</b>	<b>0,050</b>	<b>0,00002</b>
<b>Metalli</b>	<b>0,500</b>	<b>0,00256</b>
<b>CO</b>	<b>50</b>	<b>2</b>
<b>HF</b>	<b>1,000</b>	<b>0,020</b>
<b>HCl</b>	<b>10,0</b>	<b>3,6</b>
<b>TOC</b>	<b>10</b>	<b>0,2</b>
<b>NOx</b>	<b>200</b>	<b>42</b>
<b>NH3</b>	<b>10,0</b>	<b>0,3</b>
<b>SO2</b>	<b>50</b>	<b>19,8</b>
<b>Diossine</b>	<b>0,100</b>	<b>0,001</b>

# TÜV Emission Measurements 2003 at ENERGOS Plants



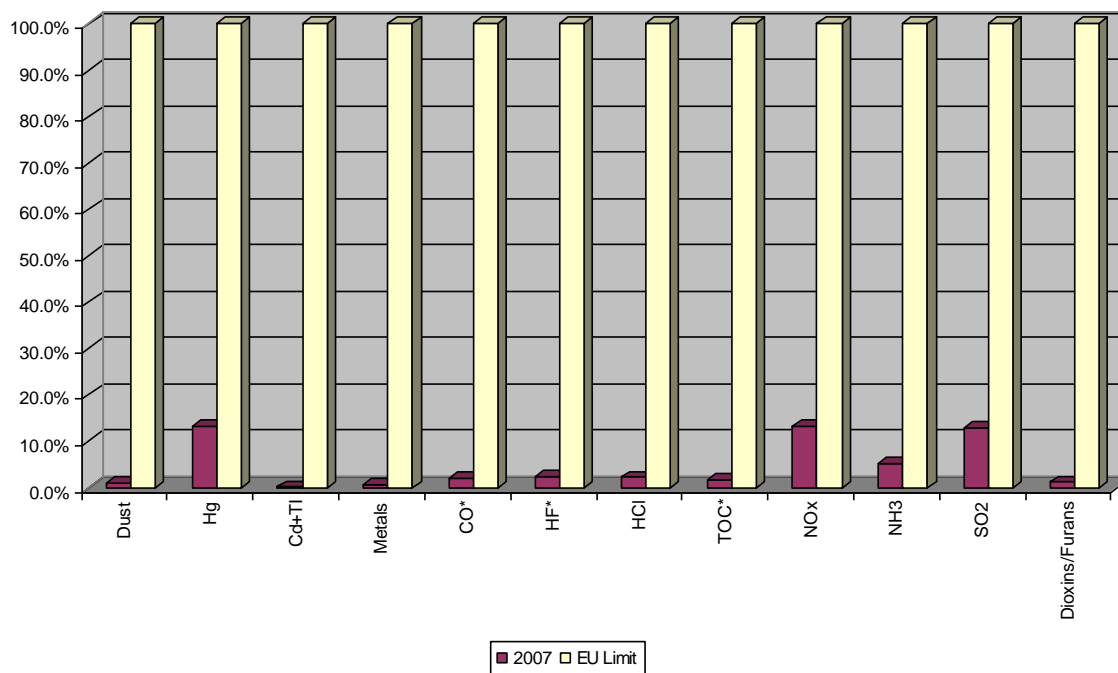
## Emissioni Stabili



- Il processo ENERGOS consente di ottenere emissioni notevolmente più basse rispetto ai limiti riportati nella Direttiva Europea *2000/76/EC*
- La sua stabilità è dimostrata dalla media dei picchi ogni mezz'ora
- La seguente tabella mostra le massime emissioni rilevate da test indipendenti effettuati ad Averoy nel Maggio 07.
- Questi test sono stati effettuati per un periodo continuativo di quattro giorni
- L'impianto tratta rifiuti solidi, municipali, commerciali, e industriali

# Impianto di Averoy – Picchi di emissioni su mezz’ora Settimo anno di esercizio

Averoy 1/2 Hourly Emissions May 07



Measurements taken at ENERGOS Averoy plant May 07 by independent agency, TUV NORD Umweltschutz, and submitted to Norwegian Environmental Agency for regulation purposes. All measurements at 11% Oxygen. Limits are mg/Nm<sup>3</sup>, except Dioxin / Furans at ng/Nm<sup>3</sup>.  
\*NOTE: CO, HF and TOC: Measurements show less than (being the lower limit of detection reliability for the measurement instruments).

