



**ÅLÄNSK UTREDNINGSSERIE**

**2003:2**

**BEDÖMNING AV UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER OCH ANDRA  
LUFTFÖRORENINGAR PÅ ÅLAND**

**Erik Levlin  
Februari 2003**

ISSN 0357-735X



## Bedömning av utsläpp av växthusgaser och andra luftföroreningar på Åland

### Innehållsförteckning

Sammanställning av luftföroreningsutsläpp.....	1
Global Uppvärmning ”Växthuseffekten”.....	2
Luftutsläppsberäkning med emissionsfaktorer .....	5
Vägtrafik .....	5
Sjötrafik.....	6
Avlopp och avfall.....	11
Uppvärmning och elkraftproduktion.....	14
Jordbrukets djurhållning och gödselhantering .....	17
Övrig oljeförbränning .....	18

### Sammanställning av luftföroreningsutsläpp

Tabell 1. Utsläpp på Åland av föroreningar (ton/år) till luft fördelat på utsläppskällor år 2001.

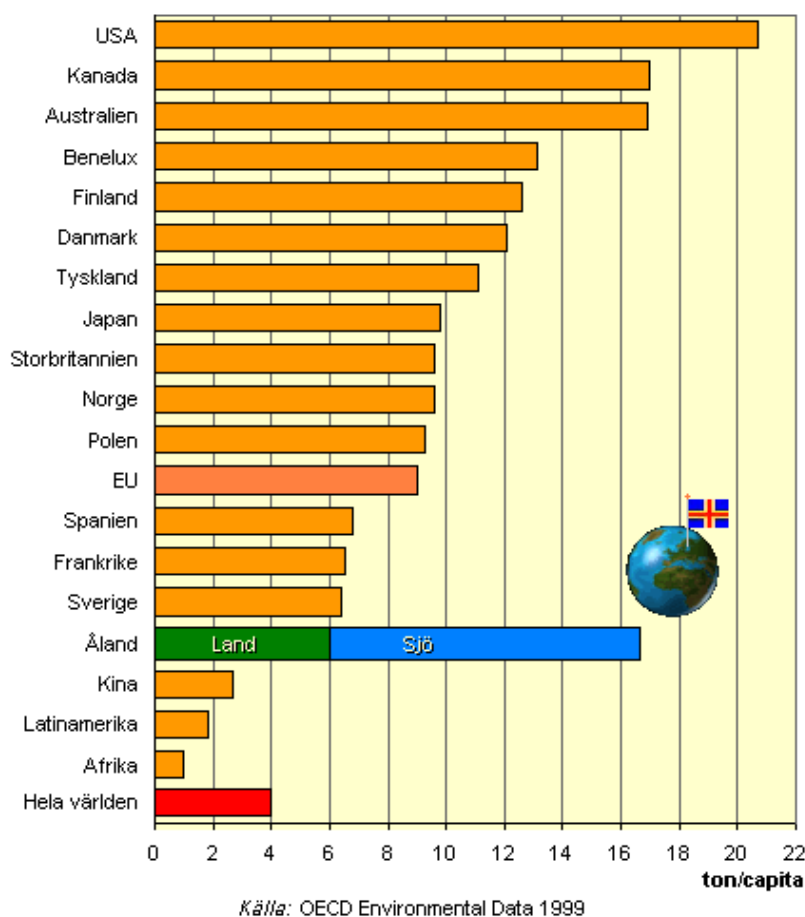
	Koldioxid CO <sub>2</sub> ton/år	Kolmono- oxid CO ton/år	Kolväten ton/år		Kväveoxider ton/år		Svavel- dioxid SO <sub>2</sub> ton/år
			Metan CH <sub>4</sub>	Övriga NMVOC*	Lustgas N <sub>2</sub> O	Övriga NO <sub>x</sub>	
Avlopp och avfall	4 658	0,97	609	16	7,03	0,86	0,41
El och värme	84 056	94,9	11,7	20,3	4,51	101	96,4
Vägtrafik	49 501	1 795	13,4	203	7,67	331	1,15
Övrigt**	18 900	10,7	625	0,64	68,0	10,7	6,41
<b>Total</b>	<b>157 116</b>	<b>1 902</b>	<b>1259</b>	<b>239</b>	<b>87,6</b>	<b>444</b>	<b>104</b>
Sjötrafik	268 715	121	3,60	10,8	7,20	2 225	835
<b>Total</b>	<b>425 826</b>	<b>2 023</b>	<b>1263</b>	<b>250</b>	<b>94,8</b>	<b>2 661</b>	<b>939</b>

\* NMVOC, (Non Metane Volatile Organic Carbon) är andra kolväten än metan.

\*\* Metan kommer från lantbrukets djurhållning, lustgas från lantbrukets gödselhantering och övrigt från oljeförbränning för arbetsredskap och industriella processer.

Utsläpp av föroreningar till luft på Åland fördelat på olika utsläppskällor redovisas i tabell 1. Dessa är beräknade genom att utsläppen beräknats från olika samhällssektorer som vägtrafik, sjötrafik, el- och värmeproduktion, avlopps- och avfallshantering samt jordbruk och industri. Dessa beräkningar redovisas i separata kapitel för de olika sektorerna. Dessutom finns ett kapitel om de emissionsfaktorer som kan användas för att beräkna utsläpp av luftföroreningar. Av de redovisade luftföroreningarna bidrar koldioxid CO<sub>2</sub>, metan CH<sub>4</sub> och dikväveoxid N<sub>2</sub>O till klimatförändring genom global uppvärmning, kallat ”växthuseffekten”. Utsläpp av dessa gaser redovisas i nästa kapitel. Andra föroreningar som kväveoxider och svaveldioxid skapar surt regn genom att de i atmosfären oxideras till salpetersyra respektive svavelsyra.

Diagrammet i figur 1 visar CO<sub>2</sub>-utsläpp per capita för Åland, jämfört med andra länder. Koldioxidutsläpp per capita för Åland är 16,4 ton/år, varav 6,1 ton/år (37 %) är från utsläpp från andra källor än sjöfarten. Om enbart utsläpp från land räknas, är åländska utsläpp relativt låga jämfört med andra länder. Till detta bidrar att Åland inte har större tung industri, elkraften importeras till större delen och transporter sker till större del sjöledes. Dock, om utsläpp från sjötrafiken i farleder på åländskt vatten inkluderas, är åländska utsläpp räknat per capita höga jämfört med andra länder. Största delen av sjötransporterna utgörs dock av genomfartstrafik mellan Sverige och Finland.



Figur 1. CO<sub>2</sub> utsläpp per capita för Åland och andra länder.

## Global Uppvärmning "Växthuseffekten"

*GWP, Global UppvärmningsPotential.*

Växthusgaser som koldioxid CO<sub>2</sub>, metan CH<sub>4</sub> och dikväveoxid N<sub>2</sub>O absorberar värmeutstrålningen från jordytan, vilket medför att en ökad halt växthusgaser i atmosfären gör att världens medeltemperatur ökar. Hur stor uppvärmning som en gas åstadkommer beror på dess förmåga att absorbera värmestrålning och hur länge den stannar i atmosfären innan den försvinner. Detta uttrycks i GWP, Global UppvärmningsPotential, som gasens uppvärmningseffekt relativt uppvärmningseffekten för koldioxid. De viktigaste växthusgaserna med globala uppvärmningspotentialer i CO<sub>2</sub> ekvivalenter visas i tabell 2, och kan beräknas med formeln:

$$\text{GWP (i ton CO}_2\text{-ekvivalenter)} = \text{ton CO}_2 + 23 \times \text{ton CH}_4 + 296 \times \text{ton N}_2\text{O} + 22\,200 \times \text{ton SF}_6$$

Den dominerande bidraget i Europa till den globala uppvärmningen, 80 %, utgörs av CO<sub>2</sub>-utsläpp. Utsläpp av CH<sub>4</sub> och N<sub>2</sub>O bidrar vardera med 10 % i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Utsläppen av övriga växthusgaser som HFC (fluorkolväten), FC (fluorkarboner) och svavelhexafluorid SF<sub>6</sub> är så små att de, trots ofta höga globala uppvärmningspotentialer, tillsammans bidrar med mindre än 1 % i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Uppvärmningspotentialerna för kol-fluorföreningar som fluorkolväten och fluorkarboner är högst varierande beroende på den kemiska formeln för den specifika föreningen.

Tabell 2. De viktigaste växthusgaserna med globala uppvärmningspotentialer ( $GWP_{100}$ ) i  $CO_2$ -ekvivalenter och dominerande utsläppskällor.

