

AVGASEMISSIONER

Underlag till översyn av förutsättningar för marginalkostnadsprissättning inom luftfartssektorn. Regeringsuppdrag till SIKA.

AVGASEMISSIONER

Hälsoeffekter

Inverkan från flyget

I flygplatsens närhet ger flygtrafiken upphov till den största andelen utsläpp till luft, därefter kommer utsläpp orsakade av trafiken till och från flygplatsen. Beräkningen av utsläpp från flygplan beräknas under den så kallade LTO-cykeln (Landing and Takeoff cycle). En LTO-cykel omfattar flygoperationer på marken och upp till en höjd av 3000 fot (ca 900 m).

Den prognostiserade ökningen av flygtrafiken medför att även utsläpp från biltrafiken och från aktiviteter på flygplatsen kommer att öka om man inte vidtar åtgärder. LFV har låtit göra spridningsberäkningar vid några av de egna flygplatserna. Det är lätt att beräkna utsläppta mängder från flygplan och egen verksamhet.

Risken för lokala miljö- och hälsoeffekter till följd av flygplatsverksamheten är i första hand förbunden med förekomster av flyktiga kolväten och kväveoxider samt i någon mån även CO.

NO_x

NO bildas lättast vid högt gaspådrag, d.v.s. vanligast under start och landning. NO är en kortlivad gas som efter ett par minuter oxiderar till NO₂. Utsläpp av NO ger en minskad ozonhalt nära flygplatsen. Är det kringliggande område relativt "rent" kommer NO_x-utsläppet att öka ozonhalten på längre avstånd från flygplatsen. I ett kraftigt förorenat område kan NO_x-utsläppen däremot medföra långsiktigt minskad ozonhalt. Generellt bidrar både flygplatsens utsläpp av NO_x och även i liten utsträckning utsläpp av VOC till ökad bakgrundshalt av marknära ozon.

Utgående från spridningsberäkning som har utförts av företaget Indic vid Umeå flygplats uppskattas den sammanlagda haltbidraget av NO_x vid flygplatsområdets gräns uppgå till ca 10 µg/m³ räknat som 98-percentil av timmedelvärden under vinterhalvår. Uppskattningen avser även prognoser för utsläppförhållandena år 2010. Av den beräknade NO_x-halten bedöms enligt mätningar utförda vid Arlanda ca 50% föreligga som NO₂. Huvuddelen av halterna härrör från servicetrafiken inom flygplatsen.

Haltbidragen på längre avstånd från flygplatsen är låga. Flygplatsens bidrag till NO₂-halterna vid högt trafikerade platser i centrala Umeå beräknas uppgå till i storleksordningen 1-2 µg/m³ räknat som 98-percentil av timmedelvärden vintertid.

Mätningar under 1998 på nio punkter runt Arlanda visar på årsmedelhalter på mellan 5 och 14 µg/m³ i flygplatsens omedelbara närhet. Mätningarna registrerar naturligtvis såväl flygtrafik som övriga förekommande utsläpp.

Vid Göteborg-Landvetter flygplats har mätningar utförda 1991 visat på timmedelvärde, 98-percentil på 75-85 µg/m³ samt dygnsmedelvärde på 70-80 µg/m³ för NO₂. En lägsta nivå på 35-40 µg/m³ registrerades och bedömdes som bakgrunds nivå.

Kolväten

Kolväten är samlingsnamn för ett stort antal föreningar som i första hand återfinns i flygplanens och markfordonens avgaser. Kolväten släpps ut av flygplan främst vid ofullständig förbränning av bränsle. Detta förekommer vid lågt gaspådrag, dvs under taxning och tomgång. Generellt är emissionerna av kolväten mycket låga och svåra att detektera.

Spridningsberäkningar som utförts av företaget Indic AB vid Umeå flygplats indikerar att haltbidraget av VOC från flygplatsen beräknat som 98-percentil vintertid uppgår till ca 5 µg/m³ inom flygplatsområdet och ligger på en lägre nivå utanför flygplatsområdet. Även halten av oförbrända kolväten har bedömts bli låg kring flygplatsen. Vid bedömning av halten kolväten bör man observera att kolväten, VOC och PAH inte är ekvivalenta begrepp. Det av hälsagruppen föreslagna gränsvärdet gäller PAH medan de vanligast förekommande prognoserna baseras på emission av kolväten.

