



Examensarbete inom Medieteknik

*Grundnivå, 15 hp*

# **KTH:s snabbaste professor: En analys av akademiskt flygande**

**VIVI ANDERSSON OCH GUSTAV SUNDIN**

# KTH:s snabbaste professor: En analys av akademiskt flygande

## KTH's Fastest Professor: An Analysis of Academic Flying

Vivi Andersson

EECS, Skolan för Elektroteknik och Datavetenskap,  
KTH  
Lindstedtsvägen 3, 114 28 Stockholm  
vivia@kth.se

Gustav Sundin

EECS, Skolan för Elektroteknik och Datavetenskap,  
KTH  
Lindstedtsvägen 3, 114 28 Stockholm  
gsundi@kth.se

### ABSTRACT

This paper is an analysis of 2019 flight data from employees at KTH Royal Institute of Technology in Stockholm. The work is inspired by KTH professor Metsola van der Wijngaart's proposed guidelines regarding academic flying, suggesting that the emissions of a trip should not exceed a maximum of 100 kg carbon dioxide equivalents (CO<sub>2</sub>e) per travel day [1]. This perspective differs from a more traditional analysis of looking at an individual's summed emissions, and instead views flying through an efficiency perspective, focusing on emissions per unit of time. Based on this, *emission speed*, measured in CO<sub>2</sub>e per travel day, was defined and evaluated as a means of analysing academic flying. The research question investigated in the study is whether the individuals who fly the most are the same individuals who have the highest emission speed. And, if these groups differ, which travel patterns underlie the difference.

Through a merge of KTH's HR data and travel booking system, the year's trips booked through the university were linked to anonymised individuals. The total amount of CO<sub>2</sub>e-emissions, as well as the emission speeds for all travellers at KTH were calculated, which gave rise to two separate top lists: the individuals with the highest emission speeds and the individuals with the highest emission totals. The analysis showed that these top lists differ, with few individuals having a top ranking in both lists. Those with high emission speeds often had a small number of trips which often were long distance, in business class, and of short duration. This travel pattern was also found when analysing the greatest emitters, but these individuals had a larger number of trips during the year. Among these trips there were often a few ones of relatively long duration over short distances, weighing down the summed emission speed of the individual. We found that individuals who make few trips in total, which consistently are of short duration and over long distances, receive high emission speeds, whereas individuals who also make trips that are of long duration and over short distances tend to get lower values. The conclusion of the study was that emission speed can give another perspective than looking at total emissions when analysing flying habits, which can be used in analysing individual trips.

### SAMMANFATTNING

Denna studie är en analys av flygdata från KTH Kungliga Tekniska Högskolans anställda år 2019. Arbetet tar avstamp i Metsola van der Wijngaarts föreslagna riktlinjer rörande akademiskt flygande, där strävan efter att spendera högst 100 kg koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) per resdag framhålls som en tumregel [1]. Detta resonemang etablerar en idé som frångår att se till en individs summerade utsläpp, till ett slags effektivitetsmått där utsläpp per tidsenhet i stället är i fokus. Med utgångspunkt från detta definierades och analyserades måttet *utsläppshastighet*, mätt i CO<sub>2</sub>e per dag på resande fot, som ett perspektiv att analysera akademiskt flygande utifrån. Frågeställningen som undersöks i studien är huruvida de individer som flyger mest är desamma som har högst utsläppshastighet. Och, om dessa grupper skiljer sig åt, vilka resmönster som ligger till grund för skillnaden.

Genom en sammanslagning av KTH:s HR-data och resebokningssystem har samtliga årets resor bokade genom lärosätet kopplats till anonymiserade individer. Detta möjliggjorde uträkningen av en individs totala utsläpp under året, samt utsläppshastigheten, för samtliga resenärer vid KTH. Analysen gav upphov till två separata topplistor: de individerna med högst utsläppshastighet och de individerna med störst totala utsläpp. Undersökningen visar att dessa topplistor skiljer sig åt; få individer hade en topplacering i båda listorna. De med hög utsläppshastighet hade ofta ett litet antal resor som ofta var över långa distanser och i affärsklass, och med kort varaktighet. Detta resmönster återfanns även hos de med högst totala utsläpp, men dessa hade även ett större antal resor under året. Bland dessa resor fanns ofta en eller flera resor med relativt lång varaktighet över korta distanser, som bidrog till att sänka totala hastigheten för personen. Vi fann att individer som utför få resor, som konsekvent är av kort varaktighet över långa distanser får en hög utsläppshastighet, medan individer som även utför resor av lång varaktighet över korta distanser tenderar att få lägre värden. Slutsatsen av studien är att utsläppshastighet är ett mått som kan ge ett annat perspektiv än att titta på totala utsläpp när man analyserar flygvanor, som kan vara användbart i analys av enskilda resor.