Växthusgas	$GWP_{100}$ <sup>1</sup>	Dominerande utsläppskälla <sup>2</sup>
Koldioxid ( $CO_2$ )	1	Förbränning av fossila bränslen Trafik och uppvärmning
Dikväveoxid ( $N_2O$ )	296	Gödslad jordbruksmark Lantbruk
Metan ( $CH_4$ )	23	Utsöndring från idisslande boskap Lantbruk och Läckage från avfallsdeponier Avfallshantering
HFC (fluorkolväten)	Beror på typ av förening	Läckage från kylskåp, värmepumpar m m
FC (fluorkarboner)		Föroreningar vid aluminiumframställning
Svavelhexafluorid ( $SF_6$ )	22 200	Läckage från tyngre elektrisk apparatur

1  $GWP_{100}$  (Global Warming Potential) Global uppvärmningspotential i  $CO_2$ -ekvivalenter i ett hundraårsperspektiv, Källa: IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. Work group 1, Third Assessment Report (<http://www.ipcc.ch/pub/wg1TARtechsum.pdf>, Tabell 3 sid. 47)

2 Statens Naturvårdsverk (<http://www.naturvardsverket.se/dokument/foren/klimat/vaxthus.html>)

### Växthusgaser från Åland

Utsläpp av växthusgaser från Åland visas tabell 3. Utöver i tabell 1 redovisade luftföroreningar bidrar även emissioner av fluorkolföreningar till den globala uppvärmningen. Läckage från kylskåp, värmepumpar och tyngre elektrisk apparatur förekommer även på Åland, men bidraget till den globala uppvärmningen kan uppskattas till 1%. Aluminiumframställning som är en viktig källa för fluorkarboner förekommer inte på Åland. Utifrån utsläppsstatistik redovisade för Finland<sup>1</sup> och Sverige<sup>2</sup> uppskattas utsläppen av HFC till 100 kg  $CO_2$ -ekvivalenter per invånare, FC till 2 kg  $CO_2$ -ekvivalenter per invånare och  $SF_6$  till 0 kg  $CO_2$ -ekvivalenter per invånare. Finlands 5,2 miljoner invånare redovisar större utsläpp per invånare än Sveriges 8,9 miljoner. Detta ger ett tillskott för Åland på 2652 ton  $CO_2$ -ekvivalenter och en totalsumma på 471 952 ton  $CO_2$ -ekvivalenter (201 987 ton  $CO_2$ -ekvivalenter exklusive sjöfart).

Tabell 3. De 6 växthusgaserna med utsläpp till luft från Åland inkl sjöfart för år 2001.

Växthusgas	Utsläpp från Åland	$GWP_{100}$ ( $CO_2$ -ekvivalenter)
Koldioxid ( $CO_2$ )	425 826 ton	425 826 ton
Metan ( $CH_4$ )	1263 ton	29 047 ton
Dikväveoxid ( $N_2O$ )	95 ton	28 069 ton
HFC (fluorkolväten)	100 kg $CO_2$ -ekv/inv.	2 600 ton
FC (fluorkarboner)	2 kg $CO_2$ -ekv/inv.	52 ton
Svavelhexafluorid ( $SF_6$ )	0 kg $CO_2$ -ekv/inv.	0 ton
Summa		485 594 ton

Den globala uppvärmningspotentialen, GWP, för utsläpp av luftföroreningarna fördelat på olika utsläppskällor och växthusgaserna koldioxid, metan och lustgas redovisas i tabell 4. Figur 2 visar den procentuella fördelning på olika utsläppskällor och växthusgaser. När andra gaser än koldioxid, där sjöfarten står för 64 %, tas med i beräkningen medför de stora emissionerna av metan och lustgas från jordbruket att sjöfartens bidrag till den globala uppvärmningspotentialen blir ca 58 %. Sjötrafikens stora bidrag ger dock att för Åland står koldioxiden för 90 % av den globala uppvärmningspotentialen jämfört med 80 % som är koldioxidens totala bidrag till uppvärmningspotentialen.

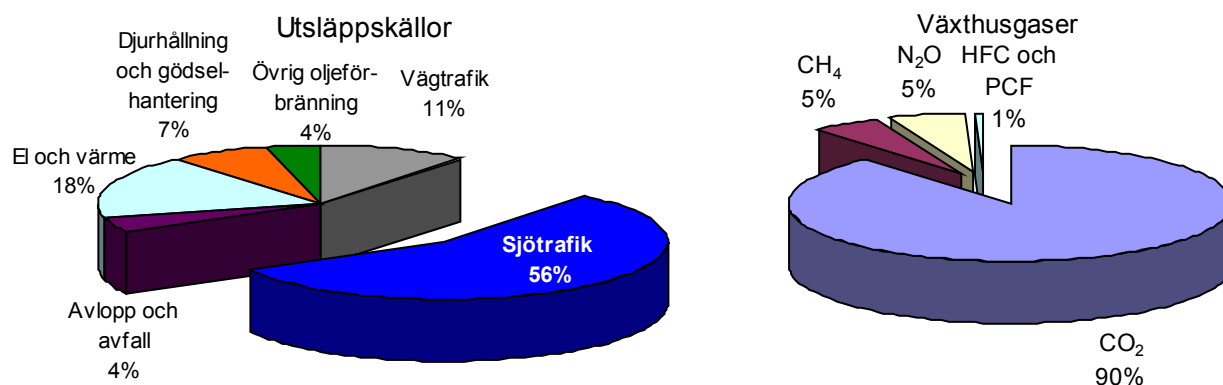
<sup>1</sup> Finland: <http://www.vyh.fi/eng/environ/state/air/emis/ghg/ghg.htm>

<sup>2</sup> Sverige: <http://www.internat.environ.se/documents/pollutants/climate/climate/fcccdade.html>

Tabell 4. Global uppvärmningspotential, GWP, i ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, fördelad på bidrag från olika växthusgaser och utsläppskällor

	Koldioxid CO <sub>2</sub>	Metan CH <sub>4</sub>		Lustgas, dikväve- oxid N <sub>2</sub> O		GWP	Per Capita
	Ton/år	ton/år	GWP	ton/år	GWP		
Avlopp och avfall	4 658	609	8 146	8,02	2 375	20 754	0,80
El och värme	84 056	11,7	268	4,51	1 334	85 685	3,29
Vägtrafik	49 501	13,4	307	7,67	2 269	52 078	2,00
Jordbruk*	—	625	14 368	68,0	20 128	53 527	1,33
Övrig oljeförbränning	18 900	0,21	5	0,43	126	19 031	0,73
Från land	157 116	1259	28 964	88,6	26 231	212 017	8,15
Sjötrafik	268 710	3,60	82,8	7,20	2 132	270 925	10,42
Total	425 826	1263	29 047	94,8	28 069	482 942	18,57

\*Metan kommer från djurhållning och lustgas från gödselhantering. Jordbrukets oljeförbränning är ej inräknad.



Figur 2. Global uppvärmning fördelat på utsläppskällor och växthusgaser för Åland 2001.

Tabell 5 visar den globala uppvärmningspotentialen fördelat på sektorerna transport, hushåll, lantbruk och industri. Transport är en summering av vägtrafik och sjötrafik. I hushåll ingår 75 % av el och värme samt avlopp och avfall. Enligt tabell 22 utgör bostadshus 67 % av den totala byggnadsytan. Den offentliga sektorn lokaler som skolor och sjukhus har fördelats på de övriga sektorerna varvid hushållens andel ökats från 65 % till 75 %. Utnyttjandet av avlopp och avfall förväntas motsvara lokalanvändningen varvid hushållens andel räknats till 75 %. I rubriken lantbruk ingår metan från djurhållning och lustgas från gödselhantering 10 % av el, värme, avlopp och avfall samt 20 % av övrig oljeförbrukning. Övrigt har räknats till industrin, vilket är 15 % av el, värme, avlopp och avfall, 80 % av övrig oljeförbrukning samt emissioner från användning av fluorkolföreningar.

Tabell 5. Global uppvärmningspotential, GWP, i ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, fördelat på transport, hushåll, lantbruk och industrin.

	GWP (CO <sub>2</sub> -ekv.)	CO <sub>2</sub> -ekv./capita	CO <sub>2</sub> -ekv./BNP
Transport	323002 ton	12,42 ton/inv.	395,35 ton/MEUR
Hushåll	79809 ton	3,07 ton/inv.	97,69 ton/MEUR
Lantbruk	48917 ton	1,88 ton/inv.	59,87 ton/MEUR
Industri	33865 ton	1,30 ton/inv.	41,45 ton/MEUR

## Luftutsläppsberäkning med emissionsfaktorer

För att bedöma emission av luftföroreningar som CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO och SO<sub>2</sub> kan emissionsfaktorer användas om inga andra uppgifter finns om utsläppets storlek. Utsläpp av CO<sub>2</sub> och SO<sub>2</sub> kan beräknas från bränslets kol och svavelinnehåll. Förbränningstemperaturen samt bränslets kväveinnehåll bestämmer NO<sub>x</sub>-utsläpp, varvid högre temperatur ger mer NO<sub>x</sub>. Utsläpp av NO<sub>x</sub> och SO<sub>2</sub> kan dock reduceras genom rökgasrening. Om inga mätningar på utsläpp av föroreningar kan utsläpp av en förorening uppskattas genom att den förbrukade mängden bränsle multipliceras med en emissionsfaktor. De emissionsfaktorer som används baseras på erfarenhet av hur mycket föroreningar som vanligtvis bildas t.ex. vid förbränning och hur mycket som tas bort genom rening. Emissionsfaktorer som används i olika länder kan därför variera betydligt. Nedanstående Tabell 6 visar emissionsfaktorer för uppvärmning genom oljeförbränning från Naturvårdsverket och SCB i Sverige, jämfört med emissionsfaktorer från Storbritannien och USA. I denna studie används om inga andra uppgifter finns tillgängliga Naturvårdsverket och SCB faktorer. Dessa är uppdelade på olika bränslen och användningsområden. För CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O och NMVOC (andra kolväten än metan), finns faktorer för användning för 1; Industri, 2; Bostäder, 3; Fjärrvärme och 4; El, och för NO<sub>x</sub>, CO och SO<sub>2</sub> för 1; Gasturbin och dieseldrift, 2; Bostäder, service m.m. och 3; Övrig förbrukning.