SO₂

I rapporten från projekt ”Hälsa” anges ett förslag till delmål för 2020 som bygger på Riksantikvarieämbetets förslag till gränsvärde för att skydda kulturföremål .

CO

CO släpps ut från flygplan vid lågt gaspådrag, dvs under taxning och tomgång. CO övergår till CO₂ och är en liten del av CO₂ i flygavgaser.

Beräkningar av CO vid exempelvis Växjö flygplats ger vid handen att högsta glidande åttatimmars medelvärde vid flygplatsområdet uppgår högst till 30 µg/m³.

Spridningsberäkningar

1.1.1 Sammanfattning av förslag till mål samt halter i närheten av flygplatser

Indikator	Frisk luft, hälsa, förslag till delmål år 2020	Högsta halt från flygverksamhet
Svaveldioxid	5 µg/m ³ , årsmedelvärde (Förslag av Miljömålskommitten)	
Kvävedioxid	100 µg/m ³ , timmedelvärde delmål 2010 (Förslag av Miljömålskommitten)	10 µg/m ³ , timmedelvärde 98-percentil (totalt vid flygplatsen/Umeå).
	20 µg/m ³ årsmedelvärde delmål 2010 (Förslag av Miljömålskommitten)	1-2 µg/m ³ , timmedelvärde 98-percentil, vintertid (bidrag från flyget i centrala Umeå)
		5-14 µg/m ³ årsmedelvärde (totalt vid flygplatsen/Arlanda)
		75-85 µg/m ³ timmedelvärde, 98-percentil (totalt vid flygplatsen/Landvetter)
Kolmonoxid		30 µg/m ³ åttatimmars medelvärde (totalt vid flygplatsområdet/Växjö)
PAH	90% minskning	

LFV bedömer att de mål som föreslås är möjliga att uppnå även när den förväntade ökningen av flygtrafiken beaktas.

Ur ett hälsoperspektiv är de ämnen som når människor intressanta, dvs marknära utsläpp och marknära spridning av föroreningar. Det är också viktigt att studera

mängden, dvs. absolutvärden, eftersom det är detta som styr vilken koncentration man får i luften och därmed vilka hälsorelaterade besvär som kan uppstå. I tabellen nedan återges en prognos av mängden utsläpp som har redovisats i ett underlag för Miljömålskommittens arbete.

Referens-scenario (BAU)	NO _x (1995) tusen ton				Kolväten (1995) tusen ton				SO _x (1995) tusen ton			
	1995	2005	2010	2020	1995	2005	2010	2020	1995	2005	2010	2020
Vägtrafik	135,7	67,2	53,6	47,2	157,5	54,7	26,0	18,7	0,7	0,2	0,2	0,2
Flyg	5,7	9,5	11,5	15,3	1,0	1,2	1,3	1,6	0,2	0,3	0,3	0,4
Sjöfart	69,5	18,4	20,5	22,1	16,2	10,3	9,2	9,3	10,8	2,9	3,2	1,5
Tåg	1,7	1,3	1,3	1,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Totalt	212,6	96,4	86,9	86	174,8	66,3	36,6	29,7	11,8	3,5	3,8	2,2

Avgasutsläpp och emissionsfaktorer

I tabell 1a, 1b och 1c redovisas utsläpp 1999 från flygtrafik uppdelat på några flygplantyper. Kostnader för de nedan redovisade utsläppen har beräknats och redovisats i underlaget ”Kostnader för avgasutsläpp”, 2000-11-08.

Tabell 1a

Emissioner i Sverige från civil flygtrafik
1999 uppdelat på inrikes- och utrikesflygningar.

Inrikes	HC [kg/år]	CO [kg/år]	NOx [kg/år]	Br.f. [kg/år]	antal landningar
MD80	85 890	257 956	1 103 545	67 110 511	25 607
varav MD81	35 742	106 476	441 772	27 079 031	10 249
MD82	50 000	151 032	659 811	39 912 904	15 314
MD83	148	448	1 962	118 576	44
BA46	15 179	151 642	223 784	26 988 407	14 330
SF34	9 149	38	37 191	3 754 222	12 208
F28*	8 369	98 106	213 496	16 971 988	11 319
B733	52 086	208 931	194 446	17 391 214	10 067
F50	21 977	3 781	52 028	4 218 591	9 594
SB20	741	-	82 186	7 532 296	9 358
DC9	36 605	158 558	259 829	20 144 171	8 135
B736	6 810	63 170	79 150	6 516 300	5 398
C500	2 544	8 962	1 049	182 788	725
DC8	67	114	13	2 724	1
Övriga	241 078	2 292 885	321 210	32 008 047	129 965
Summa	480 495	3 244 143	2 567 927	202 821 259	236 707