# AVERØY EMISSION 2007

**TÜV NORD Umweltschutz**

Registered Institute according to § 26 BImSchG

11.07.2007

U Bi-Wda/wed

+49/511 9861129

## Report

### Emission measurement on Waste Incinerator

<b>Operator:</b>	NORDMOERE Energigjenvinning Kristvika N 6530 Averøy
<b>Site:</b>	AVERØY
<b>Plant:</b>	Waste Incinerator
<b>Order number:</b>	8000616 967
<b>Date of order:</b>	01.04.2007
<b>Measurements performed:</b>	02. to 04.05.2007
<b>Specialist:</b>	Mr. Wehde
<b>Report size:</b>	Main report 51 pages (English) Appendices 8 (German)
<b>Objective/Formulation:</b>	First measurement of all relevant emissions given in statutory regulations for year 2007

# AVEROY EMISSION 2007

## 7.4 Evaluation

Presentation of results from measurements performed from 02.05.2007 to 04.05.2007:

Emission component	Maximal value at 11 Vol.-% O <sub>2</sub>	Average value at 11 Vol.-% O <sub>2</sub>	Emission limit value at 11 Vol.-% O <sub>2</sub>
Total dust	0,28 mg/m <sup>3</sup>	0,24 mg/m <sup>3</sup>	10 / 30 mg/m <sup>3</sup>
HF (inorganic gaseous)	< 0,09 mg/m <sup>3</sup>	< 0,09 mg/m <sup>3</sup>	1 / 4 mg/m <sup>3</sup>
HCl (inorganic gaseous)	4,29 mg/m <sup>3</sup>	3,61 mg/m <sup>3</sup>	10 / 60 mg/m <sup>3</sup>
TOC	< 0,3 mg/m <sup>3</sup>	< 0,2 mg/m <sup>3</sup>	10 / 20 mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>x</sub> (expressed as SO <sub>2</sub> )	25,5 mg/m <sup>3</sup>	19,8 mg/m <sup>3</sup>	50 / 200 mg/m <sup>3</sup>
CO	< 2 mg/m <sup>3</sup>	< 2 mg/m <sup>3</sup>	50 / 100 mg/m <sup>3</sup>
Hg	0,00398 mg/m <sup>3</sup>	0,00327 mg/m <sup>3</sup>	0,03 mg/m <sup>3</sup>
Cd + Tl	0,00002 mg/m <sup>3</sup>	0,00002 mg/m <sup>3</sup>	0,05 mg/m <sup>3</sup>
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	0,00346 mg/m <sup>3</sup>	0,00256 mg/m <sup>3</sup>	0,5 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> (expressed as NO <sub>2</sub> )	53 mg/m <sup>3</sup>	42 mg/m <sup>3</sup>	200 / 400 mg/m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	0,50 mg/m <sup>3</sup>	0,34 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Dioxine/Furans	0,0011 ng/m <sup>3</sup>	0,0008 ng/m <sup>3</sup>	0,1 ng/m <sup>3</sup>