Tabell 6. Exempel på emissionsfaktorer som används för beräkning av utsläpp till luft från uppvärmning i Sverige<sup>1</sup>, i UK, Storbritannien<sup>2</sup>, samt i USA för metan och dikväveoxid<sup>3</sup>.

		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NMVOC
Lätt eldningsolja, egen panna	kg/GJ	75,3	0,001	0,002	0,05	0,05	0,03	0,002
	kg/ton (42,4 GJ/ton)	3193	0,042	0,085	2,12	2,12	1,27	0,085
Tung eldningsolja, fjärrvärme	kg/GJ	76,2	0,002	0,005	0,10	0,025	0,18	0,003
	kg/ton (42,4 GJ/ton)	3225	0,085	0,212	4,24	1,06	7,62	0,127
UK Burning oil, domestic	kg/ton	3150	0,309	0,027	2,21	0,16	0,42	0,133
US EPA	kg/GJ		0,01	0,006				

1. Naturvårdsverket och SCB, Utsläpp till luft i Sverige. Serie MI 18 – Miljövård SM 0201 ISSN 1403-8978. (<http://www.scb.se/sm/MI18SM0201.pdf>)

2. UK Greenhouse Gas, Inventory, 1990 to 2000, Annual Report for submission under the Framework Convention on Climate Change, (<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/naei/annreport/annrep99/>)

3. USA EPA (Environmental Protection Agency) 430-R-02-003, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2000.

## Vägtrafik

Vägtrafikens bidrag till luftutsläpp på Åland kan bedömas med utgångspunkt från en modell över vägtrafikemissioner i Finland framtagna av VTT<sup>3</sup>. Tabell 7 visar vägtrafikemissioner 2001. Resultaten finns även fördelad på olika fordonsslag, varav man kan räkna ut fördelningen på diesel och bensin (se tabell 8).

Tabell 7. Vägtrafikemissioner (ton/år) i Finland 2001.

	CO	HC*	NOx	PM*	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Bränsle	Mkm/år
Huvudvägar	164 298	22 191	23 125	1 420	828	490	97	4 393 338	1 399 293	16 672,440
Matarvägar	156 043	17 909	52 062	2 466	1 616	950	126	6 638 915	2 113 139	31 646,720
Total	320 341	40 100	75 187	3 886	2 443	1439	224	11 032 252	3 512 432	48 319,160

Källa: LIISA 2001.1 Calculation Software VTT. \*HC är kolväten och PM är luftburna partiklar.

<sup>3</sup> VTT Building and Transport, Road traffic exhaust emissions calculation software LIISA 2001.1, (<http://lipasto.vtt.fi/lipastoe/liisae>)

Tabell 8. Vägtrafikemissioner (ton/år) i Finland 2001 fördelat på drivmedel.

	CO	HC*	NOx	PM*	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O*	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Bränsle	Mkm/år
Diesel:	19 267	5 940	41 612	3 757	287	251	55	5 744 052	1 824 709	13 744,597
Ej diesel:	301 074	34 160	33 575	128	2 157	1188	169	5 288 199	1 687 722	34 574,563
Total:	320 341	40 100	75 187	3 885	2 444	1439	224	11 032 251	3 512 431	48 319,160

Källa: LIISA 2001.1 Calculation Software VTT \*HC är kolväten och PM är luftburna partiklar.

Diesel används mer i tyngre fordon som lastbilar och bussar medan ej diesel är bensin som mest används i personbilar. Bränsleförbrukning per km är 0,15 liter för diesel och 0,07 liter för ej diesel. På Åland såldes år 2001 7180 m<sup>3</sup> dieselolja (6067 ton) och 14217 m<sup>3</sup> bensin (10663 ton). En del av bensinen används för arbetsmaskiner och båtar, i Finland 4 % respektive 2,7 % (Kari Mäkelä, VTT Building and Transport). Användning av småbåtar är större på Åland än i Finland, varför användningen till båtar uppskattas till 5 %. Bensinförbrukningen för fordonstrafik reduceras därför med 9 %, vilket blir 9703 ton. På Åland används för drivmedel mer bensin (62 %) än diesel (38 %), medan i riket används mer diesel (52 %) än bensin. Skillnaden beror på att en stor del av Ålands transporter sker som sjötrafik med färjor, vilket i större utsträckning reducerar de tyngre transportererna som oftare sker över längre distanser än resor med personbil. En uppskattning för Åland (se tabell 9) erhålls om siffrorna i tabell 8 räknas om för de mängder drivmedel som distribueras på Åland. I tabellen redovisas utsläpp av CO, HC, NOx, PM, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub> och CO<sub>2</sub>, varvid HC är kolväten och PM är luftburna partiklar. I rapporten i övrigt redovisas kolväten som metan CH<sub>4</sub> och övriga kolväten NMVOC, varvid halten NMVOC är halten HC reducerad med metanhalten. Den globala uppvärmningspotentialen från vägtrafiken kan beräknas till 52 158 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Tabell 9. Beräkning av vägtrafikemissioner (ton/år) för Åland 2001 baserad på mängd drivmedel.

	CO	HC*	NOx	PM*	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Bränsle	Mkm/år
Diesel	64	20	138	12,49	0,95	0,83	0,18	19 098	6 067	45,700
Ej diesel	1 731	196	193	0,74	12,40	6,83	0,97	30 403	9 703	198,775
Total	1 795	216	331	13,23	13,35	7,67	1,15	49 501	15 770	244,475

\*HC är kolväten och PM är luftburna partiklar.

## Sjötrafik

Även om sjötrafiken spelar en stor betydelse för Ålands egna transporter utgör sjötransporterna på farleder på åländskt vatten till största delen av genomfartstrafik för transporter mellan Sverige och Finland. Det kan därför diskuteras hur stor andel av sjötrafikens utsläpp som skall räknas till Åland. Tabell 10 och figur 3 visar sjörutter med reguljär fartygstrafik som passerar Åland. Det finns även planer på att rutten Kapellskär – Paldiski skall gå in till Mariehamn när Estland blir medlem i EU. För trafiken till hamnar i Åbo och Nådendal som inte kommer från Sverige finns det andra farleder som inte passerar Åland (se figur 3). Farleden från Nådendal via Utö har ett djup på 13 m, medan farleden västerut genom Åland har ett djup på 9 m. Enligt Sjöfartsverket<sup>4</sup> var trafiken 1998 på farleden från Åbo och Nådendal till Nagu 7500 – 10 300 fartygpassager. På farleden från Nagu västerut genom Åland var trafiken 5000 – 7500 passager. Farleden från Nagu söderut via Utö passerades av 2000 – 5000 fartyg, farlederna mot nordväst från Nagu samt mot sydost öster om Nagu av 700 – 2000 fartyg och den östvästliga farleden norr om Utö av färre än 200 fartyg. Enligt

<sup>4</sup> Sjöfartsverket, Skärgårdshavets Sjöfartsdistrikt, Öro Farled Miljökonsekvensernas Bedömningsrapport, Åbo 2002, sida 14, karta 2, ([http://www.vyh.fi/sve/politik/mkb/arkiv/svf/oro\\_rapport\\_01.pdf](http://www.vyh.fi/sve/politik/mkb/arkiv/svf/oro_rapport_01.pdf)).

tabell 10 trafikeras farleden från Långnäs till Nagu med 7026 fartygspassager per år och från Långnäs mot Mariehamn av 6402 passager, vilket ligger inom det intervall som uppgivits av Sjöfartsverket.

Tabell 10. Rutter och rederier för färjetrafik som passerar åländskt vatten 2001.