Tabell 1b: Utsläpp från utrikesflyg inom svenskt område

Utrikes (LGR)	HC [kg/år]	CO [kg/år]	NOx [kg/år]	Br.f. [kg/år]	antal landningar
MD80	47 707	133 351	802 198	44 766 958	17 816
varav MD81	16 620	46 438	287 903	15 832 922	6 804
MD82	20 620	57 727	345 313	19 349 748	7 598
MD83	10 467	29 186	168 982	9 584 288	3 414
F50	8 215	1 547	45 477	2 976 028	10 407
DC9	19 677	91 202	278 166	19 002 122	9 078
B733	16 198	80 731	138 981	11 652 722	5 257
MD87	12 647	35 374	186 150	10 699 602	4 358
MD90	683	17 884	155 691	8 668 979	4 002
B735	931	20 496	94 939	6 553 285	4 153
B734	12 531	61 849	112 007	9 252 015	4 006
BA46	1 464	12 228	63 316	6 489 670	3 945
B736	1 348	14 692	70 591	4 900 082	3 618
A320	712	25 683	81 370	8 822 110	3 359
B763	1 343	17 505	202 301	9 989 432	2 171
DC10	8 463	74 310	143 274	16 770 201	705

F27	301	1 141	112	47 947	125
DC8	318	1 043	674	73 204	18
Övriga	56 614	539 903	1 350 233	67 049 589	46 807
Summa	189 152	1 128 939	3 725 480	227 713 946	119 825
-					
Totalt	669 647	4 373 082	6 293 407	430 535 205	356 532

Tabell 1c: Utsläpp från avgående utrikesflyg fram till destination.

Utrikes hela	HC [kg/år]	CO [kg/år]	NOx [kg/år]	Br.f. [kg/år]	antal landningar
MD80	105 767	300 610	1 066 421	70 659 704	17 816
varav MD81	34 186	97 912	362 262	23 471 764	6 804
MD82	45 483	129 402	459 354	30 477 070	7 598
MD83	26 098	73 296	244 805	16 710 870	3 414
F50	28 401	4 113	71 386	5 757 142	10 407
DC9	55 186	261 750	386 785	32 667 654	9 078
B733	55 596	272 758	225 995	24 391 379	5 257
Övriga	521 933	3 807 297	5 392 821	393 953 265	77 267
Summa	766 883	4 646 528	7 143 408	527 429 144	119 825

Tabell 2

Emissioner och bränsleförbrukningar per flygning, dels hela flygningen, dels under cirka 915 meter. 65% beläggning.

Flygplans- typ	L [km]	Emissioner								Kommentarer
		för hela flygningen				därav LTO				
		HC [kg]	CO [kg]	NOx [kg]	Br.f. [ton]	HC [kg]	CO [kg]	NOx [kg]	Br.f. [kg]	
A320	418	1,14	8,96	21,09	1,8	0,2	1,96	4,46	358	Inrikes medeldistans för MD81 Medeldistans utrikestrafik
	850	1,88	12,77	32,75	2,9	0,21	1,96	4,56	362	
BA46	418	1,28	12,43	18,46	1,9	0,42	3,66	2,57	313	Inrikes medeldistans för MD81
	850	1,53	18,56	27,53	3,1	0,46	3,66	2,7	326	
B737-600	389	2,66	34,01	14,58	1,6	0,77	6,96	3,03	346	Inrikes medeldistans för B737
	850	3,31	58,29	22,02	2,5	0,77	7	3,08	350	
B767-300ER	850	1,97	24,66	81,11	5	0,3	3,58	10,1	572	Atlantflygning till New York
	6291	7,41	98,66	470,68	33,8	0,3	3,62	12,34	653	
DC9-41	425	4,76	21,41	25,01	2,3	1,65	6,53	4,14	476	Inrikes medeldistans för DC9
	850	7,14	36,37	34,66	3,6	1,65	6,55	4,28	485	
Dash 8 (Q400)	418	0	4,7	12,71	1	0	0	1,29	191	Inrikes medeldistans för MD81
F28*	389	0,72	8,18	21,31	1,6	0,22	3,09	3,2	334	Inrikes medeldistans för F28
	850	1,09	10,71	40,21	3	0,22	3,1	3,33	341	
F50	452	0	4,09	7,96	0,697	0	0,72	1,21	122	
MD81	418	3,7	11,5	37,57	2,5	0,79	2,51	6,73	516	Inrikes medeldistans för MD81
	850	6,77	19,62	53,38	3,9	0,79	2,52	6,95	525	
MD82	464	4,08	12,39	38,56	2,6	0,78	2,5	6,51	505	Inrikes medeldistans för MD82
	850	6,86	19,69	53,46	3,9	0,79	2,51	6,68	513	
SB20	365	0,08	2,88	9,62	0,9	0,03	0	0,99	134	Inrikes medeldistans för SB20
Cessna Citation I	300	3,25	13	1,56	0,297	1,29	4,09	0,54	99	

