

Litteraturstudie -

Halter i luft av cancerogena ämnen i närheten
av flygplatser och effekten av dessa på
närboendes hälsa

För Luftfartsverket Stockholm-Arlanda flygplats

Annika Potter

Annika Svensson

2010-04-06

Arkivnummer: U2739

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND OCH SYFTE.....	1
1.2	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT.....	1
2	RESULTAT	1
2.1	RELEVANTA ARTIKLAR OCH PUBLIKATIONER.....	2
2.2	ARTIKLAR OCH PUBLIKATIONER SOM HAR VISS RELEVANS FÖR DE FRÅGESTÄLLNINGAR SOM EFTERSÖKTS I LITTERATURSTUDIEN.....	5
3	DISKUSSION	9
4	SLUTSATS	9

BILAGA 1 Ett urval av artiklar som behandlar flygplatser och hälsa, men ur ett annat perspektiv än det som ansetts vara relevant i denna studie

1 Inledning

På uppdrag av Luftfartsverket Stockholm-Arlanda Flygplats har IVL Svenska Miljöinstitutet utfört en litteraturstudie för att sammanställa aktuellt kunskapsläge avseende eventuell ökad risk för cancer hos boende i närheten av flygplatser.

1.1 Bakgrund och syfte

Luftfartsverket arbetar för närvarande med en miljökonsekvensbeskrivning för verksamheten vid Arlanda flygplats. Under arbetets gång har det diskuterats om utsläppen till luft från verksamheten vid flygplatsen kan orsaka förhöjda lufthalter av cancerogena ämnen i närområdet. Vidare har det diskuterats om en eventuell förhöjning av cancerogena ämnen i luft kan öka risken för cancer hos boende i närheten av flygplatsen. För att undersöka aktuellt kunskapsläge på området har en litteraturstudie utförts i syfte att sammanställa vetenskapliga publikationer avseende:

- halter i luft av cancerogena ämnen i närheten av flygplatser och/eller
- ökad förekomst av cancer hos boende i närheten av flygplatser orsakade av förhöjda lufthalter av cancerogena ämnen.

1.2 Tillvägagångssätt

Uppdragets utgångspunkt var att söka efter relevanta vetenskapliga publikationer i ett antal databaser. Eftersom antalet påträffade vetenskapliga publikationer som direkt berör de aktuella frågeställningarna var relativt få har även några studier som inte är vetenskapligt publicerade inkluderats i resultaten.

Antalet påträffade vetenskapliga publikationer som på något sätt behandlar flygplatser och hälsa är däremot mycket stort. För många av dessa har det varit tillräckligt med att läsa artikelns sammanfattning för att kunna konstatera att studien inte behandlar halter i luft av cancerogena ämnen och/eller förekomst av cancer hos närboende av flygplatser. För andra har det dock ansetts nödvändigt att läsa hela artikeln för att få en god uppfattning om innehållet. För att inte mängden publikationer skulle bli alltför omfattande i förhållande till uppdragets storlek har vi uteslutit artiklar som publicerats före 1980.

2 Resultat

I litteraturstudien har ett stort antal vetenskapliga artiklar och andra publikationer påträffats som behandlar hälsorisker som kan vara förknippade med de verksamheter som förekommer på en flygplats. De vetenskapliga artiklar och andra publikationer som svarar på någon av de relevanta frågeställningarna redovisas i avsnitt 2.1. Artiklar och andra publikationer som har viss anknytning till de aktuella frågeställningarna, utan att direkt svara på frågorna, redovisas i avsnitt 2.2.

Ett stort antal artiklar/publikationer behandlar hälsoaspekter som är förknippade med flygplatser, men med andra frågeställningar än de som är aktuella inom denna studie (se avsnitt 1.1). Exempel på vanligt förekommande ämnen är:

- hälsoaspekter förknippade med buller från flygplatser,
- undersökningar avseende andra sjukdomar än cancer (t.ex. hjärt- och kärlsjukdomar och besvär i andningsvägarna),
- mätningar av föroreningar i luft som kan vara hälsovådliga, men utan direkt koppling till cancer, i närområden av flygplatser,
- mätningar av olika föroreningar i avgaser från flygplan,
- mätningar av luftföroreningshalter i arbetsmiljö på flygplatser,
- risk för cancer hos anställda på flygplatser och
- hudcancer hos piloter och kabinpersonal m.m.

Några av de artiklar/publikationer som hittats och som behandlar andra ämnen än de som ansetts vara relevanta i denna studie redovisas i Bilaga 1.

2.1 Relevanta artiklar och publikationer

Relativt få artiklar/publikationer berör direkt de frågeställningar som eftersökts i denna litteraturstudie. Tre artiklar/publikationer som svarar på någon av de relevanta frågeställningarna redovisas i Tabell 1 nedan. En genomgång av respektive artikels frågeställning/syfte, metod, resultat och slutsats görs i texten som följer efter tabellen.

Tabell 1 Artiklar/publikationer som direkt berör de frågeställningar som eftersökts i litteraturstudien. Artiklarna redovisas i bokstavsordning.