## Nyckelord

Hållbarhet; Akademiskt flygande; Utsläppshastighet (CO<sub>2</sub>e/dag); Dataanalys; Kungliga Tekniska Högskolan.

## 1. INTRODUKTION

Sedan 1990 har totala koldioxidutsläpp från flygresor i Sverige ökat med 47 %, och idag flyger svenskar fem gånger mer än det globala genomsnittet [10]. Akademin är inte ett undantag. En lång historia av kunskapsutbyte inom den akademiska världen har lagt grund för hög mobilitet, vilket möjliggjort ett normaliserande av regelbundet flygande [8]. Akademiska institutioner har generellt höga koldioxidutsläpp, där flygresor är en stor bidragande faktor [7] [14]. Utsläppen per genomsnittlig heltidsanställd vid KTH beräknades under 2016 uppgå till 4,8 ton CO<sub>2</sub>e; jämförelsevis beräknades flygutsläppen per invånare i Sverige vara 1,1 ton CO<sub>2</sub>e 2017 [10]. För att minimera allvarliga effekter av klimatförändringarna behöver den globala uppvärmningen avstanna – detta genom att nå nollutsläpp 2050 [12]. IPCC har rapporterat att individuella koldioxidutsläpp behöver minska till 2,5 ton till 2030, och 0,7 ton CO<sub>2</sub>e år 2050 [9]. Med ett genomsnittligt flygande högre än både det i Sverige och världen bör akademiskt flygande vara en fråga av hög prioritet för KTH i arbetet mot minskade utsläpp.

KTH:s målsättning är att vara ett ledande tekniskt universitet för klimatomställning och ett klimatneutralt samhälle. De uppger som delmål mot nollutsläpp att de direkta utsläppen kopplade till den egna verksamheten ska vara klimatneutrala 2022. Ett steg i detta arbete är att kontinuerligt minska utsläppen från resor, där ett kvantitativt mål är att 2022 ha minskat reserelaterade utsläpp med 25 % med 2015 som utgångspunkt [11]. KTH:s utsläpp från resor har de senaste två åren minskat, men denna utveckling behöver följas eftersom dess förhållande till den generella minskningen av flygtrafik under covid-19-pandemin inte är klarlagt [3].

Beteendemönster och svar på frågor såsom varför det flygs och vem som flyger finns gömda i stora mängder data, vilket försvårar arbetet mot minskade utsläpp [3]. För att kunna utträta effektiva insatser mot minskat flygande krävs en förståelse av flygbeteendet, och en grundlig kartläggning av området är därför nödvändigt. Exempelvis menar Pargman et al. att man behöver förstå hur flygandet på KTH är fördelat över skolor, avdelningar och befattningar för att förstå var koldioxidminskningar är inom räckhåll, och vilka hinder som ligger i vägen för denna minskning [14].

I *A practical guide to academic air travel reduction* presenterar Metsola van der Wijngaart instruktioner riktade åt akademiker, ämnade som hjälpmedel för att minska klimatavtrycket från akademiskt flygande [1]. Flygande uttrycks där som en investering av framtida generationers resurser, och det skrivs även att det är nödvändigt att säkerställa en markant "avkastning", i betydelsen *nytta under resan*. Att inte överskrida 100 kg CO<sub>2</sub>e per dag bortrest framhålls som en tumregel, och innebär i praktiken att exempelvis en resa till Kalifornien från Stockholm (ca tre ton CO<sub>2</sub>e) inte bör ha en varaktighet som underskrider 30 dagar.

Med bakgrund av detta har vi valt att definiera måttet *utsläppshastighet*, mätt i kg CO<sub>2</sub>e per dag på resande fot. Detta för att utvärdera måttet som ett analysverktyg för flygande, vilket traditionellt är analyserat utifrån totala utsläpp. Medan totala utsläpp får anses som en central parameter i att minska klimatpåverkan från flygindustrin i stort, syftar denna rapport till att analysera flygandet på individnivå och huruvida utsläppshastighet, som mått betraktat, kan bidra med nya perspektiv. Utifrån resonemanget av Metsola van der Wijngaart

skulle exempelvis utsläppshastighet kunna bidra till att klassificera resor som mer eller mindre "onödiga", där resor med kort varaktighet över långa distanser skulle kräva särskilt hög "avkastning". Frågan är huruvida detta perspektiv på flygande skapar mervärde jämfört med att analysera flygdata endast utifrån totala utsläpp. Frågan vi ämnar besvara är:

*Är de individer som flyger mest desamma som flyger snabbast, i betydelsen har högst utsläppshastighet? Om dessa grupper skiljer sig åt, vilka resmönster ligger till grund för skillnaden?*

## 2. BAKGRUND

### 2.1 Akademiskt flygande

Biørn-Hansen et al. skriver, i *Exploring the Problem Space of CO<sub>2</sub> Emission Reductions from Academic Flying*, att utöver den generella ökningen av flygtransport i samhället har synen på flyg som en viktig ingrediens i framgång tagit fäste i den akademiska världen [3]. Även Hopkins et al. skriver att mekanismer som skapat en norm kring flygande inom akademien konstruerat identiteter som upprätthåller en föreställning om den "gode forskaren", där flygandet har en given plats [8]. Eriksson et al. menar också att viljan att minska flygandet kan stå i konflikt med centrala element i en forskares arbete, såsom presentation av forskning, medverkan på konferenser och nätverkande i andra delar av världen [6]. Globalisering och en snabb spridning av höghastighetstransport, i kombination med en lång historia av kunskapsutbyte och resande inom akademien, är faktorer som bidragit till att hög mobilitet blivit en naturlig del av en akademisk karriär [8]. Akademiker själva har uttryckt att en minskning av resande skulle ha en betydande negativ effekt på deras arbete och spridningen av deras forskning. Således kan det akademiska flygandet legitimeras och till stor del rättfärdigas av akademien själv [6].

Globalt upptog flygindustrin cirka 3 % av totala koldioxidutsläpp år 2019, en andel som beräknas stiga till 22 % år 2050 om inget görs för att förhindra utvecklingen [3] [19]. Medan covid-19-pandemin har bidragit till att bromsa utsläppen från flygindustrin är denna situation att betrakta som ett temporärt undertryckt tillstånd snarare än en permanent kraftigt minskad flygning [3]. Den akademiska världen är generellt sett koldioxidintensiv, och eftersom det för ett forskningsuniversitet kan vara flyg som är en av de största av dessa källor till koldioxidutsläpp, finns det möjlighet för åtgärder som kan vända denna prognos för flygande, åtminstone inom den egna organisationen [7] [14].

Parisavtalet från 2015 presenterade ett juridiskt bindande avtal som förpliktar dess parter att följa ett globalt ramverk som ska begränsa den globala uppvärmningen till under 2 °C för att undvika farliga klimatförändringar [15]. För att uppfylla Parisavtalets klimatmål har det föreslagits en färdplan för globala koldioxidutsläpp, kallat *carbon law*. Carbon law uttrycker att fossilutsläppen behöver halveras varje årtionde för att kunna nå nollutsläpp till 2050 [17]. För att åstadkomma detta krävs att varje organisation och individ följer samma utveckling. En forskare som erhållit godkännande för ett forskningsprojekt har stor frihet över hur pengarna till projektet ska spenderas: hur och när resultat ska presenteras och på vilken arena [6]. Detta innebär att varje forskare har stor makt över sitt eget koldioxidavtryck från flygande och besitter därmed också stora möjligheter att minska det totala utsläppet från sitt universitet. Därmed innehar också forskare ett stort ansvar.

Akademiskt flygande, och hur det kan påverkas, är ett komplext område. Försök att minska akademiskt flygande har gett upphov till nya verktyg för att försöka förstå dess bakomliggande processer. Exempelvis har undersökningar gjorts om hur akademiker resonerar kring sitt flygande, sitt ansvar i att minska

koldioxidutsläpp samt onlinekonferensers inverkan på möteskvalité [4] [6] [8]. Beteendeförändringar gällande akademiskt flygande har adresserats med hjälp av interaktiva visualiseringar som riktat sig till olika nivåer av beslutsfattande [3]. Bart Olsthoorn vid KTH har laborerat med preliminära beräkningar av måttet *monetary carbon intensity*, mätt i ton CO<sub>2</sub>e/MSEK, ämnat som ett mått för att studera akademiskt flygande. Olsthoorn har här använt flygdata från KTH för att studera om korrelation finns mellan finansiering av projekt och utsläpp från flygtransport [13]. Vidare har Metsola van der Wijngaart, tidigare diskuterat under avsnitt 1, presenterat riktlinjer för flygande på individnivå. Dessa riktlinjer uppmuntrar att, vid en flygresa, kombinera flera besök och under en vistelse endast utföra arbete som inte kan göras hemifrån, samt att som tumregel endast flyga om vistelsen ger en effektiv arbetsdag per 100 kg utsläpp från resan [1]. Denna typ av forskning kan agera hjälpmedel för att ge ökad insikt kring akademiskt flygande, besvara varför det sker eller vad vi kan göra för att minska det. I denna rapport ämnar vi bidra med ytterligare ett sådant perspektiv.