(C500)

Tabell 3

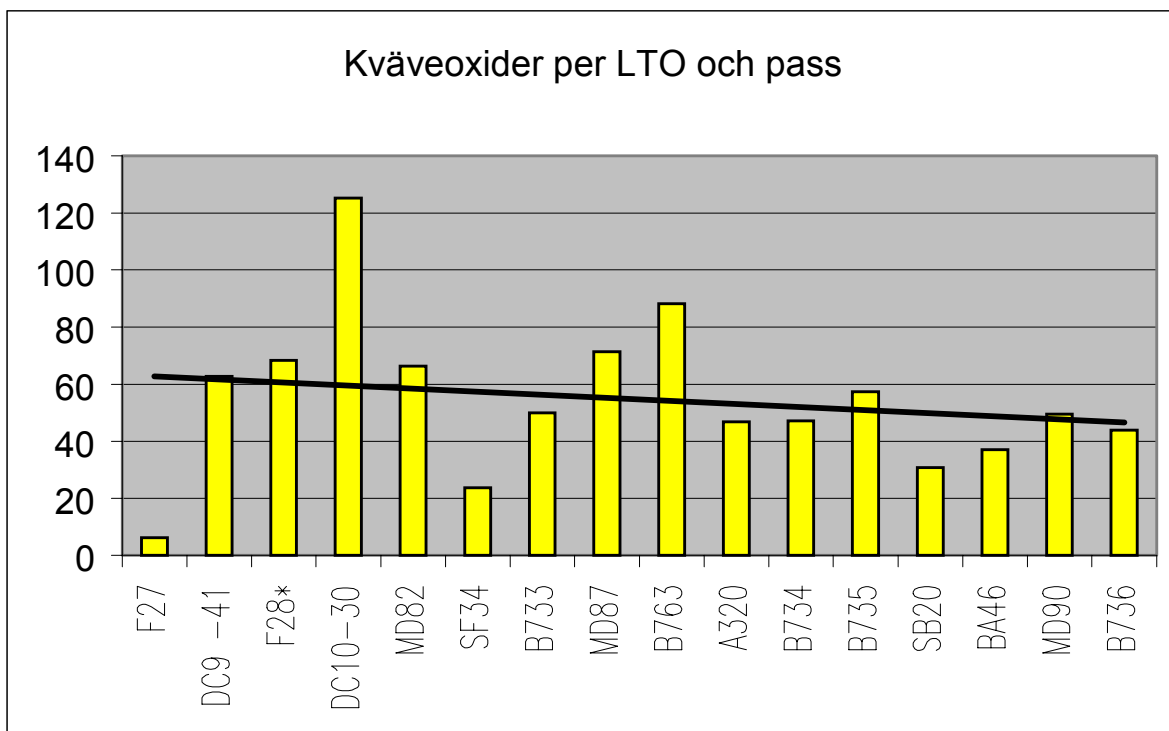
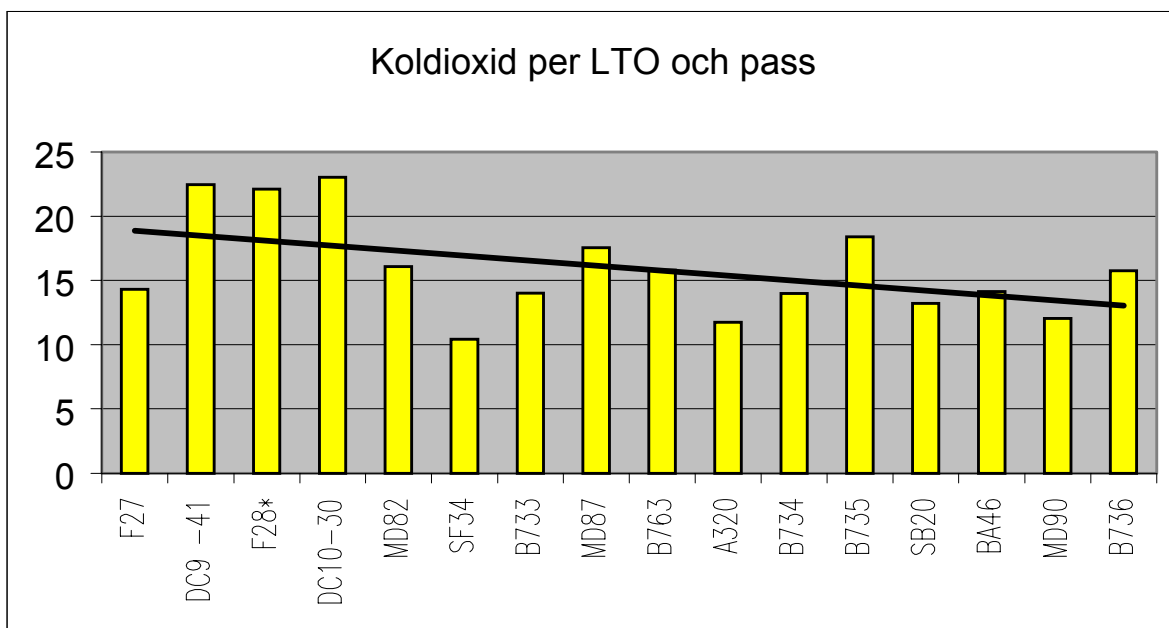
Emissioner och bränsleförbrukningar
per flygning och passagerare
65% beläggning