Rutt	Rederi	Antal fartyg	Turer/år (v är veckor och t är turer)
Grisslehamn – Eckerö	Eckerölinjen	2(22v), 1(30v)	2232 = 9v x 70t + 13v x 54t + 30v x 30t
Kapellskär – Mariehamn	Viking Line	1	1802 = 12v x 28t + 9v x 42t + 34v x 32t
Kapellskär – Nådendal	FinnLink	3	2080 = 52v x 40t
Långnäs – Nådendal	Lillgaard	1	624 = 52v x 12t
Stockholm – Mariehamn – Helsingfors	Silja Line	2	728 = 52v x 14t
	Viking Line	2	728 = 52v x 14t
Stockholm – Mariehamn – Åbo	SeaWind	2	1284 = 9v x 28t + 43v x 24t
/Kapellskär /Långnäs	Silja Line	2	1456 = 52v x 28t
	Viking Line	3(9v) 2(43v)	1582 = 9v x 42t + 43v x 28t
Stockholm – Mariehamn (kryssning)	Birka Line	1	728 = 52v x 14t
	Viking Line	1(42v)	588 = 42v x 14t
	Ånedinlinjen	1	728 = 52v x 14t



Figur 3. Sjörutter och hamnar för reguljär fartygstrafik som passerar Åland (—). (Övriga farleder i Skärgårdshavet med djup på minst 7,5 meter (—))

### Silja Line

Silja Line har 4 fartyg i trafik mellan Finland och Sverige, 2 på ruten Åbo–Åland–Stockholm/Kapellskär och 2 på ruten Helsingfors–Mariehamn–Stockholm. Utsläpp från Silja Lines fartyg redovisas i Silja Lines miljöredovisning. Tabell 11 visar fördelning av utsläpp av NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> och CO<sub>2</sub> för de rutter som passerar Åland. Fartygen använder en tjockolja med en svavelhalt som inte överstiger 0,5 % och en dieselolja med en svavelhalt som inte överstiger 0,2 %. På Silja Europa och Silja Festival har katalysatorer installerats på huvudmotorerna som reducerar NO<sub>x</sub>-utsläpp från 17 till under 1 g/kWh. Vatteninjektionsteknik har installerats på Silja Serenades och Silja Symphonys huvudmotorer, vilket reducerar NO<sub>x</sub>-utsläpp till ca 5,5 g/kWh.



Tabell 11. Silja Lines rutter som passerar Åland med fartyg och redovisade emissioner 2001 fördelade på finländskt och svenskt vatten.

		NO <sub>x</sub> (ton)	SO <sub>2</sub> (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)
1 Helsingfors–Mariehamn–Stockholm				
Finland		1 160	333	105 500
Sverige		340	104	33 000
2 Åbo–Åland–Stockholm/Kapellskär				
Finland		700	338	84 700
Sverige		330	142	67 600
Helsingfors–Mariehamn–Stockholm		Åbo–Åland–Stockholm/Kapellskär		
Silja Serenade		Silja Symphony		Silja Europa
Silja Serenade		Silja Symphony		Silja Festival
BRT, ton	58 376	58 377	59 912	34 414
Summa				
				211 079

Källa: Silja Lines miljöredovisning (<http://www.silja.com/investorsv/miljoredoavisning.pdf>).

Av den finländska delen av ruten Åbo–Åland–Stockholm/Kapellskär som går igenom Skärgårdshavet, ligger 63 % (111 km) på den åländska sidan väster om Skiftet. Ruten Helsingfors – Mariehamn – Stockholm går på gränsen till finländskt territorialvatten söder om Skärgårdshavet, varvid 38 % av sträckningen (133 km) ligger väster om Utö. Om sträckningen som går på åländskt vatten räknas från en punkt där ruten böjer av norrut för att gå in till Mariehamn, går 20 % av sträckan (84 km) på åländskt vatten. Utifrån detta kan utsläpp på åländskt vatten beräknas (se tabell 12).

Tabell 12. Silja Lines emissioner av luftföroreningar på åländskt vatten 2001.

Rutt	Åländskt vatten	Olja*	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Helsingfors–Mariehamn–Stockholm	20 %	6 698 ton	21 100 ton	67 ton	232 ton
Åbo–Åland–Stockholm/Kapellskär	63 %	16 940 ton	53 361 ton	213 ton	441 ton
Summa		23 638 ton	74 461 ton	280 ton	673 ton

\* Oljeförbrukningen beräknas ur utsläpp av koldioxid (ton olja = ton CO<sub>2</sub>/3,15).

### Viking Line

Från Viking Line har en redovisning erhållits av emissioner av luftföroreningar på åländskt vatten på totalt 75 109 ton CO<sub>2</sub> (se tabell 13). Viking Line har 6 fartyg som trafikerar åländskt vatten. Utöver fyra fartyg som går samma rutter som Siljas som släpper ut 66 944 ton CO<sub>2</sub> (jämfört med Siljas 74 461 ton), skall läggas emissioner från Rosella och Ålandsfärjan. Rosella går i kryssningstrafik Stockholm–Mariehamn förutom 9 veckor under sommaren då den går ruten Kapellskär–Åland–Åbo. Ålandsfärjan går ruten Kapellskär–Mariehamn vår och höst 34 turer/vecka 42 turer/vecka 9 veckor under sommaren och 3 månader under vintern 28 turer/vecka. Siljas 4 fartyg är dock större (totalt 211 079 ton BRT) än Vikings 6 fartyg (totalt 165 695 ton BRT).

Tabell 13. Viking lines redovisade emissioner av luftföroreningar på åländskt vatten 2001.

Fartyg	Rutt	BRT ton	Olja* ton	CO <sub>2</sub> ton	NO <sub>x</sub> ton	CO ton	SO <sub>x</sub> ton	HC ton	PM ton
Amorella	Stockholm–Åbo	34 384	7931	24983	416	23	79	3	9
Isabella	Stockholm–Åbo	34 937	8793	27699	461	25	89	3	10
	Stockholm–Åbo	69 321	16724	52682	877	48	168	6	19
Gabriella	Stockholm–Helsingfors	35 492	2354	7415	124	7	24	1	3
Mariella	Stockholm–Helsingfors	37 860	2174	6847	59	6	22	1	2
	Stockholm–Helsingfors	73 352	4528	14262	183	13	46	2	5
Rosella		16 850	1677	5283	88	5	13	1	2
Ålandsfärjan	Kapellskär–Mariehamn	6 172	915	2882	48	3	5	0	1
Totalt		165 695	23844	75109	1196	68	231	8	27

\* Oljeförbrukningen beräknas ur utsläpp av koldioxid (ton olja = ton CO<sub>2</sub>/3,15).

Källa: Viking Line

### Övrig trafik

Birka Line kryssar med fartyget Birka Princess (BRT 22412) mellan Stockholm och Mariehamn. Den redovisade oljeförbrukningen framgår av tabell 14. Katalytisk avgasrening på samtliga motorer vilket reducerar kväveoxiderna i avgaserna ned till 0,54 g/kWh och användning av lågsvavligt bränsle medför låga utsläpp av svavel och kväveföroreningar.

Tabell 14. Birka Lines redovisade oljeförbrukning och utsläpp av luftföroreningar 2001.

	Bränsle		NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>
Totalt	8306 m <sup>3</sup>	6977 ton	20 ton	30 ton	25713 ton
Åländskt vatten (25 %)	2077 m <sup>3</sup>	1744 ton	5 ton	7,5 ton	6428 ton

Källa: Birka Lines årsredovisning (<http://www.birka.se/birka/22251%20Arsredovisning%202001.pdf>).

SeaWind Line trafikerar sträckan Stockholm–Långnäs–Åbo med 2 fartyg SeaWind och SkyWind 12 avgångar i veckan från Stockholm och Åbo, samt 2 månader under sommar fyra avgångar varje dag, vilket ger 3,5 passager/dag. Den redovisade oljeförbrukningen framgår av tabell 15.

Tabell 15. SeaWind Lines redovisade oljeförbrukning (ton) och svavelinnehåll (ton) 2002.

	SeaWind	SkyWind	Totalt	Svavel (ton)
Tjockolja, ton (0,5 % svavel)	9000	13000	22000	110
Gasolja, ton (0,2 % svavel)	250	500	750	1,5
Summa	9250	13500	22750	111,5
Varav på åländskt vatten (40 %)	3700	5400	9100	44,6

Eckerölinjen kör ruten Eckerö–Grisslehamn 46 turer/vecka (9 veckor 70 turer/vecka, 13 veckor 54 turer/vecka och övriga veckor 36 turer/vecka) och förbrukade 5147 m<sup>3</sup> brännolja år 2001. På sommaren går det två fartyg Roslagen (BRT 6652) och Alandia (BRT 6754), och ett fartyg vintertid. Oljan är av kvalitet WRD med mindre än 0,5 % svavelhalt. 60 % av förbrukningen kan räknas till åländskt vatten. Lillgaard trafikerar ruten Långnäs–Nådendal (36 % av sträckan ligger på åländskt vatten) 1 ggr/dygn 6 dagar i veckan med Fjärdvägen (BRT 6040) och förbrukar 7400 liter/dygn lätt brännolja av kvalitet Ekopoc. Skärgårdstrafiken som trafikerar östra Åland och Skärgårdshavet med tio färjor (se figur 4), förbrukade 6 181 ton (7 358 m<sup>3</sup>) år 2001. Bränsleförbrukningen för de frigående färjor Alfågeln (BRT 1469), Ejdern (BRT 486), Gudingen (BRT 961), Knipan (BRT 854), Doppingen, Viggen (BRT 1512) och Skiftet (BRT 961) var 7 146 708 liter. Grisslan som drivs av Kumlinge Skärgårdstrafik förbrukade 211 690 liter. Till detta tillkommer bränsleförbrukningen för linfärjorna.