## 2.2 Klimatmål på KTH

KTH har ålagt sig att vidta åtgärder för att nå de mål som satts upp i Parisavtalet, och mer specifikt minska utsläppen från arbetsrelaterade resor med 60 % till 2030, med 2015 som utgångspunkt [11]. Detta innebär att KTH behöver minska utsläppen från flygande med 9 % varje år [3]. KTH har också förbundit sig att bidra till FN:s hållbarhetsmål (SDG) och därmed vara med och leda utvecklingen mot ett mer hållbart samhälle [5]. 2016 var utsläppen från resor per heltidsarbetande på KTH 4,8 ton CO<sub>2</sub>/år, där 99 % av utsläppen var från flyg, och med 44 MSEK i reserelaterade kostnader för universitetet under året. Till år 2019 hade utsläppen från resor ökat med 28 % per anställd, något som inte nödvändigtvis beror på att antal resor har ökat. Anledningen kan vara ett resultat av att fler anställda använt KTH:s interna system för resebokning år 2019 jämfört med 2016, så att därmed fler resor blivit registrerade snarare än att de anställdas resmönster förändrats [6].

## 2.3 FEM-faktorn för estimering av utsläpp

I datasetet använt i denna studie har utsläppet för varje flygresa beräknats med hjälp av att multiplicera avståndet mellan ursprungsplats och destination med den så kallade FEM-faktorn (FlightEmissionMap factor).

Ett flygplan har högre utsläpp vid acceleration än när flygplanet har nått sin målshastighet. Den lägre graden av direkta utsläpp under flygning på målhöjd vägs däremot upp av andra indirekta effekter som förekommer vid flygning på hög höjd (höghöjdseffekten). Estimeringar för utsläppens (mätt i CO<sub>2</sub>e) distansberoende har visat sig vara nära proportionerliga, med nästintill ett konstant utsläpp per distansenhet oavsett färdsträcka. Detta har gett upphov till FEM-faktorn [18].

FEM-faktorn är en approximation av flygrelaterade utsläpp per passagerarkilometer. Direkta koldioxidutsläpp från förbränning av flygbränsle, samt indirekta effekter som utsläpp av kväveoxider och bildning av cirrusmoln orsakat av flygets ångbana, är inräknade. Vidare beräknas också olika biljettyper ha olika utsläpp: En resa i affärsklass tar större utrymme i planet än en resa i ekonomiklass och därmed beräknas en affärsklassbiljett stå för en större del av flygets totala utsläpp. FEM-faktorn utgår från ekonomiklass och för en biljett av affärsklass multipliceras utsläppet med en faktor 2,2. Flygrelaterade utsläpp per passagerarkilometer har sedan 1990 minskat med 1,9 % per år, och FEM-faktorn varierar därför över tid. År 2019 hade den ett värde av 0,138 kg CO<sub>2</sub>e per passagerarkilometer.

FEM-faktorn har dock vissa begränsningar i sin precision: dels beror utsläpp från flyg på många faktorer som väder, typ av flyg och flyghöjd (här använder FEM-faktorn ett medelvärde), dels är värden på de indirekta utsläppen av låg vetenskaplig säkerhet [18].

## 3. METOD

För att besvara studiens frågeställning utfördes en analys av flygdata över anställda på KTH Kungliga Tekniska Högskolan. Analysen berörde endast tur- och returreSOR med avresetid år 2019. Enkelresor inkluderades ej i analysen då beräkningarna av varaktigheten för en sådan resa bedöms vara problematisk. Diskussion kring detta förs i Avsnitt 5.4.

### 3.1 Dataset

Datasetet som använts i studien är en sammanfogning av två dataset: intern HR-data, samt data från KTH:s resepartner Egencia. Datan har i förhand bearbetats av Aksel Biörn-Hansen på KTH EECS. Originaldatasetet från Egencia har bland annat rensats från ogiltiga datapunkter, exempelvis innehållande transaktionstyper som åsyftar återbetalning av biljett, byte av biljett eller ogiltig biljett. De återstående transaktionerna matchades med identiteter i HR-datan med hjälp av anonymiserade koder tillhörande varje anställd [2].