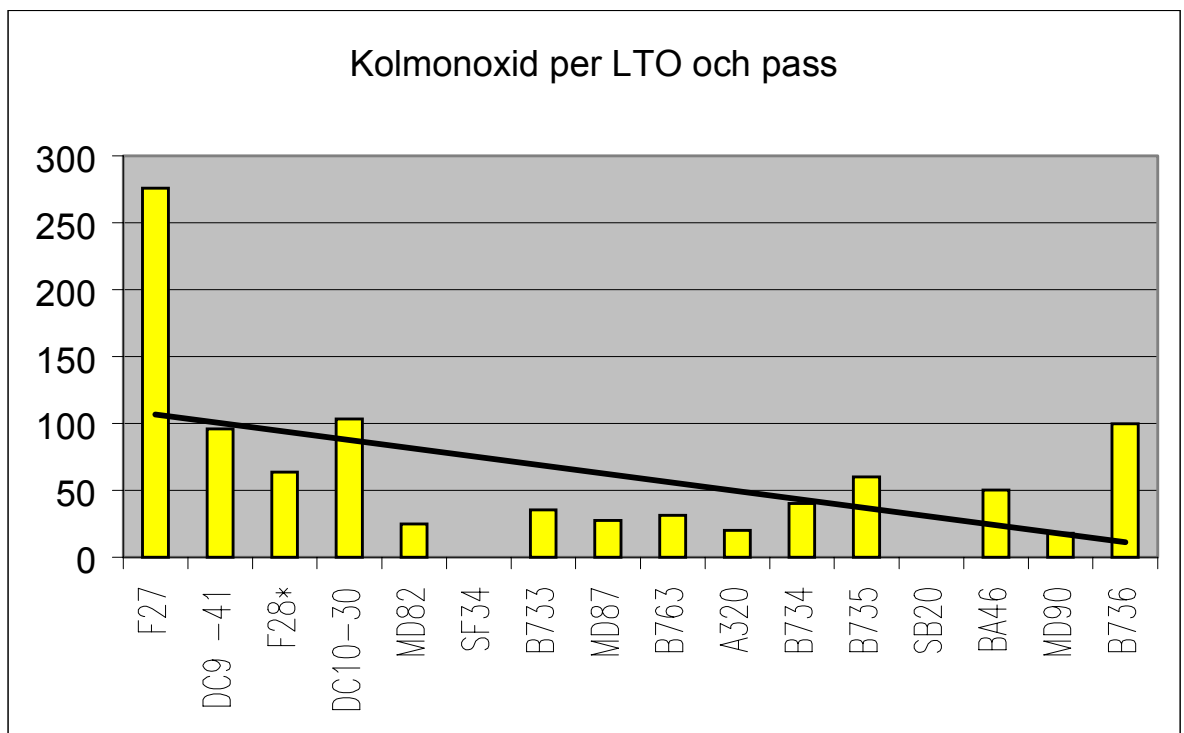
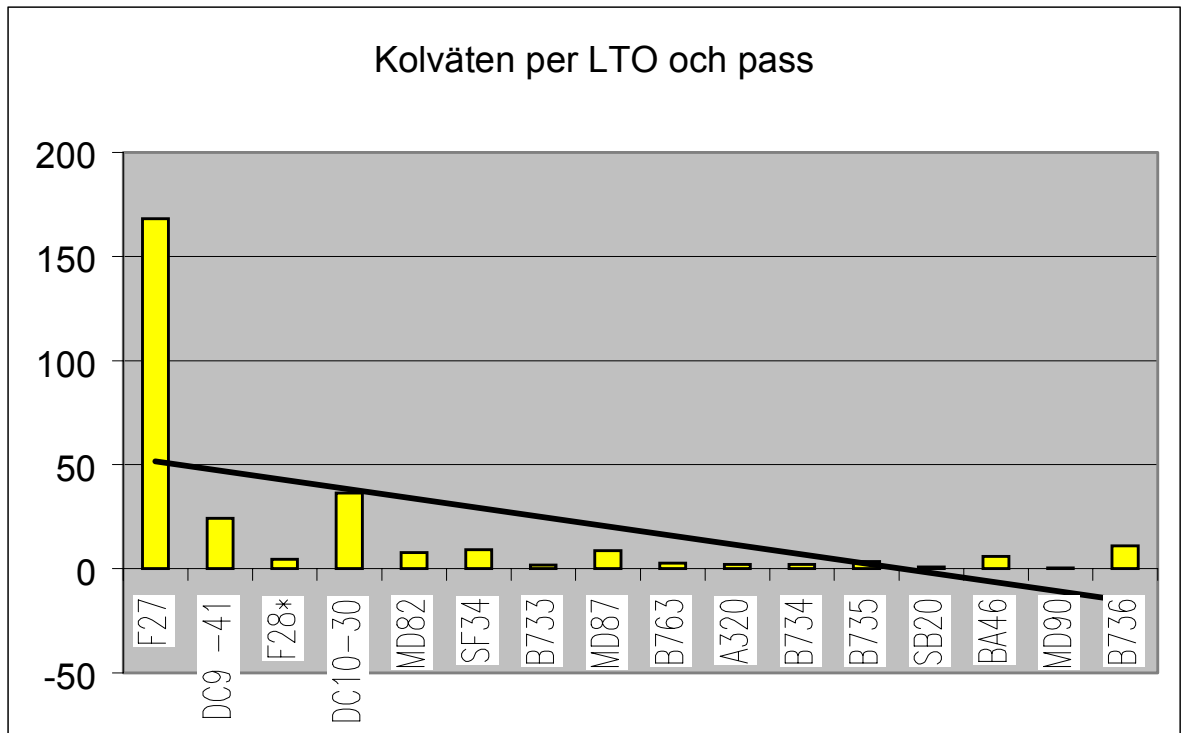
Flyg- plans- typ	Max. antal passagerare	Emissioner				
		för hela flygningen				
		L (km)	HC [g/pass]	CO [g/pass]	NOx [g/pass]	br.f. [kg/pass]
A320	150	418	11,7	91,9	216,3	18,5
		850	19,3	131,0	335,9	29,7
BA46	112	418	17,6	170,7	253,6	26,1
		850	21,0	254,9	378,2	42,6
B737-600	108	389	37,9	484,5	207,7	22,8
		850	47,2	830,3	313,7	35,6
B767-300ER	176	850	17,2	215,6	709,0	43,7
		6 291	64,8	862,4	4 114,3	295,5
DC9-41	105	425	69,7	313,7	366,4	33,7
		850	104,6	532,9	507,8	52,7
Dash 8 (Q400)	70	418	-	103,3	279,3	22,0
F28*	75	389	14,8	167,8	437,1	32,8
		850	22,4	219,7	824,8	61,5
F50	50	452	-	125,8	244,9	21,4
MD81	155	418	36,7	114,1	372,9	24,8
		850	67,2	194,7	529,8	38,7
MD82	155	464	40,5	123,0	382,7	25,8
		850	68,1	195,4	530,6	38,7
SB20	50	365	2,5	88,6	296,0	27,7
Cessna Citation I (C500)	6	300	833,3	3 333,3	400,0	76,2