Nummer	Artikel	Ämne
1	City of Park Ridge, Illinois (2000): Preliminary study and analysis of toxic air pollutant emissions from O'Hare International Airport and the resulting health risks created by these toxic emissions in surrounding residential communities August 2000. Volumes I, II, III and IV.	Enligt City of Park Ridge saknades studier om emissioner till luft, och effekterna av dessa, från O'Hare International Airport. För att råda bot på denna kunskapslucka utförde City of Park Ridge en sådan studie.
2	Illinois Department of Public Health Office of Epidemiology and health systems Development Division of Epidemiologic Studies Springfield (2001): Cancer Incidence in Population Living Near Chicago O'Hare and Midway Airports, Illinois 1987-1997. IL 62761. November 2001.	Det finns dokumentation på att avgaser från flygplan innehåller cancerogena ämnen. På grund av detta är oron för hälsorisker hos boende nära O'Hare och Midway i Chicago stor. Oron är baserad på uppskattade cancerrisker från uppmätta föroreningar i luft (se publikation 1 i Tabell 1). Denna studie undersöker verkliga cancerfall som observerats nära de två flygplatserna.
3	Visser O., van Wijnen J.H. and van Leeuwen F.E. (2005): Incidence of cancer in the area around Amsterdam Airport Schipol in 1998-2003: a population-based ecological study. BMC Public Health 2005, 5:127.	En studie för att undersöka om cancerrisken för närboende till Schipol är förhöjd gentemot den nederländska befolkningen i stort.

Preliminary study and analysis of toxic air pollutant emissions from O'Hare International Airport and the resulting health risks created by these toxic emissions in surrounding residential communities (Nummer 1)

Frågeställning/syfte: Studien syftade till att utföra en preliminär beskrivning av de hälsorisker som enbart ett eventuellt haltbidrag från emissionerna från flygplatsen kunde utgöra för boende i närområdet (Volume II), att undersöka om emissioner till luft från O'Hare International Airport påverkade luften utanför verksamhetens grindar/staket (Volume III) och att utföra en beskrivning av hälsoriskerna utifrån uppmätta halter i luft vid grindarna/staketen (Volume IV).

Metod: Studien (Volume II) använde emissionsdata för flygplatsen som tagits fram i en undersökning från 1999. Man utförde spridningsberäkningar av emissionerna till luft och bedömde eventuella hälsorisker av endast emissionerna från flygplatsen. Mätningar av halter i luft gjordes vid flygplatsområdets gränser i lä av själva flygplatsen (Volume III). Resultaten från mätningarna användes för att göra en preliminär hälsoriskbedömning (Volume IV).

Resultat: Spridningsberäkningarna visade att emissioner från endast O'Hare orsakade en cancerrisk som överskred gränsvärdet (USA) på ett extra cancerfall bland 1 000 000 invånare över en yta av cirka 1 000 "miles²" då en exponeringstid på 70 år antagits (Volume II). Mätningar av halter i luft konfirmerade att emissioner från flygplatsen bidrar till luftföroreningsituationen även utanför själva flygplatsen. Man identifierade förhöjda halter i luft av åtta olika aldehyder i lä av flygplatsen. Av dessa åtta var formaldehyd (cancerogen) den komponent som enligt mätresultaten var mest förhöjd jämfört med halter i bakgrundsluft. I studien ingick 219 olika VOC (volatila organiska ämnen). Man identifierade 98 stycken vid mätningarna och 78 av dessa uppvisade förhöjda halter i lä av flygplatsen (Volume III). Utifrån resultaten beräknade man antalet cancerfall under en livstids-exponering för de halter som uppmäts i lä av flygplatsen. De hypotetiska beräkningarna kom fram till att cancerrisken vid dessa haltnivåer var upp till fem gånger högre jämfört med halter i bakgrundsluft i Illinois (Volume IV).

Slutsats: Man ansåg att resultaten från undersökningen visade att O'Hare är en stor källa till hälsofarliga luftföroreningar. Emissionerna från flygplatsen ansågs orsaka en oönskat stor risk för cancer i ett stort område runt verksamheten. The City of Park Ridge betraktade resultaten som preliminära, men resultaten bekräftade trots detta den oro som många av invånarna känt under en längre tid. The City of Park Ridge ansåg att O'Hare inte skulle få tillstånd att utöka sin verksamhet.

Cancer Incidence in Population Living Near Chicago O'Hare and Midway Airports, Illinois 1987-1997 (Nummer 2)

Frågeställning/syfte: På grund av att flygplansavgaser innehåller cancerogena ämnen är oron för hälsorisker hos boende nära flygplatserna O'Hare och Midway i Chicago stor. Oron är baserad på uppskattade cancerrisk från uppmätta föroreningar i luft (se publikation nummer 1 i Tabell 1). Denna studie syftade till att undersöka antalet verkliga cancerfall som observerats i samhällen nära flygplatserna O'Hare och Midway.

Metod: Man använde sig av cancerfall som rapporterats till "Illinois State Cancer Registry" från 1987 till 1997. Fallen delades in i fyra studiegrupper utifrån projicerad cancerrisk från en tidigare studie samt utifrån avstånd till flygplatserna. Antalet cancerfall jämfördes med antal fall i en referensgrupp med människor som bodde åtminstone åtta "miles" från någon av flygplatserna.

Resultat: Under åren 1987 – 1997 diagnostiserades 247 520 fall av cancer i de fyra studiegrupperna och 49 720 fall i referensgruppen. Inom studiegrupperna hittades inte några förhöjda antal cancerfall för områden med uppskattad hög cancerrisk eller för områden nära flygplatserna. Med hänsyn tagen till olika kombinationer av ras, kön och område hittades inga gradienter i antalet cancerfall.

Slutsats: Inget konsekvent mönster kunde observeras för att påvisa en förhöjd mängd cancerfall hos närboende till flygplatserna O'Hare och Midway. Men eftersom historisk information om var människorna i studiegrupperna varit bosatta förut saknades bedömdes data från denna studie inte kunna användas för att utvärdera risk för cancer under en livstids exponering.

Incidence of cancer in the area around Amsterdam Airport Schipol in 1998-2003: a population-based ecological study (Nummer 3)

Frågeställning/syfte: Amsterdams flygplats Schipol utgör ett stort orosmoment avseende bl.a. buller, säkerhetsrisker och långsiktiga hälsoeffekter, däribland cancer. Syftet med studien var att undersöka om risken att utveckla cancer är större för boende i närområdet av Schipol än för den nederländska befolkningen i stort.