Viking och Silja Lines trafik på ruten Helsingfors–Mariehamn–Stockholm förbrukar tillsammans 11 226 ton olja. Den största delen av sjötrafikens oljeförbrukning (ca 60 000 ton), och därav följande emissioner, står dock trafiken genom Skärgårdshavet på ruten Åbo/Nådendal–Åland–Stockholm/Kapellskär för. Denna rutt trafikeras av Viking, Silja, Sea Wind och Lillgard, samt även av Finnlink (Kapellskär–Nådendal). Utifrån SeaWinds förbrukning för 3,5 passager/dag uppskattas FinnLink (3 fartyg och 5,7 passager/dag) förbruka ca 14 800 ton olja, vilket ger en total förbrukning för fartygstafrik på 82 700 ton olja. För ca 5 år sedan använde FinnLink en bunkerolja med 2,2 % svavel<sup>5</sup>, vilket ger att FinnLink skulle bidra med 652 ton svaveldioxid.

<sup>5</sup> Rikumatti Levomäki, Environmental aspects in regular Finland-Åland-Sweden passenger/car ferry traffic, Sjöfartsbranschens Utbildningscentral, Åbo Universitet, ISBN: 951-29-1197-3, ISSN: 0782-3622, Åbo 1998.



Figur 4. Farleder med reguljär sjötrafik i östra Åland och skärgårdshavet. (Skärgårdstrafiken —, Farleden Åbo/Nådendal–Åland–Stockholm/Kapellskär —).

#### Totalt

Utifrån en sammanräkning av oljeförbrukningen till 82 700 ton uppskattas totala oljeförbrukningen för sjötrafiken uppskattas till 85 000 ton olja. Med Naturvårdsverket och SCB:s emissionsfaktorer som används i Sverige kan utsläpp från sjötrafiken beräknas (se tabell 16)

Tabell 16. Beräkning av sjötrafikemissioner (ton/år) för Åland baserad på mängd drivmedel 2001.

	Olja ton	CO <sub>2</sub> ton	SO <sub>2</sub> ton	NO <sub>x</sub> ton	CH <sub>4</sub> ton	N <sub>2</sub> O ton	CO ton	GWP
Birka Line	1 744	6 428	8	5	0,074*	0,148*	1,48*	6474
Eckerölinjen	2 594	8 171	26	22*	0,110*	0,220*	2,20*	6 867
Lillgaard	817	2 574	8	7*	0,035*	0,069*	0,69*	2 595
SeaWind Line	9 100	28 665	89	77*	0,386*	0,771*	7,71*	28 905
Silja Line	23 638	74 461	280	673	1,002*	2,003*	20*	75 085
Viking Line	23 844	75 109	231	1196	1,010*	2,020*	68*	75 738
Skärgårdstrafiken	6 181	19 469	26*	52*	0,262*	0,524*	5,24*	19 632
Summa**	67 918	214 877	668	2032	2,878	5,755	105,3	216 670
Uppskattad totalt	85 000	268 715	835	2225	3,601	7,203	121,4	270 958

\* Beräknat med Naturvårdsverket och SCB:s emissionsfaktorer

\*\* FinnLink bedöms förbruka ca 14 800 ton olja, vilket ger en total förbrukning på 82 700 ton olja

## Avlopp och avfall

### Avloppsreningsutsläpp

Vid Lotsbroverket i Mariehamn som är dimensionerat för en belastning på 30.000 personekvivalenter, behandlas avloppsvatten i tre steg; mekaniskt, kemiskt och biologiskt. Större delen av anläggningen är lokaliserad i ett bergrum där luftnings- och avsättningsbassängerna är belägna. År 2001 behandlade verket 1,95 milj. m<sup>3</sup> avloppsvatten innehållande 423 ton BOD<sub>7</sub> (biologiskt syrebehov uppmätt vid 7 dagars mätning). COD (kemiskt syrebehov) är ca dubbla BOD<sup>6</sup>, vilket ger 845 ton COD. COD för primärslam är ca 1,8 g syre/g biomassa vilket ger 529 ton TS (torrsubstanshalt) biomassa. TOC (totalt innehåll av organiskt kol) är ca 40% av COD vilket ger 339 ton TOC som kan bilda 1242 ton koldioxid (TOC x 44/12). Energiinnehållet är 3,48 kWh/kg COD vilket ger 2,78 GWh. Vid nedbrytning av biologiskt material bildas gaser som koldioxid och i syrefri miljö även metan och svavelväte. Biomassan minskar dels genom nedbrytning i syrerik miljö i aktivslamsteget varvid det blir ett utsläpp av koldioxid och genom nedbrytning till biogas i rötammaren.

Verket producerade 649 ton TS avloppsslam (23192 m<sup>3</sup>, TS 2,8 %). Överskottsslam tas ur processen i försedimenteringen. Andelen oorganisk substans efter rötning brukar vara ca 30 %, varför andelen före rötning är ca 20 % (röttningsgrad 40 %), vilket ger 520 ton biomassa, eller 936 ton COD (1,8 g syre/g biomassa). Den vid rötningen i syrefri miljö producerade biogasen användes för att täcka verkets eget energibehov, varför den påverkar övriga emissioner genom en lägre konsumtion av olja och el. Då metangasen bränns omvandlas den till koldioxid motsvarande den mängd som skulle ha bildats vid nedbrytning i syrerik miljö. Av 575 ton TS biomassa omvandlades 41 % till biogas (189 ton) vilken eldades och omvandlades till 562 ton koldioxid och 1,33 GWh energi. Producerad mängd biogas (219 106 m<sup>3</sup>) har ett energivärde på 6 kWh/m<sup>3</sup>, vilket ger 1,31 GWh. I rötslammet finns 339 ton TS biomassa, som vid fortsatt nedbrytning av slammet kan bilda 653 ton koldioxid med ett presumtvt energiutbyte på 1,92 GWh, som dock inte utnyttjas eftersom slammet komposteras. Tabell 17 visar en sammanställning över biomassans förändring vid avloppsreningen. Av tabellen är mängden biomassa som slam större före rötningen än i inkommande avloppsvatten, vilket visar på osäkerheterna vid beräkningen. En mer noggrann analys av processen skulle behövas för att ge bättre värld. Men då avloppssektorn ändå utgör en mindre del av utsläppen av luftföroreningar, är noggrannheten tillräcklig jämfört med den osäkerhet som finns vid beräkningarna i övrigt.

Tabell 17. Biomassans förändring vid avloppsrening och slamrötning i Lotsbroverket år 2001.

Steg	Biomassa	BOD	COD	TOC	Koldioxid	Energi
Inkommande avlopp	470 ton	423 ton	847 ton	338 ton	1242 ton	2,95 GWh
Utgående avlopp	25 ton	23 ton	45 ton	18 ton	66 ton	0,16 GWh
Avgår i aktivslamsteget	??? ton	??? ton	??? ton	??? ton	??? ton	??? GWh
Slam från avloppsrening	< 445 ton	< 400 ton	< 800 ton	< 320 ton	< 1175 ton	< 2,7 GWh
Slam till rötammaren	520 ton	468 ton	936 ton	374 ton	1372 ton	3,25 GWh
Avgår som biogas (41 %)	213 ton	191 ton	383 ton	154 ton	562 ton	1,33 GWh
Slam från rötammaren	307 ton	276 ton	552 ton	220 ton	809 ton	1,92 GWh

Av biogasen producerades i dieselgeneratorer 0,178 GWh elenergi, vilket är ca 20 – 25 % av Lotsbroverkets årsförbrukning. En dieselgenerator har ca 30 % effektivitet i energiomvandlingen vilket medför att metan motsvarande 0,59 GWh (ca 100 000 m<sup>3</sup>) användes till elproduktion. Förbränning av biogasen beräknas ge ett utsläpp på 562 ton CO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> Enligt N.F. Gray (Water Technology, 1999 ISBN 0 340 67645 0) är COD mellan 1,25 och 2,5 gånger BOD

I Chipsfabriken i Haraldsby renas ett flöde på 108 733 m<sup>3</sup> avloppsvatten varvid 3235 m<sup>3</sup> (17% TS ger 550 ton TS) slam erhålls. Slamproduktionen utgörs av 394 ton TS rötslam, vilket motsvarar 580 ton TS råslam före rötning (20 % oorganisk substans och 40 % röttningsgrad) och 156 ton TS råslam. Vid lagring av avvattnat avloppsslam avgår koldioxid, metan, lustgas och ammoniak. RVF Utveckling<sup>7</sup> har utfört emissionsmätningar varur de beräknat emissionen av metan till 3,13 kg/ton TS och lustgas till 5,0 kg/ton TS. Slammet från Chipsfabriken och Lotsbroverket är tillsammans 1200 ton TS. Förutom Lotsbroverket finns det ett antal mindre reningsverk runt om på Åland. Reningsverket på Föglö producerar 12 ton slam som deponeras på Föglös soptipp. Kommuner på fasta Åland som Finström skickar sitt slam till Lotsbroverket. Ca 6000 m<sup>3</sup> externt slam (10 % TS ger 600 ton TS slam) från några reningsverk och privata anläggningar mottas årligen vid en mottagningsstation vid "Rökerirondellen", där det blandas med avloppsvattnet. För att beräkna emissioner från slamhantering på Åland (se tabell 18) uppskattas den totala slammängden till 14 000 ton TS. Emissionsfaktorerna används för att beräkna utsläpp av andra föroreningar som bildas vid förbränning av bildad biogas. Troligtvis är svaveldioxidutsläppet högre än beräknat då biogasen innehåller en hel del svavelväte.