### 3.2 Beräkning av utsläppshastighet

I denna studie har varaktigheten för en tur- och returreSA definierats som den totala tiden på resande fot. Den har beräknats som differensen mellan avresetid och tid för landning, där tider för samtliga flygavgångar har antagits vara angivna i lokal tid. De totala utsläppen, mätt i CO<sub>2</sub>e, för en tur- och returreSA är beräknade genom att multiplicera resans totala distans (raka vägen exklusive eventuella mellanlandningar) med 2019 års FEM-faktor.

Med hjälp av resans varaktighet mätt i dagar och de approximerade CO<sub>2</sub>e-utsläppen för resan har utsläppshastigheten i CO<sub>2</sub>e/dag på resande fot beräknats. I praktiken innebär detta exempelvis att två personer som båda flyger till Kapstaden och tillbaka får samma koldioxidutsläpp för flygresorna, men den ena som flyger hem igen efter en dag har 100 gånger högre utsläppshastighet än den som stannar cirka tre månader (cirka 100 dagar) på destinationen. Två personer som har samma totala CO<sub>2</sub>e-utsläpp har alltså inte nödvändigtvis samma utsläppshastighet. För en individ med flera resor har utsläppshastigheten beräknats enligt följande formel:

$$\text{utsläppshastighet [CO}_2\text{e/dag]} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{utsläpp för resa } i}{\sum_{i=1}^n \text{varaktighet för resa } i'}$$

där  $n$  är antalet tur- och returreSOR kopplade till en individ.

### 3.3 Behandling och analys av data

Datasetet med flygningar för anställda vid KTH under 2019 rensades ytterligare på 531 resor. Dessa tillhörde individer med befattningen handläggare, samt individer utan en anonymiserad identitet att koppla till HR-datan. Av 1 916 resande i datasetet kvarstod 1 771 (92 %) som vidare analyserades. En profil skapades för varje individ kvarvarande i datasetet, där individens samtliga tur- och returreSOR lades till. För varje utförd tur- och returreSA adderades information om rutt, utsläpp och varaktighet. Profilerna kunde sedan sorteras efter två olika parametrar: högst utsläppshastighet eller högst totala utsläpp. Detta gav upphov till två olika topplistor, över de anställda vid KTH (se Figur 1 och 5 samt Tabell 1 och 5).

Två topp tio-listor sammanställdes sedan i två stapeldiagram: de tio anställda med högst utsläppshastighet (Figur 1) respektive de tio anställda med högst totala utsläpp (Figur 2). Båda dessa diagram

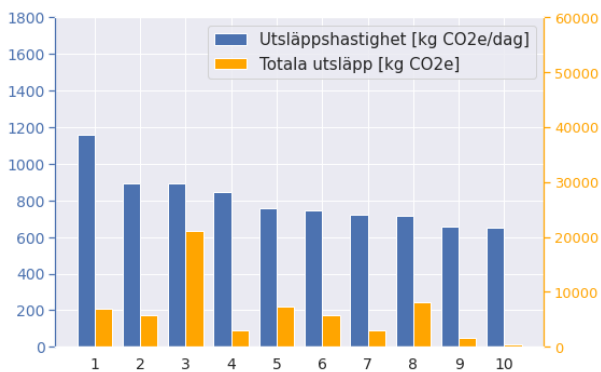
innehåller två staplar per individ: individens utsläppshastighet samt individens totala utsläpp. Diagrammen kompletterades med tabeller över befattningar, utsläppshastigheter, totala utsläpp, samt placering i båda topplistorna (se Tabell 1 och 5). Individerna på första, andra och tredje plats i båda topplistorna bearbetades ytterligare genom visualisering och sammanställning av utförda tur- och returresor, i Avsnitt 4.1.1–4.1.3 samt 4.2.1–4.2.3. Programvara för samtlig analys av data skrevs i programmeringsspråket Python.

## 4. RESULTAT

Bland de 1 771 individer som analyserades fanns totalt 6 841 flygresor, varav 3 910 (57 %) var bokade som tur- och returresor och inkluderades i beräkningarna. Utsläppen från dessa 3 910 resor uppgick till totalt 3 800 000 kg CO<sub>2</sub>e. I genomsnitt hade en resande anställd på KTH en utsläppshastighet på 160 kg CO<sub>2</sub>e/dag på resande fot, och 2 100 kg CO<sub>2</sub>e i totala utsläpp. 119 av de 3 910 (3,0 %) resorna flögs i affärsklass, övriga i ekonomiklass. Resultatet kommer vidare behandla två separata avsnitt: topplistan över utsläppshastighet i Avsnitt 4.1 och topplistan över totala utsläpp i Avsnitt 4.2.