Metod: Med utgångspunkt från det regionala cancerregistret genomförde man en populationsbaserad studie för att uppskatta cancerfrekvensen hos boende i närområdet av Schipol under 1988-2003. Eftersom det saknades historiska luftföroreningsdata och nyare data, från 1994 och framåt, inte påvisade några skillnader i lufthalter gentemot urban bakgrundsluft¹ baserades studien på uppmätt flygplansbuller och postnummer i området.

Resultat: Det totala antalet diagnostiserade cancerfall inom det studerade området var nära det förväntade antalet med den nationella cancerfrekvensen som referens. Man påträffade dock en statistiskt signifikant ökad frekvens av cancer i blodomloppet som huvudsakligen berodde på ett förhöjt antal fall av "non-Hodgkin lymfom" och akut lymfatisk leukemi. Å andra sidan påträffades en statistiskt signifikant minskad frekvens av cancer i andningsvägarna inom det studerade området jämfört med övriga landet.

Området delades utifrån bullerprofilerna in i en inre och en yttre zon. I den inre zonen, närmast flygplatsen, var cancerfrekvensen något högre än i den yttre på grund av fler fall av cancer i andningsvägar och prostata hos män samt i genitala organ hos kvinnor.

Slutsats: Den totala frekvensen av cancerfall i området kring Schipol var i stort överensstämmande med den nationella frekvensen. Den något ökade risken för cancer i blodomloppet hos boende i närområdet av Schipol ansågs inte kunna förklaras av förhöjda halter av luftföroreningar i området då inga skillnader i lufthalter gentemot urban bakgrundsluft kunde påvisas.

Eftersom en statistiskt signifikant minskad frekvens av cancer i andningsvägarna påträffades inom hela det studerade området ansåg man inte att den något högre frekvensen av cancer i andningsvägarna i den inre zonen kunde associeras med flygplatsen. Författarna hade inte heller någon förklaring till den ökade frekvensen av cancer i genitala organ hos kvinnor i den inre zonen, och man har inte hittat någon koppling mellan denna typ av cancer och luftföroreningar. Dessutom var inte frekvensen av cancer i genitala organ hos kvinnor förhöjd inom det totala undersökningsområdet.

¹ **Halter i urban bakgrundsluft** - Halter i en tätorts centrum, utan direkt påverkan från enskilda utsläppskällor, som är representativa för en större del av tätortens centrum. Alla utsläpp i tätorten samt långdistanstransporterade föroreningar bidrar till den urbana bakgrundshalten.

2.2 Artiklar och publikationer som har viss relevans för de frågeställningar som eftersökts i litteraturstudien

I litteraturstudien påträffades även ett antal artiklar som har anknytning till de aktuella frågeställningarna utan att direkt svara på frågorna. Dessa artiklar redovisas i bokstavsordning (efter författare) i Tabell 2 nedan. En kort sammanfattning av respektive artikel görs i texten som följer efter tabellen.

Tabell 2 Artiklar/publikationer som har viss relevans för de frågeställningar som eftersökts i litteraturstudien. Artiklarna redovisas i bokstavsordning efter författare.

Nummer	Artikel	Ämne
1	Cavallo D., Ursini C.L., Carelli G., Iavicoli I., Ciervo A., Perniconi B., Rondinone B., Gismondi M. and Iavicoli S. (2006): Occupational exposure in airport personnel: Characterization and evaluation of genotoxic and oxidative effects. Elsevier volume 223, Issues 1-2, 1 June 2006, Pages 26-35.	Mätning av exponeringen för PAH och utvärdering av genotoxiska och oxidativa effekter på flygplatspersonal i jämförelse med en kontrollgrupp.
2	Clark A I., McIntyre A. E., Lester J. N and Perry R. (1985): Air Quality Impact Assessment at an Airport. Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical, volume 9, Issue 4, 1985, Pages 1-27.	Mätningar av olika luftföroreningar, bl.a. CO, NO _x , kolväten (total-VOC) och bly kring flygplatsen Stanstead. Modellering för att uppskatta påverkan på luftkvaliteten av en utbyggnad av flygplatsen.
3	Clark A I., McIntyre A. E., Perry R. and Lester J. N. (1983): Air Quality Measurement in the Vicinity of Airports. Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical, volume 6, Issue 4, 1983, Pages 245-261.	Litteraturgenomgång av tidigare utförda luftmätningar kring flygplatser. CO, NO _x , VOC, PM och lukt. Observera att man studerat litteratur publicerad före 1983.
4	Hansen D.D. and Sanders L.A. (1992): The Adverse Health Impacts of Airport Expansion with Particular Reference to Sea-Tac International Airport. From the Health Subcommittee of the Environmental Impact Committee of the Regional Coalition on Airport Affairs.	En sammanställning av skadliga hälsoeffekter från flygplatser inför en utbyggnad av Seattle-Tacoma International Airport. Behandlar mycket översiktligt buller, luftföroreningar, cancer.
5	Lester J.R. and Moore D.F. (1982): Cancer mortality and Air Force Bases. Electromagnetic Biology and Medicine 1982, Vol. 1, No 1, Pages 77-82.	Undersöka om långvarig exponering för strålning från radar ökar dödlighet i cancer. Landsdelar (counties) i USA med en Air Force-bas hade signifikant högre risk för död i cancer under 1950-1969 jämfört med områden utan Air Force-bas.
6	Nichols T. P., Leinster P., McIntyre A. E., Lester J. N. and Perry R. (1981): A survey of air pollution in the vicinity of Heathrow airport (London). The Science of the Total Environment, Volume 19, Issue 3, July 1981, Pages 285-292.	Mätningar av olika luftföroreningar (CO, CH ₄ , totalkolväten och bly) kring flygplatsen Heathrow.