**TÜV NORD Umweltschutz**

Specialist

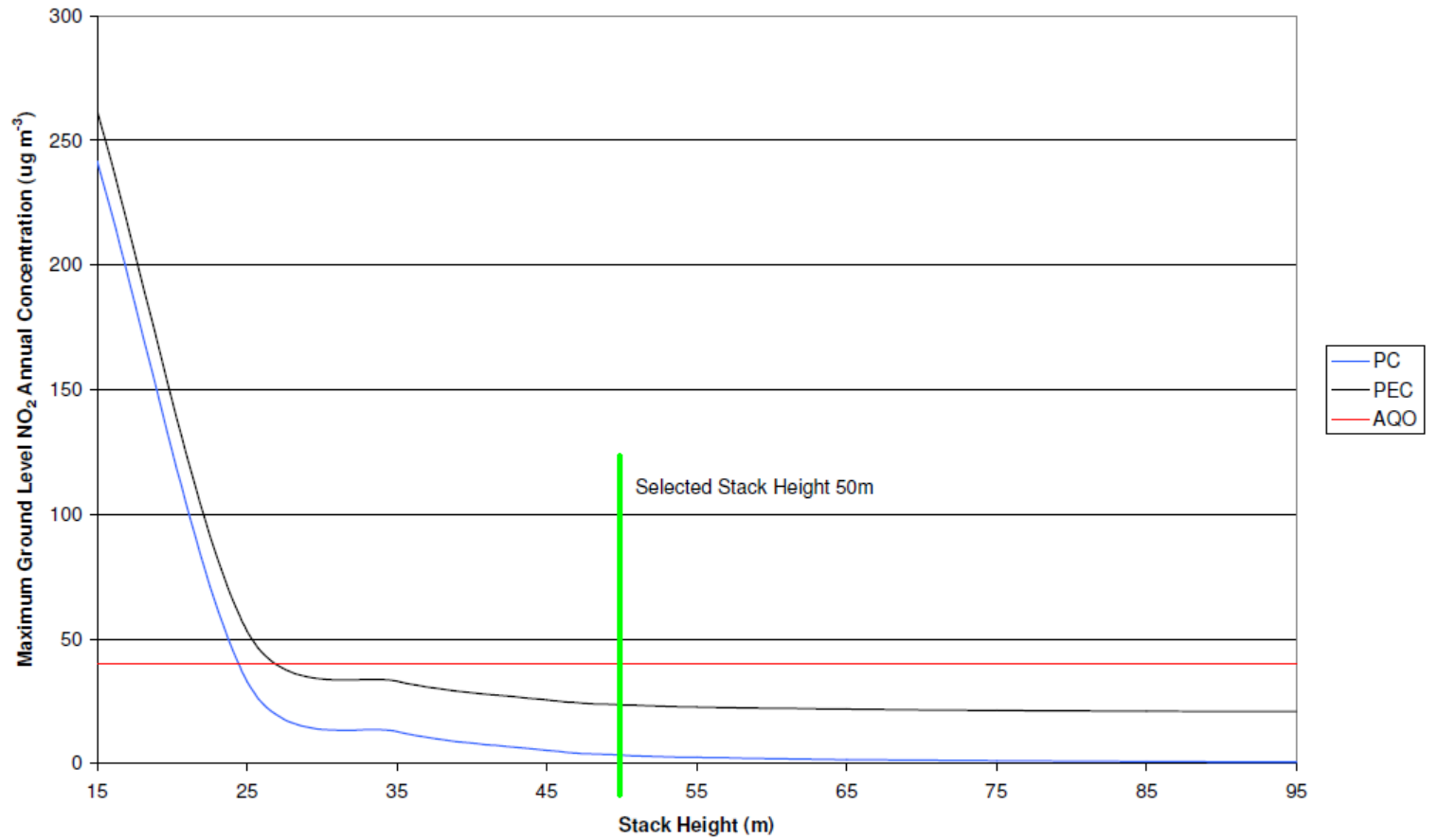
Technical responsible  
(Temporary position)

H. Wehde

Dipl.-Ing. Schaefer



# Altezza del camino



PC = Process Contribution  
PEC = Process Contribution plus Existing Background Concentration  
AQO = Air Quality Objective value

## Qualità delle scorie

Il Norwegian Waste Management Association (Waste Management Norway) ha pubblicato un report sulla qualità delle scorie di 12 impianti norvegesi di produzione di energia da rifiuti, tra cui 3 impianti ENERGOS.

I risultati dei test di lisciviazione mostrano che le scorie provenienti dagli impianti ENERGOS sono su una media del 10% della media degli altri impianti tradizionali (escludendo le cadute attraverso la griglia). Inoltre il rilascio di rame fu solo l'1% del totale.

La griglia ENERGOS non consente la caduta di materiale attraverso la griglia stessa.

# Sarpsborg II



## Sarpsborg II



- L'impianto da 78.000 t/a di Sarpsborg II è stato avviato e si affianca al vicino impianto di Sarpsborg I che è in esercizio con successo dal 2002.
- Sarpsborg II è di proprietà di Hafslund Heat & Infrastructure AS, una delle più grandi società energetiche norvegesi.
- Entrambi gli impianti forniscono calore rinnovabile (vapore di processo di alta qualità) allo stesso impianto chimico di proprietà di Borregaard Industries.
- Il nuovo impianto tratterà 78.000 t/a di rifiuti residuali commerciali per produrre 230 GWh di vapore di processo all'anno, che consentirà un risparmio di 20.000 t/a di olio combustibile.
- Il contratto è stato aggiudicato alla Energos nel Marzo 2008 e la costruzione e l'avviamento sono avvenuti nei tempi previsti e all'interno del budget. La consegna definitiva avverrà nell'estate 2010.