I det följande redovisas diagram för ett antal flygplantyper som certifierades, levererades eller flög första gången de datum som anges i tabellen nedan:

Fpl	Plotta enl. datum
F27	1955-11-24
DC9 -41	1968-02-29
F28*	1969-02-24
DC10-30	1972-11-21
MD82	1981-07-31
SF34	1984-05-15
B733	1984-11-14
MD87	1987-10-21
B763	1987-12-01
A320	1988-02-26
B734	1988-09-02

B735	1990-02-12
SB20	1992-07-03
BA46	1993-10-01
MD90	1994-08-30
B736	1998-08-18





Flygavgasens effekter på atmosfären i norra Europa

Ett forskningsprojekt för att studera flygavgasens på hög höjd effekter på atmosfären i norra Europa påbörjades 1999. Det har titeln "Identification and Management of Critical Environmental Impacts from Air Transportation over North Europe" och benämns EIATNE. Projektet är ett EU- projekt, Project No.: LIFE99 ENV/S/000631. Projektet leds av FFA, Flygtekniska Försöksanstalten, vilka utför första delen av projektet. SMHI och IVL utför resterande uppgifter.

Syftet med studien är att utveckla metoder och beslutsunderlag för en mer miljöanpassad flygtrafik och miljötrafikledning i miljömässigt känsliga områden. Skillnader i känslighet för flygets emissioner i olika delar av norra Europa kommer att studeras. Resultatet skall användas inom ramen för Luftfartsverkets arbete med att miljöanpassa den civila flygtrafiken i Sverige. Projektet fokuserar på avgasemissionernas inverkan på klimatet genom förändringar i molnbildning, samt emissionernas inverkan på förändringar i koncentrationerna av ozon, metan och koldioxid. Dessutom medtas de utsläppskomponenter, som påverkar miljö kring flygplatser, bl.a. försurande ämnen, och ämnen som påverkar genom bildning av marknära ozon. Projektet kommer att visa vilka problemområdena är med en detaljeringsgrad, som möjliggör miljöstyrning av flygtrafiken. Förslag till att miljöanpassa flygtrafiken med hänsyn till erhållna resultat skall presenteras. Till projektet knyts en arbetsgrupp med representanter för finska, norska och svenska luftfarts- och miljömyndigheter, som kommer att studera möjligheterna att med lämpliga styrmedel motverka de miljörisker som studierna visar på.

Flygavgaser och ozonskiktet

Flygets utsläpp av NO_x i övre troposfären kring 10 km höjd medför ökad ozonhalt, medan utsläpp av partiklar dämpar denna effekt något. I lägre stratosfären under ca 16 km medför oftast NO_x-utsläppen från flygtrafiken en ökad ozonhalt. Vid högre höjder i stratosfären däremot över ca 18 km, där överljudsflygplan kan flyga, medför utsläpp av NO_x en minskad ozonhalt. Utsläpp av partiklar minskar oftast ozonhalten i stratosfären.