7	Pitarque M., Creus A., Marcos R., Hughes J.A. and Andersson D. (1999): Examination of various biomarkers measuring genotoxic endpoints from Barcelona airport personnel. Elsevier Science Volume 440, Issue 2, 6 April 1999, Pages 195-204.	Tre olika biomarkörer användes för att påvisa genotoxiska effekter på flygplatspersonal i Barcelona.
8	Tesseraux I. (2004): Risk factors of jet fuel combustion products. Toxicology Letters Volume 149, Issues 1-3, 1 April 2004, Pages 295-300.	En riskuppskattning baserad på litteraturstudier för närboende till större flygplatser utfördes. Man utgick från flygbränsle och flygplans-emissioner.
9	Tsani-Bazaca E., McIntyre A., Lester J. and Perry R. (1982): Ambient concentrations and correlations of hydrocarbons and halocarbons in the vicinity of an airport. Chemosphere Volume 11, Issue 1, 1982, Pages 11-23.	Mätningar av 16 volatila organiska ämnen (VOC) i sex punkter kring Gatwick Airport 1979. Syftet med studien var att hitta en metod för att relativt enkelt kunna göra källstudier utifrån halförhållanden mellan individuella VOC.
10	Zhou Y. and Levy J.I. (2009): Between-airport heterogeneity in air toxics emissions associated with individual cancer risk thresholds and populations risks. Environmental Health 2009; 8:22	Syftet med undersökningen var att hitta en metod för att relativt enkelt kunna karaktärisera flygplatser och tillhörande emissioner till luft avseende ökad risk för cancer hos närboende.

Occupational exposure in airport personnel: Characterization and evaluation of genotoxic and oxidative effects (Nummer 1)

Sammanfattning: Under fem arbetsdagar utfördes mätningar av PAH-halter i luft på en civil flygplats varvid förhöjda halter av PAH uppmättes. Urin- och blodprover, både från flygplatspersonal som arbetade nära flygplanen och från en kontrollgrupp som arbetade i terminalbyggnaden, samlades in. Analyserna av 1-hydroxy-pyren (1-OHB) i urin, som användes som en biomarkör för exponering för PAH, visade inga förhöjda värden för den exponerade gruppen jämfört med kontrollgruppen. Diverse tester, till exempel comet assay (CA), sister chromatid exchange (SCE) och chromosomal aberrations (CA), visade ökad frekvens av genotoxiska och oxidativa effekter på DNA i den exponerade gruppen. Positiva resultat i dessa tester betyder att skador uppstått på DNA, vilket i sig inte alltid innebär att cancer uppstår, men att risken ökar. Eftersom kontrollgruppen också arbetade på flygplatsen och PAH inte mättes i terminalbyggnaden bedömdes det vara svårt att dra slutsatser om exponering. Då biomarkören för PAH inte visade på exponering för högre dos än i kontrollgruppen antogs att den genotoxiska effekten möjligtvis kunde bero på exponering för fler eller andra cancerogena ämnen än PAH.

Air Quality Impact Assessment at an Airport (Nummer 2)

Sammanfattning: Presentation av resultaten från ett mätprogram där luftkoncentrationer av kolmonoxid, total-kolväte (ej specifikt cancerogena kolväten), kväveoxider och luftburet bly mättes på fem platser runt Stansted Airport samt på en plats inom flygplatsområdet. Effekterna på framtida luftkvalitet av en föreslagen utvidgning av Stansted Airport bedömdes med hjälp av spridningsmodellering. Modellerna validerades gentemot de utförda luftmätningarna. Slutsatsen som drogs av resultaten var att de föroreningar som uppmättes i områdena runt Stansted inte var förhöjda, varken jämfört med mätdata från andra platser i Storbritannien eller med gällande riktlinjer och normer som antagits i Storbritannien eller andra länder. Modelleringstudien indikerade att halterna inte

skulle komma att bli högre än i urban bakgrundsluft i London och att hälsorelaterade riktvärden inte skulle komma att överskridas som ett resultat av en flygplatsutbyggnad.

Air Quality Measurement in the Vicinity of Airports (Nummer 3)

Sammanfattning: Slutsatserna från litteraturgenomgången var att flygplatser är en stor källa till kolmonoxid, kväveoxider, kolväten och partiklar. Flera av de ingående studierna hade dock påvisat att luftkoncentrationer kring flygplatser vanligtvis inte är högre än i urbana miljöer och att där över-skridande av luftkvalitetsnormer påvisats har de flygplansrelaterade emissionerna inte varit den huvudsakliga källan. Mätningar har visat på att flygplatsernas bidrag till kolvätehalterna i om-givningsluften är stort och att VOC och partikelbundna PAH'er emitteras från flygtrafiken såväl som från vägtrafiken i dess omgivning.

The Adverse Health Impacts of Airport Expansion with Particular Reference to Sea-Tac International Airport (Nummer 4)

Sammanfattning: En sammanställning av skadliga hälsoeffekter från flygplatser inför en ut-byggnad av Seattle-Tacoma International Airport (Sea-Tac). I en studie från 1991 uppskattades att Sea-Tac stod för uppemot 5 % av de totala utsläppen till luft av olika föroreningar i King County. För att utreda frågan om ökad risk för cancer hos närboende gjordes en förstudie i syfte att be-stämma den relativa fördelningen mellan olika typer av cancer. Studien visade inte på några förändrade förhållanden mellan olika cancertyper nära flygplatsen jämfört med områden utan på-verkan från flygplatser. Denna typ av studie bedömdes dock vara relativt grov och mer förfinade studier skulle behöva utföras för att hitta eventuella samband mellan emissioner till luft från flygplatser och cancer.