## Sarpsborg II

- Energos si è aggiudicata il contratto per la fornitura, l'installazione e l'avviamento delle opere meccaniche ed elettriche. Il terreno e le opere civili erano a carico di un'altra società con un contratto separato che ha richiesto un alto grado di cooperazione.
- L'impianto tratta i rifiuti residuali di commercio e industria ed è in grado di trattare rifiuti urbani.
- L'impianto è progettato per fornire 32,8 MW termici. Una turbina a vapore può essere installata in seguito se la produzione di energia elettrica diventerà interessante.
- Il nuovo impianto ridurrà le emissioni di CO<sub>2</sub> delle industrie Borregaard di 50.000 t/a in aggiunta ai precedenti risparmi dovuti a Sarpsborg I.
- Il vapore è stato consegnato all'impianto chimico un mese prima del programma stabilito.

## Date del progetto

- Contratto acquisito- Marzo 2008
- Completamento meccanico- Settembre 2009 (*rispettato*)
- Fornitura di vapore secondo condizioni contrattuali, 25 MW di vapore per 5 giorni consecutivi - 7 Marzo 2010 (*anticipato al 6 Febbraio 2010*)
- Capacità di progetto- 5 t/h di rifiuti (*operatività fino a 6 t/h, in funzione del potere calorifero e limitata a 16,4 MJ/kg per linea*)
- Test di affidabilità- Primavera 2010
- Consegna - Luglio 2010

# Installazione dei componenti principali





## Camera Primaria (Gassificazione)





## Meccanismo di Movimentazione della griglia (Duplex)



## Installazione della caldaia



# Sistema di manutenzione

**IndustriData Vedlikehold - Ver 4.60f for Energos-Hafslund**

File Components Jobs Maintenance History Dealer Doc Exceptions Spare Parts Purchase Help

**HME-BWtE**  
Hafslund Miljøenergi- avd Borregaard Waste to Energy

**ENERGOS**

**Status**

**Shortcut to:**

- 9 Overdue jobs
- 9 Due jobs next 30 days
- 0 Outstanding orders
- 0 New incidents
- 0 Unhandled incidents
- 0 Hour/Km update

**YTELSE**

100  
95  
90  
85  
80  
75  
70  
65  
60  
55  
50  
45  
40  
35  
30  
25  
20  
15  
10  
5  
0  
-5  
-10  
-15

ALL

Show All

Change user: Terje Olav Valle logged in 16/09/2009 11:14:14

start | Inbox - Microsoft Out... | DWG TrueView 2009 ... | Winved32 | NO | 11:26

## Risultati dimostrati



Con 7 impianti in esercizio e un'esperienza complessiva superiore a 400.000 ore di funzionamento alla fine del 2009, ENERGOS può dimostrare l'affidabilità e robustezza del processo di gassificazione e le notevolmente basse emissioni

Affidabilità degli impianti da 7.800 a oltre 8.000 ore all'anno sono state raggiunte

Gli impianti operano con un'ampia gamma di rifiuti, includendo rifiuti solidi urbani residuali da raccolta differenziata, CDR, rifiuti commerciali e industriali.

## Perchè EnergOS?



La soluzione ENERGOS fornisce numerosi vantaggi:

- Una soluzione locale per rifiuti di piccole-medie comunità
- Classificata come Avanzata Tecnologia di Conversione (ACT) consente di ottenere nel Regno Unito incentivi paragonabili ai certificati verdi, a differenza dei tradizionali impianti di produzione di energia da rifiuti. **Unica tecnologia approvata in questa categoria**
- Complementa e integra il sistema di gestione dei rifiuti e non disincentiva il riciclaggio
- Riduce la necessità di stazioni di trasferimento e di fosse di accumulo
- Minimizza il costo di pre-trattamento dei rifiuti
- Riduce i costi di trasporto e le relative congestioni ed emissioni veicolari
- Crea posti di lavoro qualificati a lungo termine
- Ridotte dimensioni in pianta e in altezza(18m) significano un impatto visivo minimo
- Sistema di depurazione fumi a secco significa pennacchio non visibile



## Perchè EnergOS?



- È stato dimostrato che questi piccoli impianti sono più accettabili per le comunità locali (6 autorizzazioni ottenute nel Regno Unito – ciascuna in meno di 12 mesi- senza precedenti nel Regno Unito per impianti di produzione di energia da rifiuti)
- La crisi finanziaria significa che soltanto collaudate tecnologie saranno finanziate nel breve-medio termine
- EnergOS è vantaggiosa per taglie <200.000 t/a (impianti di produzione di energia da rifiuti di piccola scala) ed è l'unico processo con referenze dimostrabili a cui vengono riconosciuti nel Regno Unito gli equivalenti dei certificati verdi.