### 4.1 Ranking för utsläppshastighet

Topplistan över utsläppshastighet presenteras i Figur 1 via ett diagram över de tio individer som flugit snabbast under 2019, sorterade i fallande ordning. De vänstra staplarna, färgade i blått, visar individernas utsläppshastighet, och de högra, färgade i orange, visar totala utsläpp för varje individ. I Tabell 1 framgår varje individs placering i topp tio-listan över utsläppshastighet, befattning på KTH under 2019, utsläppshastighet, totala utsläpp, och dennes placering i topplistan över totala utsläpp. Titeln för individerna på första, andra och tredje plats titel har kompletterats med en unik bokstav för att förenkla diskussionen i Avsnitt 5.



Figur 1. Stapeldiagram över de tio individer med högst utsläppshastighet år 2019, kompletterat med deras totala utsläpp.

Tabell 1. Information om de tio individer med högst utsläppshastighet år 2019.

#	Befattning	Utsläpps- hastighet [CO <sub>2</sub> e/dag]	Totala utsläpp [kg CO <sub>2</sub> e]	Ranking i totala utsläpp
1	Professor A	1 200	6 900	171
2	Professor B	890	5 800	151
3	Professor C	890	21 000	8
4	Forskare	840	2 900	436
5	Professor	750	7 300	96
6	Forskare	740	5 800	148
7	Doktorand	720	3 000	420
8	Professor	710	8 200	79
9	Universitetslektor	650	1 700	722
10	Universitetslektor	650	350	1271

Bland topp tio med högst utsläppshastighet (se Tabell 1) varierade utsläppshastigheten mellan 652 och 1 160 kg CO<sub>2</sub>e/dag på resande fot. För dessa tio individer varierade totala utsläppen mellan 350 och 21 000 kg CO<sub>2</sub>e och i genomsnitt gjorde individerna 2,6 tur- och returresor under året. Ingen tydlig korrelation mellan hög utsläppshastighet och totala utsläpp kan ses.

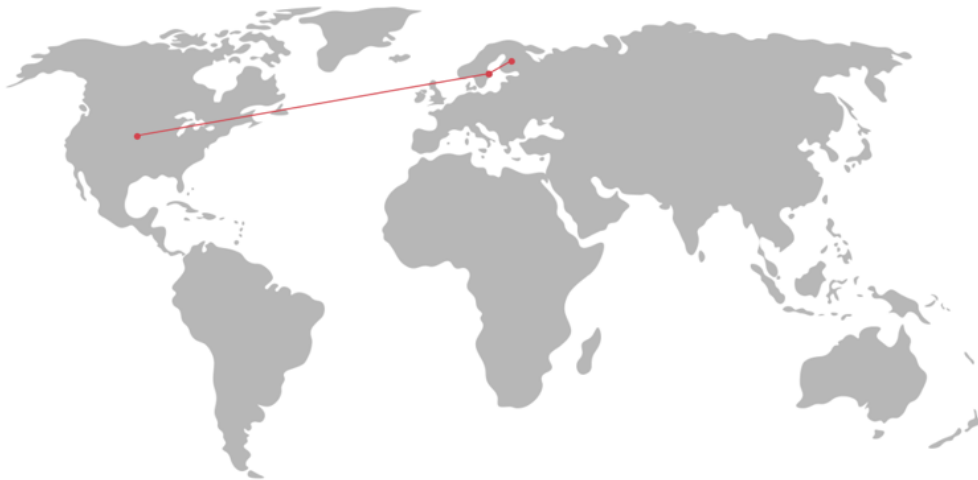
I Avsnitt 4.1.1, 4.1.2 och 4.1.3 presenteras individerna på första, andra och tredje plats i topplistan över utsläppshastighet närmare. För varje av dessa tre individer presenteras i respektive avsnitt de resor som utförts i en tabell med information om flygningarna. I tabellerna framgår rutt, utsläpp och varaktighet för varje resa, samt om resorna flög i ekonomi- eller affärsklass (markerat med ett E för ekonomiklass eller B för affärsklass). De av professor A, professor B och professor C utförda resorna är utöver tabellerna markerade på världskartor i Figur 2, 3 och 4 med en linje mellan avrese- och destinationsland. Varje röd linje i världskartorna motsvarar en tur- och returresa, där avrese- och destinationsland är markerade utan hänsyn till eventuella mellanlandningar.