Cancer mortality and Air Force Bases (Nummer 5)

Sammanfattning: Syftet med studien var att undersöka hypotesen att kronisk exponering för radar (mikrovågsstrålning) ökar dödligheten i cancer. Man jämförde två olika områden (counties) inom varje aktuell delstat i USA; ett område med och ett utan Air Force-bas. Cancerdödligheten erhöles från Atlas of cancer mortality for US counties 1950-1969. Områden i USA med en Air Force-bas uppvisade signifikant högre risk för död i cancer under 1950-1969 jämfört med områden utan Air Force-bas. Detta kopplade man till att immunförsvaret försvagas av kronisk exponering av låg-intensiva mikrovågor. Ingen åtskillnad på olika typer av cancer gjordes, och man tog heller inte andra orsaker, som t.ex. förhöjda halter av bensen och/eller bens-a-pyren, i beaktande.

A survey of air pollution in the vicinity of Heathrow airport (London) (Nummer 6)

Sammanfattning: Mätningar av olika luftföroreningar (CO, CH₄, totalolväten och bly) kring flygplatsen Heathrow. Mätningarna utfördes under 1974-1976 på åtta olika platser, varav hälften var placerade på flygplatsområdet och hälften i bostadsområden i närområdet. Uppmätta halter var inte högre än förväntat i urban miljö och något lägre än i centrala London. Blyhalterna var betydligt lägre kring flygplatsen än i trafikpåverkade miljöer. På grund av den provtagningsstrategi som användes var CO den enda parameter som kunde jämföras med kriterier för luftkvalitet (US EPAs hälsorelaterade standard för CO på timbas: 35 ppm).

Examination of various biomarkers measuring genotoxic endpoints from Barcelona airport personnel (Nummer 7)

Sammanfattning: Tre olika biomarkörer, comet assay (CA), sister chromatid exchange (SCE) och micronuclei (MN), användes för att påvisa genotoxiska effekter på flygplatspersonal vid Barcelonas flygplats. Med SCE och MN påvisades inte några statistiskt signifikanta ökning jämfört med kontrollgruppen som arbetade på Barcelona universitets campus. För MN påvisades t.o.m. en lägre frekvens för flygplatspersonalen. En liten, men signifikant, ökning av genetiska skador för den exponerade gruppen kunde påvisas med CA. Positiva resultat i testet betyder att skador uppstått på DNA, vilket i sig inte nödvändigtvis innebär att cancer uppstår. Studien inriktade sig på exponering för bensen och alkylbensener i luft. Uppmätta 8-timmarsmedelvärden av bensen var i nivå med gaturumshalter i Barcelona och lägre än tidigare uppmätta halter vid bensinstationer, och flygplatspersonalen hade därmed inte någon markant högre exponering för bensen än övriga invånare i Barcelona.

Risk factors of jet fuel combustion products (Nummer 8)

Sammanfattning: En riskuppskattning baserad på litteraturstudier som påtalar att tillgängliga mätdata från flygbränsle och dess förbränningsprodukter inte visar på någon specifik förening som kan användas som indikator för flygtrafik. Denna studie, som inriktar sig på organiska föreningar i luft, indikerar att flygplatser ger en påverkan på luftkvaliteten i sin omgivning, men att denna påverkan inte resulterar i högre halter i luft kring flygplatser än i urban bakgrund. Uppmätta halter kring flygplatser är oftast lägre än i gaturumsmiljö i tätorter.

Ambient concentrations and correlations of hydrocarbons and halocarbons in the vicinity of an airport (Nummer 9)

Sammanfattning: Mätningar av 16 volatila organiska ämnen (VOC) utfördes i sex punkter kring Gatwick Airport och vid en plats i centrala London 1979. Genom att jämföra kolväteprofilerna från de sex platserna i omgivningen runt flygplatsen med kolväteprofilerna från bensen och från två vanliga flygbränslen (Shell Jet och Shell Avgas 100L), var det möjligt att identifiera de tre platser som påverkades mest av flygtrafiken. Kvoten mellan toluen och bensen var på dessa platser mycket högre än på en urban trafikpåverkad plats i London och vid de två platserna vid Gatwick Airport som var belägna nära trafikplatser. Den återstående mätplatsen tycks ha påverkats av en annan källa än flyget eller vägtrafiken.

Between-airport heterogeneity in air toxics emissions associated with individual cancer risk thresholds and populations risks (Nummer 10)

Sammanfattning: Syftet med undersökningen var att hitta en metod för att relativt enkelt kunna karaktärisera flygplatser och tillhörande emissioner till luft avseende ökad risk för cancer hos närboende. Man modellerade spridningen av emissioner till luft av tre cancerogena ämnen (bensen, 1,3-butadien och bens(a)pyren) från 32 flygplatser i USA. Modelleringen syftade till att hitta den nivå på emissionerna som resulterade i ett överskridande av en lågrisknivå för den maximalt exponerade individen i närområdet och att uppskatta den totala risken för hela populationen vid denna emissionsnivå. Artikeln innehåller en tabell med dessa emissionsnivåer för respektive ämne och flygplats. Modelleringen gjordes med meteorologi för 2006 och författarna medger att modellering med meteorologi för andra år kan ge stora skillnader i resultat. Slutsatsen är att lokalspecifika egenskaper som avstånd mellan flygplatsen och närboende, antal närboende och lokal meteorologi kan användas för att snabbt bestämma om emissioner från en flygplats kan utgöra en risk för människors hälsa.