# Ranheim Plant - 1997

## Plant Description

- Pilot plant built with support from the Research Council of Norway, the Department for the Environment and the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE)
- Fuel capacity: 10,000 tonnes per year
- Energy production: 25 GWh per year
- Footprint 380 m<sup>2</sup>
- Fuel bunker capacity 560 m<sup>3</sup>

## Ownership & Partners

- ENERGOS AS 100%

## Waste Contracts

- Local commercial waste
- Paper waste from Peterson Ranheim Linerboard

## Energy Contracts

- Peterson Ranheim Linerboard, a paper mill specializing in manufacturing paper from recycled cardboard



# Averøy Plant - 2000

## Plant Description

- First commercial plant
- Partnership of local municipalities (estimated population 66,000)
- Fuel capacity: 34,000 tonnes per year
- Energy production: 65 GWh per year
- Footprint 1200 m<sup>2</sup>

## Ownership & Partners

- ENERGOS AS 90%
- NIR (community waste company) 10%

## Waste Contracts

- Municipal Solid Waste from Nordmøre Interkommunale Renovasjonsselskap (NIR), a waste management network comprising of 11 local municipalities of which Kristiansund is the largest
- Local commercial waste

## Energy Contracts

- Steam for Skretting AS, a wholly owned subsidiary of the Nutreco Group
- Electricity for local grid





# Hurum Plant - 2001

## Plant Description

- First plant featuring modular design
- Fuel capacity: 36,000 tonnes per year
- Energy production: 90 GWh per year
- Footprint 1200 m<sup>2</sup>
- Fuel bunker capacity 1300 m<sup>3</sup>

## Ownership & Partners

- Daimyo AS

## Waste Contracts

- Municipal Solid Waste ROAF, a waste management company owned by several municipalities north of Oslo
- Commercial waste from Oslo international Airport
- Industrial waste (paper rejects) from Hurum Fabrikker, Sundal Eker, and Peterson Moss

## Energy Contracts

- Steam for Hurum Fabrikker AB, a paper manufacturer



# Minden Plant - 2002

## Plant Description

- Turnkey supply with O&M
- Fuel capacity: 37,000 tonnes per year
- Energy production: 110 GWh per year

## Ownership & Partners

- AML-IMMObilien GmbH, 100%

## Waste Contracts

- MSW (50%)
- RDF / SRF (50%)

## Energy Contracts

- BASF PharmaChemikalien GMBH
- Steam from the ENERGOS plant replaces 19 Million m<sup>3</sup> of natural gas



# Forus Plant - 2002

## Plant Description

- First plant with integrated pre-treatment facilities
- Fuel capacity: 38,000 tonnes per year
- Energy production: 86 GWh per year
- Footprint 1200 m<sup>2</sup>
- Fuel bunker capacity 1300 m<sup>3</sup>

## Ownership & Partners

- Lyse Energi, 67%; IVAR IKS, 33%

## Waste Contracts

- Residual Municipal Solid Waste from IVAR IKS, a local waste collection company
- Local Commercial waste

## Energy Contracts

- Lyse Energi AS Steam for district heating and electricity for the grid



# Sarpsborg I Plant - 2002

## Plant Description

- First double-line plant
- Fuel capacity: 75,000 tonnes per year
- Energy production: 190 GWh per year
- Footprint: 2100 m<sup>2</sup>
- Fuel bunker capacity: 2500 m<sup>3</sup>

## Ownership & Partners

- Østfold Energi AS 100%

## Waste Contracts

- Local municipal and industrial waste

## Energy Contracts

- Borregaard Fabrikker, a large Norwegian industrial chemical firm Steam from the ENERGOS plant replaces 20,000 tonnes of fuel oil



# Isle of Wight Plant - 2009

## Plant Description

- Retrofit of a conventional incinerator with ENERGOS technology. Features new primary/secondary chamber configuration
- Fuel capacity: 30,000 tonnes per year
- Energy production: 13.5 GWh per year (electricity)
- Footprint: 400 m<sup>2</sup>
- New Technologies Demonstrator Programme (NTDP)