Tabell 18. Emissioner från förbränning av biogas och emissioner från nedbrytning av rötslam (ton/år) år 2001 beräknat på en total slammängd på 14 000 ton TS.

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NM VOC	GWP
Biogasbränning	1200	0,014	0,027	0,68	0,68	0,41	0,041	1209
Från rötslam	1800	4,382	7,000	—	—	—	—	4062
Totalt	3000	4,396	7,027	0,68	0,68	0,41	0,041	5271

#### Avfallsdeponier

Ålands största avfallsdeponi är Svinryggens deponi. Emission till luft uppkommer genom nedbrytning av avfall som lagts på deponin. År 2001 deponerades på Svinryggen 220 ton slaktavfall, 80 ton fett och 13 ton fiskslam vilket ger 313 ton biologiskt avfall (736 ton koldioxid och 1,74 GWh energi). Deponigas (huvudsakligen metan) produceras genom nedbrytning av biologiskt avfall. För att bedöma mängden bildad gas användes ett dataprogram LandGEM (Landfill Gas Emission Model) från EPA, USA:s Miljöskyddsmyndighet<sup>8</sup>. Gas som består av ca 50 % metan och 50 % koldioxid bildas i ca 20 till 30 år efter deponeringen genom nedbrytning av cellulosa i det deponerade avfallet. Omvandling av cellulosa till metan är en långsam process då cellulosan skyddas av lignin som först måste brytas ner.

Svinryggens deponi anlades 1960 och under de första 15 åren deponerades årligen mellan 3000 till 4000 ton avfall varefter det deponerade avfallet ökade från 6000 ton till 10 600 ton år 1992<sup>9</sup>. Därefter har avfallsmängderna minskat betydligt till 2557 ton år 2001. Hur mycket som lagts på Svinryggen år 1996, 1997 och 1999 – 2001 framgår av tabell 19. Detta ger att från 1960 till 2001 har totalt 247 000 ton avfall har deponerats på Svinryggen. Med dessa data som ingångsvärden kan emissioner år 2001 beräknas med LandGEM till 363 ton metan och 995 ton koldioxid (se tabell 20).

<sup>7</sup> Emissioner av metan, lustgas och ammoniak vid lagring av avvattnat rötslam. RVF Utveckling 02:15 ISSN 1103-4092

<sup>8</sup> Programmet kan hämtas på: <http://www.epa.gov/ttnecat1/dir1/landgem.zip>

<sup>9</sup> Åländsk utredningsserie 1994:1, Samordning av avfallshanteringen på Åland, bilaga 2.

Tabell 19. *Mängd avfall (i ton) deponerat på Svinryggen 1996, 1997\* och 1999-2001.*

Svinryggens deponi	1996	1997	1999	2000	2001
Industriavfall, ton	3172	3703	1 439	1 492	943
Hushållsavfall, ton	1943	1747	1 162	998	368
Byggavfall, ton	289	298	441	806	382
Träavfall, ton	—	—	114	129	196
Fyllnadsmaterial, ton	—	—	357	69	172
Ris/trädgårdsavfall, ton	—	—	267	147	79
Slaktavfall, ton	255	446	419	336	220
Fettavskiljare, ton	75	42	76	140	80
Fiskslam, ton	14	5	0	79	13
Lökskal, ton	—	—	0	7	55
Slam o gallerrens, ton	93	119	47	42	46
Asbest, ton	8	18	45	6	4
Övrigt	334	323	—	—	—
SUMMA:	6183	6665	4 366	4 250	2 557

\* Källa: Avfallsplan för Mariefhamns stad 03.08.1998.

Tabell 20. *Beräkning av emissioner från Svinryggens deponi 2001 beräknad med LandGEM.*

	CO	NM VOC	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
ton/år	0,178	9,4	363	995
m <sup>3</sup> /år	153	2631	543 500	543 500

Vid Svinryggens deponi som tar emot avfall från Mariefhamn och Jomala, som har 54 % av Ålands befolkning, deponerades år 1992 60 % av avfallet på Åland<sup>9</sup> och resten på andra deponier på Åland. Numera har många andra deponier på Åland stängts och en stor mängd avfall har skickats till energiåtervinning i Uppsala och till deponering i Nådendal (se tabell 21). År 1998 sändes 464 ton till i Uppsala. Ålands renhållning samlade 2001 in avfall från Mariefhamn, Eckerö, Geta, Hammarland, Jomala, Lemland, Lumparland, Saltvik, Sottunga och Vårdö (21790 inv. 84 % av Ålands befolkning). Den totala avfallsmängden för Åland bör därmed ha varit ytterliggare ca 1400 ton. På Föglös soptipp deponerades 350 ton. Om dessa 1400 ton deponeras på mindre soptippar på Åland är den mängd som deponeras på Svinryggen 60 % av den totala deponerade mängden. För att få en uppskattning för hela Åland bör emissionerna räknas upp med 2/3, vilket ger 1658 ton koldioxid och 605 ton metan.

Tabell 21. *Ålands Renhållnings avfallshantering inklusive deponi och energiåtervinning.*

	1999	2000	2001*
Energiåtervinning			
Industriavfall Uppsala	1 350 ton	1 314 ton	1 547 ton
Hushållsavfall Uppsala	739 ton	1 219 ton	1 163 ton
Övrigt	275 ton	289 ton	232 ton
SUMMA:	2 368 ton	2 821 ton	2 941 ton
Deponering på Svinryggen	4 366 ton	4 250 ton	2 557 ton
Övrig Deponering på Åland	103 ton	28 ton	0 ton
Deponering i Nådendal	26 ton	100 ton	1871 ton
TOTALT	6863 ton	7199 ton	7369 ton

\* Avfall från 10 kommuner med 21790 invånare (84 % av Ålands befolkning).

Deponigas skall samlas upp och antingen facklas, eller används som energikälla. Den globala uppvärmningspotentialen av metan är 21 gånger koldioxidens. Förbränning av 1 ton metan producerar 2.75 ton koldioxid. Därför ger uppsamling och förbränning av 1 ton metan en global uppvärmningsfördel på 18,25 ton koldioxidekvivalenter. Dock, då det vid förbränning bildas kväveoxider, som har en global uppvärmningspotential som är 310 gånger koldioxidens, reducerar kväveoxiderna den globala uppvärmningsfördelen. För att kväveoxiderna skall ge en större global

uppvärmningseffekt än den obrända deponigasen, krävs att det vid förbränningen bildas mer än 59 kg kväveoxider per ton koldioxid. Vid fackling av naturgas bildas 22 kg/ton CO<sub>2</sub>.

Täckning av en avslutad deponi reducerar koldioxidutsläppet. Täckningen består av två lager, underst ett tätskikt med mycket låg permeabilitet med ett skyddskikt av jord ovanpå. Om tätskiktet är tillräckligt tätt kan inte vatten tränga ner i deponin, vilket hämmar gasbildningen. Vid vattenhalter mellan 20 % och vattenmättat är gasbildningen proportionell mot vattenhalten medan det under 20 % vattenhalt finns för lite vatten för de bakteriella processerna<sup>10</sup>. Om tätskiktet skadas i ett senare skede när deponin åldras kan vattengenomträngningen öka och gasbildning uppkomma. Skyddsskiktet av jord reducerar metanmängden genom att metan oxideras av bakterier i jorden och omvandlas till koldioxid och vatten. Om all metangasen oxideras till koldioxid blir utsläppen från deponier ca 2000 ton CO<sub>2</sub>. Den gas som facklas bildar även 60 kg kväveoxider, 180 kg kolmonoxid och 150 kg andra kolväten än metan per ton metan.

## Uppvärmning och elkraftproduktion

### *Uppvärmning med oljepanna*

Utsläpp från uppvärmning kommer dels från utsläpp från förbränning av olja för uppvärmning av enskilda hus och dels från förbränning för fjärrvärme i Mariehamn. Enligt Statistisk årsbok för Åland (tabell 5.11) värms 4013 hus med olja (och gas) varav 3612 är bostadshus och enligt statistik från Finska Olje- och gasbranschens centralförbund (se tabell 22) värms 4026 hus med olja (och gas) varav 3375 fristående hus, 58 radhus och 175 flerbostadshus. Totalt såldes 41 009 m<sup>3</sup> lätt eldningsolja år 2001. En stor del av eldningsoljan används dock för annat som fartygsdrift och annan industriell verksamhet. Enbart Landskapsstyrelsens färjor förbrukar 7358 m<sup>3</sup>.