3 Diskussion

Som nämnts tidigare har antalet påträffade vetenskapliga publikationer som svarar på de aktuella frågeställningarna varit relativt få. I en av artiklarna, Visser et. al. 2005 (se Tabell 1), sägs ”However, little information is available in the international literature on cancer risk in relation to airports”.

I några av de redovisade publikationerna diskuteras svårigheter med att knyta cancerfall hos boende intill en viss flygplats till emissioner från aktiviteterna på flygplatsen. Dessa diskussioner sammanfattas nedan.

Lågrisknivåer för cancerogena ämnen i luft är ofta förknippade med ett visst antal accepterade cancerfall vid en livstids exponering för ämnet. Vid bedömning av antalet uppskattade cancerfall utifrån uppmätta/beräknade halter i luft utgår man därför ofta från en livstids exponering av aktuell luftförorening. Vid studier av diagnostiserade cancerfall hos närboende av flygplatser är det få i studiegrupperna som utsatts för en livslång exponering. Information om de närboendes bostadshistorik saknas generellt. Det kan även finnas personer som bott i närheten av flygplatser under en stor del av sitt liv, flyttat och därefter utvecklat cancer, men som på grund av flytten inte skulle komma att ingå i en eventuell studie.

En mängd olika faktorer kan bidra till att en människa utvecklar cancer. Förutom exponering för cancerogena ämnen i luft kan faktorer som t.ex. rökning, strålning, arvsanlag och virus orsaka cancer. För att kunna utesluta andra faktorer än luftföroreningar som orsak till ett diagnostiserat cancerfall krävs god information om personens levnadshistorik. I en stor studie kan det vara svårt att få den informationen om alla ingående personer.

I flertalet av de studier som refererats till i föreliggande rapport är utgångspunkten en speciell hypotes, t.ex. ett enskilt ämne eller en specifik ämnesgrupp och dess samband med cancerrisk och/eller genotoxicitet. I vissa studier där man undersökt hälsoeffekter i relation till flygplansbuller eller radarvägor har andra faktorer, som exempelvis lufthalter av cancerogena ämnen, inte behandlats. Generellt behandlades inte heller synergieffekter mellan olika faktorer i studierna.

4 Slutsats

Utifrån de vetenskapliga artiklar och publikationer som undersökts i denna litteraturstudie kan man sammanfatta några slutsatser som återkommer i artiklarna/publikationerna.

Emissioner från flygplatser orsakar förhöjda halter i luft av föroreningar såsom exempelvis VOC och NO_x i närområdet. På flera av de platser där mätningar/beräkningar gjorts av halter i luft bedöms haltnivåerna generellt vara jämförbara med halter i urban miljö och i vissa fall lägre än halter i gaturum. Detaljerade studier och jämförelser av haltnivåer, speciellt avseende cancerogena ämnen, i luft är dock sparsamt förekommande.

I några studier har man undersökt hur förekommande halter i luft av cancerogena ämnen påverkar risken att utveckla cancer hos närboende vid flygplatser. Platsspecifika halter i luft av de studerade cancerogena ämnena har definierats genom mätningar och/eller beräkningar. Vidare har man bedömt risken för att en utvald befolkningsgrupp som bor i närheten av den aktuella flygplatsen skulle utveckla cancer vid en livstids exponering. Denna typ av studier leder ofta till resultatet att risken för att utveckla cancer är större än normalt för boende i närheten av flygplatser.

Andra studier har försökt bekräfta att risken för att utveckla cancer är förhöjd för boende i närheten av flygplatser genom att studera verkliga cancerfall hos närboende. Inte någon av de genomgångna studierna har kunnat påvisa någon statistisk säkerställd ökad risk för cancer hos närboende till flygplatser orsakad av halter i luft vid undersökning av verkliga cancerfall. Studierna hänvisar dock till de svårigheter som föreligger med att knyta cancerfall hos boende intill en viss flygplats till emissioner från aktiviteterna knutna till flygplatsen, se diskussion i kapitel 3.

Den idealt utformade studien skulle bland annat ha tillgång till ett tillräckligt stort befolkningsunderlag som i hela livet bott på samma plats i närheten av en flygplats. Dessutom skulle varje enskild persons levnadshistoria vara väl beskriven. Därtill skulle omfattande mätprogram avseende halter i luft, inklusive ett stort antal cancerogen föroreningar, ha pågått under en längre tid för att få en god kunskap om aktuella haltnivåer i området. För att kunna göra jämförelser med personer som inte exponerats för emissioner från flygplatsen skulle studien även behöva tillgång till en referensgrupp med samma levnadsförutsättningar, undantaget påverkan från flygplatsen, som studiegruppen. Tyvärr är dessa förutsättningar näst intill omöjliga att uppfylla!

BILAGA 1 - Ett urval av artiklar som behandlar flygplatser och hälsa, men ur ett annat perspektiv än det som ansetts vara relevant i denna studie

En sammanställning av artiklar/publikationer som befunnits vara kopplade till flygplatser och/eller hälsa, men på annat sätt än genom förekomst av cancer hos boende i närområdet relaterad till halter i luft av cancerogena ämnen. Artiklarna presenteras i bokstavsordning med avseende på författare.

Tabell 1:1 Ett urval av artiklar som behandlar andra ämnen än de som ansetts vara relevanta i denna studie.