## Ownership

- Waste Gas Technology UK Ltd, 100%

## Waste Contracts

- Pre treated Refuse Derived Fuel (RDF) from Island Waste Services

## Energy Contracts

- Electrical power will be exported to the grid





# Sarpsborg II Plant - 2010

## Plant Description

- The Sarpsborg II plant is under construction and will be commissioned in 2010.
- This plant will compliment the existing Sarpsborg I plant which was opened in 2002 and is under separate ownership
- Fuel capacity: 78,000 tonnes per year
- Energy production: 230 GWh per year (steam). Will displace more than 20,000 tonnes of fuel oil per year.
- Footprint: 2100 m<sup>2</sup>

## Ownership

- Hafslund H&V AS, 100%

## Waste Contracts

- Residual municipal and commercial waste

## Energy Contracts

- Steam is supplied to the Borregaard Fabrikker chemical company





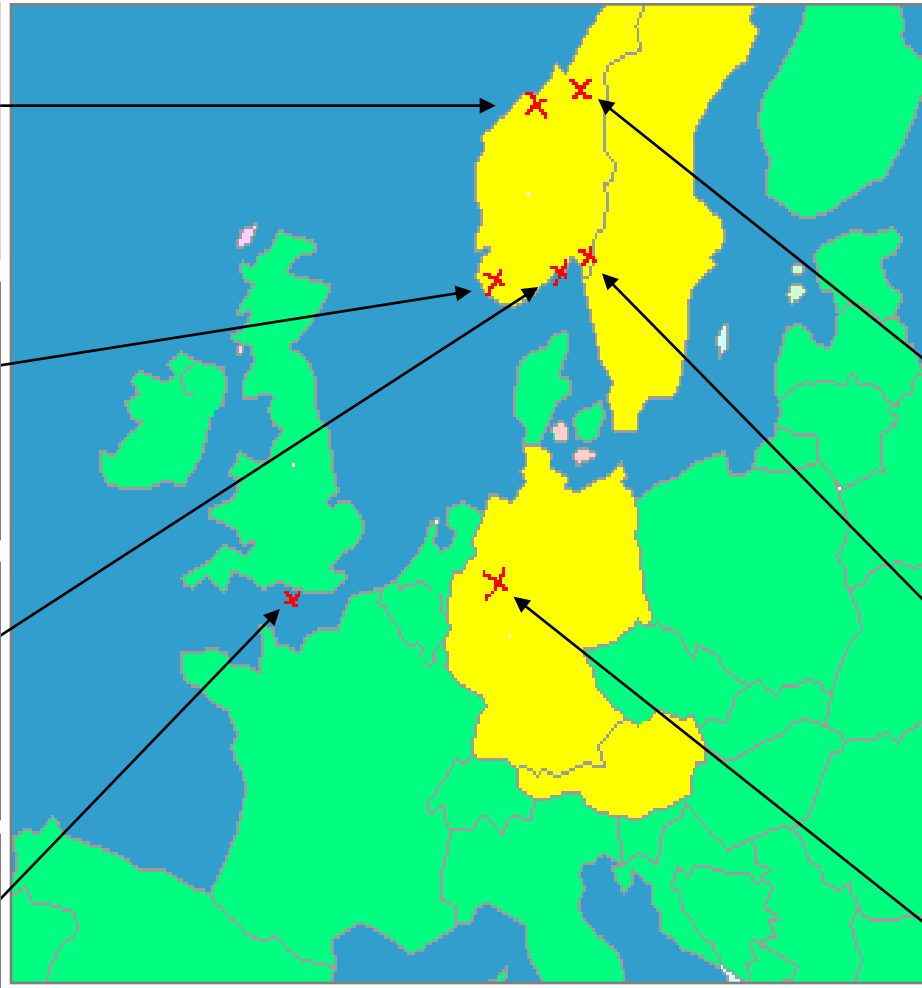
# Location of Plants

**Averøy**  
 Opened: 2000  
 Waste: 34,000t  
 Energy: Steam/Elec.

**Forus**  
 Opened: 2002  
 Waste: 38,000t  
 Energy: Steam/Elec.

**Hurum**  
 Opened: 2001  
 Waste: 36,000t  
 Energy: Steam

**Isle of Wight\***  
 Opened: 2000  
 Waste: 30,000t  
 Energy: Elec.



**Ranheim**  
 Opened: 1997  
 Waste: 10,000t  
 Energy: Steam

**Sarpsborg**  
 Opened: 2002  
 Waste: 75,000t  
 Energy: Steam

**Minden**  
 Opened: 2001  
 Waste: 37,000t  
 Energy: Steam

\* Converted