För att bedöma oljeförbrukningen för de hus som värms med olja kan statistik från SCB över oljeförbrukningen per kvadratmeter i småhus år 2000 som enbart värms med olja med fördelning efter uppvärmd boyta användas (se tabell 23). Om oljebehovet sätts till 25 l/m<sup>2</sup>, och de 4024 fastigheter som värms med olja har tillsammans 816 469 m<sup>2</sup>, ger det en total oljeförbrukning på 20 412 m<sup>3</sup> (17 146 ton).

---

<sup>10</sup> Christensen, T.H. and Kjeldsen, P., "Basic Biochemical Processes in Landfills," Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact, Academic Press, San Diego, CA, pp. 29-49 (1989).

Tabell 22. Uppvärmning av hus på Åland år 1999.

Hustyp	Uppvärmning	Antal hus	Byggnadsyta, m <sup>2</sup>	Yta per hus, m <sup>2</sup>
1 Fristående hus	1 Olja och gas	3 375	456 245	135
	2 Fjärrvärme	126	25 112	199
	3 Elvärme	2 029	261 228	129
	4 Trä och torv	1 480	171 284	116
	5 Övrigt	549	47 194	86
	6 Totalt	7 559	961 063	127
2 Radhus	1 Olja och gas	58	32 251	556
	2 Fjärrvärme	9	4 181	465
	3 Elvärme	97	34 597	357
	4 Trä och torv	1	84	84
	5 Övrigt	4	0	0
	6 Totalt	169	71 113	421
3 Flerbostadhus	1 Olja och gas	175	99 872	571
	2 Fjärrvärme	100	110 371	1104
	3 Elvärme	35	18 521	529
	4 Trä och torv	1	150	150
	5 Övrigt	8	4 076	510
	6 Totalt	319	232 990	730
4 Övrigt	1 Olja och gas	416	228 101	548
	2 Fjärrvärme	98	176 138	1797
	3 Elvärme	1 102	123 244	112
	4 Trä och torv	204	14 981	73
	5 Övrigt	936	74 248	79
	6 Totalt	2 756	616 712	224
5 Totalt	1 Olja och gas	4 024	816 469	203
	2 Fjärrvärme	333	315 802	948
	3 Elvärme	3 263	437 590	134
	4 Trä och torv	1 686	186 499	111
	5 Övrigt	1 497	125 518	84
	6 Totalt	10 803	1 881 878	174

Källa: Olje- och gasbranschens Centralförbund (<http://www.oil.fi/index.asp?site=OPK>).

Tabell 23. Oljeförbrukningen år 2000 per kvadratmeter i småhus som enbart värms med olja, med fördelning efter uppvärmd boyta.

Boyta m <sup>2</sup> :	-85	86-100	101-120	121-140	141-160	161-200	201-	Samtliga
Oljebehov l/m <sup>2</sup> :	33	30	24	25	20	22	21	25

Källa: SCB Statistiska Centralbyrån (<http://www.scb.se/statistik/en0102/en0102tab2.asp>).

### Fjärrvärme

I Mariehamn värms ca 480 fastigheter med fjärrvärme som till största delen levereras från Ålands Energi. En del av fjärrvärmerna kommer från Mariehamns Bioenergis fliseldade kraftverk. Vid produktion av el i dieselkraftverk kan överskottsvärmen tas tillvara och används som fjärrvärme. Den ringa elproduktionen medför dock att värmen år 2001 i huvudsak har producerats genom att bränna 6116 ton tung eldningsolja i panna, vilket gav 71 GWh värme. Detta resulterade i ett utsläpp av 19 265 ton CO<sub>2</sub> och 60 ton SO<sub>2</sub> (beräknat från bränslets svavelhalt 0,49 %). Pannan har en brännare av lågtryckstyp och är försedd med partikelavskiljare. Att försäljningen av tung eldningsolja 2001 enbart var 4400 m<sup>2</sup> kan förklaras av en del av den olja som brändes 2001 kan vara levererad tidigare år.

### Uppvärmning med biobränslen

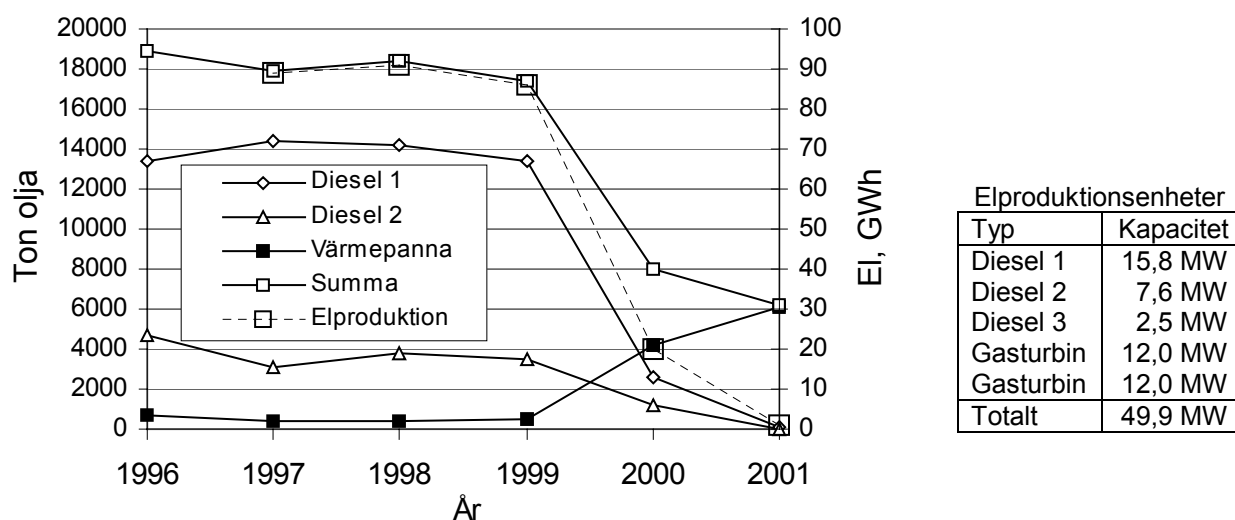
Även eldning med biobränslen ger upphov till luftföroreningar. Mängd koldioxid producerat genom förbränning av biobränslen räknas dock inte, då det motsvarar den mängd koldioxid som bundits från luften då bränslet producerats. Andra luftföroreningar som uppkommer vid bioeldning måste



dock räknas med. Biobränslen i form av bark och flis används i fliseldade fjärrvärmeverk samt även som ved för uppvärmning av enskilda hus. Ålands Skogsägarförbund (AB Skogen) har en panna som används för värmeleverans till Godby Fjärrvärme. Pannan som ger 10 GWh fjärrvärme per år eldades med ca 5100 ton bark och flis (8,2 MJ/kg) under en drifttid på 7000 timmar/år. Mariehamns Bioenergi har en panna på 6 MW, som används för värmeleverans till Mariehamns fjärrvärmenät. Pannan som eldades med ca 52 000 m<sup>3</sup> sågspån, bark, rotreduceringsflis och grot (0,7 MWh/m<sup>3</sup>) levererade 36,4 GWh varmvatten år 2001. För uppvärmning av enskilda hus med total yta på 186 499 m<sup>2</sup> (se tabell 22) bedöms att det krävs ett värmebehov på 50 GWh. Totalt ger därmed bioenergin 96 GWh värme per år.

### Elproduktion

Av 251 GWh förbrukad elenergi år 2001 producerades ca 1 GWh genom förbränning av olja. Åland Energi har 4 dieselmotorkraftverk på sammanlagt 28 MW och 2 gasturbiner på 12 MW vardera. 2001 förbrukades för dieseldrift 76 ton tung brännolja (diesel 1 och 2) och 20 m<sup>3</sup> lätt brännolja (diesel 3), samt 89 m<sup>3</sup> jetbränsle för de två gasturbinerna. Gasturbiner används för att klara effekttoppar när elförbrukningen är ovanligt hög. Detta medförde ett utsläpp på 494 ton CO<sub>2</sub>. Förbränning av den tunga dieseloljan som innehåller 0,49 % S gav 745 kg SO<sub>2</sub>. Den största delen av den förbrukade elen importeras, 210 GWh från Sverige och 26 GWh från Finland. Kabeln till Sverige är dimensionerad för en överförd effekt av 80 MW. Förbindelsen till Finland, som har en kapacitet på 5 – 10 MW, kan inte försörja hela Åland ens under låglasttid. 14 GWh producerades med vindkraftverk. Att producera den importerade elkraften (236 GWh) med åländska dieselmotorkraftverk, skulle förbruka 55 500 m<sup>3</sup> olja, samt öka elkraftens globala uppvärmningspotential till 164 213 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, vilket är större än vägtrafikens bidrag på 53 973 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Eftersom överskottsvärme från elproduktion kan återanvändas för fjärrvärmeproduktion, skulle dock uppvärmningen bidra till den globala uppvärmningspotentialen sjunka med 20 138 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Av figur 5 som visar oljeförbrukning för el och värmeproduktion år 1996 till 2001, framgår att de år då Åland energi producerar el med dieselmotorkraftverken är behovet av olja för uppvärmning mindre. Därför är det motiverat att samredovisa utsläpp från uppvärmning och elproduktion. Av elförsäljningen på Åland år 2001 gick 43 % till enskilda kunder, 21 % till servicenäringen, 14 % till offentlig sektor, 13 % till förädlingsindustrin och 9 % till jordbruket.