Artikel	Ämne
Childers J.W., Witherspoon C.L., Smith L.B. and Pleil J.D. (2000): Real-time and integrated measurement of potential human exposure to particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from aircraft exhaust. <i>Environ Health Perspect.</i> 2000 Sep; 108 (9):853-62.	Mätningar av PAH inne på flygplatser för att undersöka exponering på personal. Uppmätta halter befanns vara höga jämfört med halter i bakgrundsluft. Behandlar ej halter i omgivningsluft.
Cohen B.S., Bronzaft A.L., Heikkinen M., Goodman J. and Nádas A. (2008): Airport-related air pollution and noise. <i>J Occup Environ Hyg.</i> 2008 May; 5 (5): D61.	Man mätte PM och buller för att undersöka påverkan på boende nära La Guardia i New York. Behandlar ej cancer.
Franssen E.A.M., Staatsen B.A.M. and Lebre E. (2002): Assessing health consequences in an environmental impact assessment. The case of Amsterdam Airport Schipol. <i>Environmental Impact Assessment Review</i> , volume 22, issue 6, November 2002, Pages 633-653.	Med Schipol som exempel beskrivs metoder för att utvärdera eventuella hälsoeffekter i en MKB. Man behandlar buller, lukt, hjärt-/kärlsjukdomar, andningsbesvär. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Franssen E.A., van Wiechen C.M., Nagelkerke N.J. and Lebre E. (2004): Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use. <i>Occup Environ Med.</i> 2004 May; 61 (5): 405-13.	Buller från flygplatser undersöktes med avseende på generell hälsostatus, användning av sömntabletter och medicin mot hjärtsjukdomar. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Frerichs R.R., Beeman B.L. and Coulsson A.H. (1980): Los Angeles Airport Noise and Mortality Faulty Analysis and Public Policy. <i>British Journal of Audiology</i> , 1979, 13, 77-80.	En tidigare undersökning (<i>se Mecham et al.</i>) visade på en överdödlighet bland boende i områden med flygplansbuller nära Los Angeles International Airport. En ny analys av data kunde inte bekräfta de ursprungliga resultaten. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Froom P., Cline B. and Ribak J. (1996): Disease evaluated on return-to-work examinations: aviation ground personnel compared to other workers. <i>Aviat Space Environ Med.</i> 1996 Apr; 67(4):361-3.	För att identifiera eventuella arbetsrelaterade sjukdomar hos flygplatspersonal jämfördes deras diagnoser med patienter på kliniker som inte behandlade flygplatspersonal. Cancer inkluderades i studien, men med undantag av att ryggvärk var mer vanligt hos flygplatspersonalen upptäcktes inga signifikanta skillnader mellan grupperna. Behandlar ej halter i omgivningsluft.
Hammar N., Lannersjö A., Alfredsson L., Dammström B.G., Johansson M. and Eliasch H. (2002): Cancer incidence in airline and military pilots in Sweden 1961-1996. <i>Aviat Space Environ Med.</i> 2002 Jan; 73(1):2-7.	Undersökte cancerincidenter hos manliga, svenska piloter med hänsyn till flygtimmar och flygplanstyp. Totala antalet cancerfall hos piloterna var jämförbar med den svenska manliga befolkningen. Piloterna hade en förhöjd risk för hudcancer som eventuellt kunde associeras till UV-strålning. Behandlar ej halter i omgivningsluft.

Heisterkamp S.H, Doornbos G. and Nagelkerke N.J. (2000): Assessing health impact of environmental pollution sources using space-time models. Stat Med. 2000 Sep 15-30; 19(17-18):2569-78.	Buller från flygplatser undersöktes i relation till sjukhusdata avseende hjärtinfarkt och bronkit. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Herndon S.C., Wood E.C., Northway M.J., Miake-Lye R., Thornhill L., Beyersdorf A., Andersson B.E., Dowlin R., Dodds W. and Knighton W.B. (2009): Aircraft hydrocarbon emissions at Oakland International Airport. Environ Sci Technol. 2009 Mar 15; 43(6): 1730-6	För att förbättra emissionsdata för flygplatser mättes halter i avgaser av vissa kolväten. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Hunt G.T (2008): Atmospheric concentrations of PCDDs/PCDFs in Metropolitan Hartford Connecticut - current levels and historical data. Chemosphere. 2008 Aug; 73 (1 Suppl): S106-13.	Man mätte halter i luft av PCDDs/PCDFs på ett antal platser inkluderande Brainard Airport. Uppmätta halter var lägre än gränsvärden för omgivningsluft i Connecticut. Behandlar ej cancer.
Kesgin U (2004): Aircraft emissions at Turkish airports. Atmospheric Environment 38 (2004) 971-983	Uppskattade flygplansemissioner (HC, CO, NO _x , SO ₂) vid landning och start (LTO) vid 40 turkiska flygplatser 2001. Utgick ifrån emissionsdataregister. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Lin S, Munsie JP, Herdt-Losavio M, Hwang SA, Cieverolo K, McGarry K, Gentile T. (2008): Residential proximity to large airports and potential health impacts in New York State. Int Arch Occup Environ Health. 2008 Jul; 81(7):797-804.	Undersökte om boende i närområdet till kommersiella flygplatser hade en ökad grad av sjukhusinläggningar p.g.a. besvär i andningsvägarna jämfört med boende längre bort från flygplatserna. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Linnarsjö A., Hammar N., Dammström B.G., Johansson M. and Eliasch H. (2003): Cancer incidence in airline cabin crew: experience from Sweden. Occup Environ Med. 2003 Nov; 60(11):810-4.	Undersökte cancerincidenter hos kabinpersonal. Totala antalet cancerfall hos kabinpersonalen var jämförbar med den svenska befolkningen. Kabinpersonalen uppvisade ett ökat antal fall av hudcancer som förknippades med UV-strålning. Behandlar ej halter i omgivningsluft.
Malkin R., Zimmer A. and Echt A. (1994): Health hazard evaluation report. Technical Report. HETA 92-0288-2454, Ogden Aviation, Newark Airport, New Jersey.	Undersökte risk för cancer hos anställda på Ogden Aviation. Uppmätta halter var under detektionsgräns och man drog slutsatsen att det inte fanns anledning att misstänka ökad cancerrisk för de anställda.
Meecham W.C. and Shaw N. (1979): Effects of jet noise on mortality rates. British J Audiol. 1979 Aug; 13(3): 77-80. ¹⁾	Studie som visade på en högre dödlighet under 1970-1971 bland boende i områden med flygplatsbyggnader nära Los Angeles International Airport än i ett kontrollområde. <i>En ny analys av data kunde dock inte bekräfta de ursprungliga resultaten (se Frerichs et al) ovan.</i>
Morell S, Taylor R and Lule D. (1997): A review of health effects of aircraft noise. Aust. N Z J Public Health. 1997 Apr. 21(2): 221-36.	Bullerstörning från flygplatser. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Moussiopoulos N., Sahn P., Karatzas K., Papalexiou S. and Karagiannidis A. (1996): Assessing the impact of the New Athens airport to urban air quality with contemporary air pollution models. Atmospheric Environment, Volume 31, Issue 10, May 1997, Pages 1497-1511.	Modellering av luftkvalitet inför bygge av ny flygplats i Aten. Indata till modellen från uppskattningar av halter och från emissionsinventering. Behandlar ej uppmätta halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.