#### 4.1.1 Första plats för utsläppshastighet

På första plats för högst utsläppshastighet fanns Professor A med utsläppshastigheten 1 200 kg CO<sub>2</sub>e/dag och 7 000 kg CO<sub>2</sub>e i totala utsläpp. Professor A rankades på plats 171 för totala utsläpp. Professorn gjorde tre tur- och returresor under året och i genomsnitt varade varje resa 2,0 dagar. Resa nummer ett till London varade i 1,6 dagar med 400 kg CO<sub>2</sub>e-utsläpp. Därefter gjordes en resa från Stockholm till Göteborg under 0,8 dagar, med 100 kg CO<sub>2</sub>e i relaterade utsläpp. Den tredje resan gick till Kapstaden. Denna flögs i affärsklass och resan varade i 3,6 dagar med utsläpp på 6 400 kg CO<sub>2</sub>e (se Tabell 2).



**Figur 2. Resor utförda under 2019 av professor A, markerade på en världskarta.**



**Figur 3. Resor utförda under 2019 av professor B, markerade på en världskarta.**



**Figur 4. Resor utförda under 2019 av professor C, markerade på en världskarta.**

**Tabell 2. Professor A:s resor under år 2019 representerade av rutt, utsläpp och varaktighet.**

#	Rutt	Utsläpp [kg CO <sub>2</sub> e]	Varaktighet [dagar]
1	Stockholm – London – Stockholm (E)	400	1,6
2	Stockholm – Göteborg – Stockholm (E)	100	0,8
3	Stockholm – Kapstaden – Stockholm (B)	6 400	3,6

#### 4.1.2 Andra plats för utsläppshastighet

På andra plats för högst utsläppshastighet fanns Professor B med utsläppshastigheten 900 kg CO<sub>2</sub>e/dag och 5 800 kg CO<sub>2</sub>e i totala utsläpp. Professor B rankades på plats 151 för totala utsläpp. Professorn gjorde två tur- och returresor under året och i genomsnitt varade varje resa 3,3 dagar. Den första resan gick till San Francisco och varade i 5,2 dagar. Resan hade utsläpp på 5 700 kg CO<sub>2</sub>e och flögs i affärsklass. Den andra resan gick till Helsingfors och varade i 1,3 dagar, med utsläpp på 110 kg CO<sub>2</sub>e (se Tabell 3).

**Tabell 3. Professor B:s resor under år 2019 representerade av rutt, utsläpp och varaktighet.**

#	Rutt	Utsläpp [kg CO <sub>2</sub> e]	Varaktighet [dagar]
1	Stockholm – San Francisco – Stockholm (B)	5 700	5,2
2	Stockholm – Helsingfors – Stockholm (E)	110	1,3

#### 4.1.3 Tredje plats för utsläppshastighet

På tredje plats för högst utsläppshastighet fanns Professor C med utsläppshastigheten 890 kg CO<sub>2</sub>e/dag och 21 000 kg CO<sub>2</sub>e i totala utsläpp. Professor C rankades plats åtta för totala utsläpp från flygresor. Professorn gjorde nio tur- och returresor under året vars sammanlagda varaktighet uppgick till 24 dagar. I genomsnitt varade varje resa 2,6 dagar, och flygresorna gick både inrikes, intra- och interkontinentalt. Fem av nio resor flögs i affärsklass (se Tabell 4).

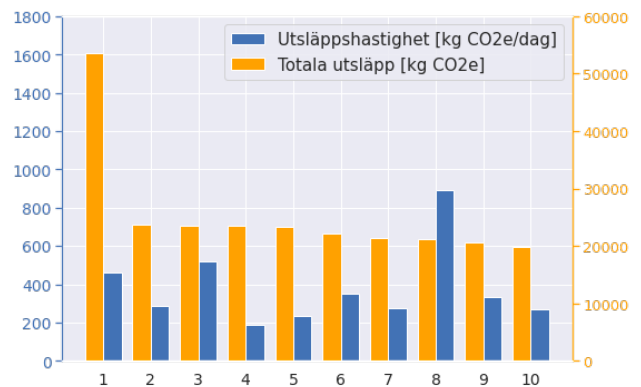
**Tabell 4. Professor C:s resor under år 2019 representerade av rutt, utsläpp och varaktighet.**

#	Rutt	Utsläpp [kg CO <sub>2</sub> e]	Varaktighet [dagar]
1	Stockholm – Chicago – Stockholm (B)	4 500	2,9
2	Stockholm – Visby – Stockholm (B)	140	3,2
3	Stockholm – Kapstaden – Stockholm (B)	6 400	3,6
4	Stockholm – Göteborg – Stockholm (E)	110	1,0
5	Stockholm – Bryssel – Stockholm (E)	360	2,1
6	Stockholm – Bryssel – Stockholm (E)	350	1,4