Totalt sett beräknas **den globala flygtrafiken idag, beräknat för 1992 års flygflotta, medföra att ozonhalten ökat med 0.4%**. Detta har minskat den solbrännande UV-strålningen till en 0.5% lägre nivå vid 45°N breddgrad i juli jämfört med den UV-strålning som skulle nå marknivån om ingen flygtrafik fanns. I framtiden, närmare bestämt år 2050 för ett referensscenario utan överljudsflyg, förväntas den solbrännande UV-strålningen minska till 1.3%, eftersom flygtrafiken då beräknas fortsätta att öka mängden ozon i atmosfären med 1.2%. Den UV-dämpande effekten av partiklar och kondensstrimmor är inte medtagen i dessa siffror, och antas kunna medföra att 2050 års minskade UV-strålning från flyget minskas med ytterligare maximalt 0.6%. Om däremot flygtrafiken i framtiden delvis antas bestå av överljudsflygplan kommer den solbrännande UV-

strålningen istället att öka till 0.3% av den UV-strålning som skulle nå marknivån utan flygtrafik. Orsaken är att utsläppen från överljudsflygplan beräknas minska ozonhalten i stratosfären.

Inom svenskt område får luftfartyg inte framföras med överljudsfart, 2a§ luftfartslagen. Flera andra nationer har motsvarande förbud. I dag förekommer civilt överljudsflyg bara över internationellt område på långdistansflygningar. **Den största farhågan med ett framtida ökat överljudsflyg är negativ påverkan på ozonskiktet.** Även underljudsflyg kan påverka det skyddande ozonskiktet på de högsta flyghöjderna. Underljudsflyget flyger högre ju längre distansen är och inom Sverige sker allt inrikesflyg och nästan allt utrikesflyg under 12 km höjd. Därför måste eventuella restriktioner mot underljudsflyg som påverkar ozonskiktet införas internationellt för att åstadkomma en minskad miljöpåverkan i detta avseende.

BILAGA 1

Underlag till diagram över historisk utveckling av emissioner från flygplantyper.

Fpl	Jane's			Plotta enl. datum
	First flight	Certified	First delivery	
F27	1955-11-24		nov-58	1955-11-24
DC9 -41			29/2 1968 (to SAS)	1968-02-29
F28*	1967-05-09	1969-02-24	1969-02-24	1969-02-24
DC10-30	1972-07-01	1972-11-21		1972-11-21
MD82	1981-01-08	1981-07-31	aug-82	1981-07-31
SF34	1984-03-05	1984-05-15	nov-85	1984-05-15
B733	1984-02-24	1984-11-14	1984-11-28	1984-11-14
MD87	1986-12-04	1987-10-21		1987-10-21
B763		late 1987	1988-02-19	1987-12-01
A320	1987	1988-02-26	1988-03-28	1988-02-26
B734	1988-02-19	1988-09-02	1988-09-15	1988-09-02
B735	1989-06-20	1990-02-12	1990-02-28	1990-02-12
SB20	1992-03-26	1992-07-03	1994-08-30	1992-07-03
BA46	1992-11-27	1993-10-01	1993-04-02	1993-10-01
MD90	early 1993	1 q. 1994	1994-08-30	1994-08-30
B736	1998-01-22	1998-08-18	1998-09-18	1998-08-18

Fpl	Max antal pax	LTO-emissioner för en flygning på 850 km. Beläggning 65%							
		CO2 [kg]	Nox [kg]	HC [kg]	CO [kg]	CO2 [kg/pax]	NOx [g/pax]	HC [g/pax]	CO [g/pax]
F27	40	372	0,16	4,37	7,17	14	6	168	276
DC9 -41	105	1533	4,28	1,65	6,55	22	63	24	96
F28*	75	1077	3,33	0,22	3,1	22	68	4,5	64
DC10-30	270	4043	21,98	6,38	18,14	23	125	36	103
MD82	155	1621	6,68	0,79	2,51	16	66	7,8	25
SF34	35	237	0,54	0,21	0	10	24	9,2	0
B733	142	1293	4,61	0,16	3,27	14	50	1,7	35
MD87	130	1482	6,03	0,73	2,33	18	71	8,6	28
B763	176	1807	10,1	0,3	3,58	16	88	2,6	31
A320	150	1145	4,56	0,21	1,96	12	47	2,2	20
B734	146	1329	4,48	0,2	3,81	14	47	2,1	40
B735	108	1290	4,02	0,25	4,22	18	57	3,6	60
SB20	50	429	1	0,03	0	13	31	0,9	0
BA46	112	1029	2,7	0,43	3,66	14	37	5,9	50
MD90	153	1198	4,92	0,03	1,78	12	49	0,3	18
B736	108	1107	3,08	0,77	7	16	44	11	100