Passchier W, Knottnerus A, Albering H, Walda I. (2000): Public health impact of large airports. Rev Environ Health. 2000 Jan-Jun; 15 (1-2): 83-96.	Nederländska hälsorådet gjorde en genomgång av data rörande hälsopåverkan från stora flygplatser. Man kom fram till att hälsokontroller och enkäter rörande hälsa oftast inte är integrerade i undersökningar. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Pukkala E., Aspholm R., Auvinen A., Eliasch H., Gundestrup M., Haldorsen T., Hammar N., Hrafnkelsson J., Kyyrönen P., Lannersjö A., Rafnsson V., Storm H. and Tveten U. (2003): Cancer incidence among 10,211 airline pilots: a Nordic study. Aviat Space Environ Med. 2003 Jul; 74(7):699-706.	Undersökte cancerincidenter hos piloter från Norden. Piloterna uppvisade ett ökat antal fall av hudcancer. Behandlar ej halter i omgivningsluft.
Rafnsson V., Hrafnkelsson J. and Tulinius H. (2000): Incidence of cancer among commercial airline pilots. Occup Environ Med 2000; 57: 175-179.	Undersökte cancerincidenter hos piloter från Island. Piloterna uppvisade ett ökat antal fall av hudcancer. Behandlar ej halter i omgivningsluft.
Rogers F., Arnott P., Zielinska B., Sagebiel J., Kelly K.E., Wagner D., Lighty J.S. and Sarofim A.F. (2005): Real-time measurements of jet aircraft engine exhaust. J Air Waste Manag Assoc. 2005 May;55(5):583-93.	Mätningar av partiklar (antal och storlek) och PAH i avgaser från flygplan. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Seldén A. and Ahlborg G.Jr. (1991): Mortality and cancer morbidity after exposure to military aircraft fuel. Aviat Space Environ Med. 1991 Aug; 62(8):789-94.	En historiskt prospektiv kohortstudie med avsikt att belysa en möjlig överrisk för lymfatisk malignitet på grund av exponering för flygbränsle i den svenska försvarsmakten (SAF) utfördes. Sammanfattningsvis fann man inga bevis för ett samband mellan exponering för flygplansbränsle och förekomsten av maligna lymfom eller andra maligniteter bland exponerade män i SAF. Behandlar ej halter i omgivningsluft.
Scherer, S (1996): Volatile organic compounds in the air of the environment of the airport Zurich-Kloten and risk assessment of these pollutants. Doktorsavhandling SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH. ²⁾	I närområdet till flygplatsen uppmättes VOC-halter i samma nivåer som i andra urbana områden i Schweiz. Behandlar ej cancer.
Schürmann G., Schäfer K., Jahn C., Hoffmann H., Bauerfeind M., Fleuti E. and Rappenglück B. (2007): The impact of NO _x , CO and VOC emissions on the air quality of Zurich airport. Atmospheric Environment Volume 41, Issue 1, January 2007, Pages 103-118.	Uppmätta halter av NO, NO ₂ , CO, CO ₂ och VOC i avgaser från flygplan. Behandlar ej halter i omgivningsluft. Behandlar ej cancer.
Unal A., Hu Y., Chang M.E., Odman M.T. and Russel A.G. (2005): Airport related emissions and impacts on air quality: Application to the Atlanta International Airport. Atmospheric Environment 39 (2005) 5787-5798.	Studien syftade till att uppskatta flygplatsers bidrag av PM _{2,5} och O ₃ till omgivningsluften. Behandlar ej cancer.
Yu K.N., Cheung Y.P., Cheung T. and Henry R.C. (2004): Identifying the impact of large urban airports on local air quality by nonparametric regression. Atmospheric Environment 38 (2004) 4501-4507.	Uppskattade flygplatsers bidrag till halter i luft av CO, NO _x , SO ₂ och RSP (Respirable Suspended Particles). Behandlar ej cancer.
Westerdahl D., Fruin S.A., Fine P.L., Siotas C. (2008): The Los Angeles International Airport as a source of ultrafine particles and other pollutants to nearby communities. Atmospheric environment 42 (2008) 3143-3155.	Man mätte halter i luft av PM, sot, NO, NO _x och NO ₂ i lä av Los Angeles Airport. Behandlar ej cancer.

¹⁾ Generellt har artiklar publicerade före 1980 uteslutits ur studien. Denna artikel från 1979 har inkluderats eftersom en senare artikel hänvisar till denna.

²⁾ Doktorsavhandling som skulle kunna vara av intresse. Vi har endast läst sammanfattningen eftersom avhandlingen inte är publicerad.