Figur 5. Oljeförbrukning för Åland Energis el- (dieselmotorkraftverk) och värmeproduktion år 1996-2001, samt elproduktion med olja 1997-2001.

### Totalt

Med Naturvårdsverket och SCB:s emissionsfaktorer som används i Sverige kan utsläpp från uppvärmning och elproduktion på Åland beräknas (se tabell 24).

Tabell 24. Emission från uppvärmning och elproduktion (ton/år) år 2001 beräknat med Naturvårdsverket och SCB:s emissionsfaktorer.

	GWh	Olja	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NMVOG	GWP
Oljepanna	202	17 146	64 297	0,727	1,45	36,3	36,3	21,8	2,18	64 762
Panna biobränsle	50	—	—	5,40	0,900	19,8	27,00	7,2	9,00	392
Fjärrvärme olja	72	6 116	19 265	0,518	1,29	25,9	6,47	60,0*	0,777	20 138
Fjärrvärme biobr.	46	—	—	5,01	0,835	18,4	25,1	6,68	8,35	364
Total uppvärmning	370	23 262	83 562	11,7	4,48	100	94,9	95,7	20,3	85 196
Elproduktion	1,85	158	494	0,010	0,023	1,0	0,067	0,75*	0,017	502
Total	372	23 420	84 056	11,7	4,51	101	94,9	96,4	20,3	85 697

\* Beräknat från bränslets svavelhalt 0,49 %

## Jordbrukets djurhållning och gödselhantering

### Metan

Jordbrukets bidrag till luftutsläpp förutom emissioner från oljeförbränning, kommer från djurhållning och gödselhantering. Metan utsöndras vid bakteriell nedbrytning av växtmaterial och foder i magen hos idisslande boskap och från djurens gödsel. Emissioner från djurhållningen kan beräknas genom att antalet djur multipliceras med en emissionsfaktor. Det finns dels emissionsfaktor för utsläpp av magbildat metan och dels för gödselbildat. Med användning av statistik över antalet djur på Åland och emissionsfaktorer kan utsläpp av metan från jordbrukets djurhållning beräknas (se tabell 25) till 625 ton, varav 557 ton är magbildat och 68 ton är gödselbildat. Nötkreaturen bidrar med 90 % av den bildade metangasen. Mjölkorna släpper ut 275 ton metan och med 14 161 ton producerad mjölk medför det en emission av 19 g metan per liter mjölk.

Tabell 25. Emission av metan från djurhållning beräknat från emissionsfaktorer år 2001.

	Antal djur på Åland	Magbildat metan		Gödselbildat metan		Summa metan kg/år
		kg/djur,år*	kg/år	kg/djur,år*	kg/år	
Mjölkkor	2146	115	246790	13	27898	274688
Övrig boskap	5471	48	262608	6	32826	295434
Nötkreatur	7617		509398		60724	570122
Svin	1654	1,5	2481	3	4962	7443
Hönan	8335	0	0	0,078	650	650
Får	5073	8	40584	0,19	964	41548
Hästar	254	18	4572	1,4	356	4928
			557035		67656	624691

\*Källa: UK Greenhouse Gas, Inventory, 1990 to 2000, Annual Report for submission under the Framework Convention on Climate Change (<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/naei/annreport/annrep99/>).

### Lustgas, dikväveoxid

Lustgas bildas genom kväveomsättningen av gödsel i jordbruksmark, framför allt i denitrifikationsprocessen. Med hjälp av emissionsfaktorer kan kväveomsättningen från djurens gödsel beräknas till 529 ton kväve (se tabell 26). Hur mycket av detta kväve som ombildas till lustgas beror hur gödseln hanteras. Om gödseln sprids direkt minimeras omvandlingen. Vid hantering av gödseln i flytande form erhålls en emission av 1 g lustgas per kg kväve och vid lagring och hantering av gödseln i fast form kan en emission av 20 g lustgas per kg kväve erhållas. En emission av 20 g lustgas per kg kväve ger att Ålands husdjurshållning skulle ge ett utsläpp av lustgas på 10 ton och 1 g lustgas per kg kväve ger 0,5 ton.

Tabell 26. Kväveomsättningen från djurhållning beräknat från emissionsfaktorer.

	Antal djur på Åland	kg N/djur,år*	kg N/år
Mjölkkor	2146	93,8	201294
Övrig boskap	5471	47	257137
Nötkreatur	7617		458434
Svin	1654	7	11578
Hönor	8335	0,5	4168
Får	5073	9,2	46672
Hästar	254	32	8128
			528977

\*Källa: UK Greenhouse Gas, Inventory, 1990 to 2000, Annual Report for submission under the Framework Convention on Climate Change (<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/naei/annreport/annrep99/>).

Till detta tillkommer lustgas bildat från kvävegödsling med handelsgödsel och nedplöjning av växtmaterial. I Sverige beräknar LRF<sup>11</sup> utsläpp av växthusgaser från Sveriges jordbruk till 159 000 ton metan och 15 750 ton lustgas. Utsläppet av lustgas beräknas till en tiondel av utsläppet av metangas. Om detta även gäller för Åland skulle det motsvara ett utsläpp på 63 ton lustgas. Enligt utsläppsstatistik redovisade för Sverige<sup>2</sup> bidrar gödslingen av Sveriges 2 746 929 hektar åkermark med en emission av 13 510 ton lustgas, vilket är 4,918 kg per hektar. Åland har en åkermark på 13 850 hektar, vilket med 4,918 kg per hektar ger 68,12 ton lustgas. Emissionen av lustgas från gödsling av åkermark bedöms därför uppgå till 68 ton.

## Övrig oljeförbränning

Utöver den olja som används för uppvärmning används olja även för traktorer och arbetsredskap i jordbruk och industri och för industriella processer. År 2001 såldes 41 000 m<sup>3</sup> lätt eldningsolja och 4400 m<sup>2</sup> tung eldningsolja. Tung eldningsolja innebär att oljan har så hög viskositet att den måste värmas upp för att kunna pumpas. Av den lätta eldningsoljan används ca 20 000 m<sup>3</sup> till uppvärmning varvid 21 000 m<sup>3</sup> (17 640 ton) återstår för annat. En stor del av detta används troligtvis som drivmedel för sjöfarten, varför det är en mycket grov uppskattning att bedöma hur mycket som används för jordbruk och industriella processer. Om en tredjedel (6 000 ton) används för övriga ändamål som jordbruk och industriella processer medför det ett utsläpp av luftföroreningar enligt tabell 27. Redovisad oljeförbrukning i industrin uppgår till 2 428 ton olja. Chips AB fabrik i Haraldsby förbrukade 1 955 ton olja (26,3 GWh) till bl.a. en ångpanna och friteringsugnar för potatiships. Ålands Centralandelslag som har mejeri och bageri i Jomala förbrukade 260 ton olja, Rafael AB förbrukade 138 ton för asfalttillverkning och Ålands fiskodlare förbrukade 75 ton olja.

<sup>11</sup> LRFs miljöredovisning: <http://www.lrf.se/pavag/miljoredoavisning/2000/Klimatgaser.pdf>

Tabell 27. Emission av luftföroreningar (ton/år) för övrig oljeförbränning år 2001.

Olja	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NMVOC	GWP
6000	18 900	0,214	0,427	10,67	10,67	6,41	0,641	19 037

Tabell 28. Pannor vid Chips ABp fabrik i Haraldsby.

	Hetoljepannor			Ångpanna	Avfallstork	Gaspanna	Summa
Effekt	3,48 MW	3,25 MW	1,16 MW	1,16 MW	2 MW	0,5 MW	11,55
Bränsle*	Brännolja	Brännolja	Brännolja	Brännolja	Gas	Propan	
mängd (ton/år)	760	1011	95	89	245	10	2210
Svavel (kg/år)	1288	1591	139	139	—	—	3157
Producerad energi per år	32,53 TJ 9 GWh	43,27 TJ 12 GWh	4,07 TJ 1,1 GWh	3,81 TJ 1,1 GWh	10,47 TJ 2,9 GWh	0,43 TJ 0,12 GWh	94,59 TJ 26,3 GWh

\* Värmevärde 42,8 GJ/ton.