7	Stockholm – Delhi – Stockholm (B)	4 400	3,0
8	Stockholm – Paris – Stockholm (E)	430	2,2
9	Stockholm – Chennai – Stockholm (B)	4 500	4,2

## 4.2 Ranking för totala utsläpp

Nedan presenteras Figur 5, ett diagram över de tio individer med högst totala utsläpp under 2019 sorterade i fallande ordning. De vänstra staplarna, färgade i orange, visar varje individs totala utsläpp och de högra, färgade i blått, visar individens utsläppshastighet. Likt Avsnitt 4.1 framgår mer information om dessa individer i tabellen (se Tabell 5), med skillnaden att kolumnen längst till höger denna gång indikerar individens placering i topplistan för högst utsläppshastighet. Titeln för individerna på första, andra och tredje plats har kompletterats med en unik bokstav.



**Figur 5. Stapeldiagram över de tio individer med högst totala utsläpp år 2019, kompletterat med deras utsläppshastighet.**

**Tabell 5. Information om de tio individer med högst totala utsläpp år 2019.**

#	Befattning	Utsläppshastighet [CO <sub>2</sub> e/dag]	Totala utsläpp [kg CO <sub>2</sub> e]	Ranking i utsläppshastighet
1	Professor D	460	53 000	50
2	Professor E	280	23 000	264
3	Professor F	510	23 000	30
4	Professor	180	23 000	612
5	Senior forskare	230	23 000	438
6	Universitetslektor	350	22 000	150
7	Professor	270	21 000	311
8	Professor C	890	21 000	3
9	Specialist	330	20 000	176
10	Professor	260	19 000	332

I topp tio-listan över högsta totala utsläpp (se Tabell 5) varierade utsläppshastigheten mellan 180 och 890 kg CO<sub>2</sub>e/dag på resande fot, och för dessa tio individer varierade totala utsläppen mellan 19 000 och 53 000 kg CO<sub>2</sub>e. I genomsnitt gjorde de 13,5 tur- och returresor under året. Ingen korrelation mellan högt totalt utsläpp och individens utsläppshastighet syns.

I Avsnitt 4.2.1, 4.2.2 och 4.2.3 presenteras individerna på första, andra och tredje plats i topplistan över totala utsläpp närmare. För varje av dessa tre individer presenteras i respektive avsnitt de resor som utförts. De utförda resorna är, utöver tabellerna, markerade på världskartor i Figur 6, 7 och 8 med en linje mellan avrese- och destinationsland.

#### 4.2.1 Första plats för totala utsläpp

På första plats i högsta koldioxidutsläpp fanns Professor D, med utsläppshastigheten 460 kg CO<sub>2</sub>e/dag och 53 000 kg CO<sub>2</sub>e i totala utsläpp. Professor D rankades på plats 50 i högst utsläppshastighet. Professor D gjorde 32 tur- och returresor under året. Sju av resorna flögs interkontinentalt, bland annat till Tokyo, Boston och Maui. Från Boston och Tokyo flög Professor D även tur- och returresor inrikes. Resterande 22 resor flögs inom Europa. Resornas varaktighet var sammanlagt 116 dagar, med ett genomsnitt på 3,6 dagar. Sju av 32 (22 %) resor flögs i affärsklass (se Tabell 6).

**Tabell 6. Ett urval av professor D:s resor under år 2019 representerade av rutt, utsläpp och varaktighet.**

#	Rutt	Utsläpp [kg CO <sub>2</sub> e]	Varaktighet [dagar]
1	Stockholm – Maui – Stockholm (B)	8 700	9,3
2	Stockholm – Wien – Stockholm (E)	360	9,4
3	Stockholm – Hongkong – Stockholm (B)	5 600	5,8
4	Stockholm – Tokyo – Stockholm (B)	5 600	5,2
5	Wien – Bangkok – Wien (E)	5 100	6,6
⋮			
28	Stockholm – Rom – Stockholm (E)	580	1,4
29	Stockholm – Graz – Stockholm (E)	500	1,6
30	Stockholm – Berlin – Stockholm (E)	230	1,6
31	Stockholm – Berlin – Stockholm (E)	230	1,3
32	Stockholm – München – Stockholm (E)	480	2,2

#### 4.2.2 Andra plats för totala utsläpp

På andra plats för totala utsläpp fanns Professor E med utsläppshastigheten 280 kg CO<sub>2</sub>e/dag på resande fot och 23 000 kg CO<sub>2</sub>e i totala utsläpp. Professor E rankades på plats 264 i högst utsläppshastighet. Denna professor gjorde 17 tur- och returresor under året. Tre resor flögs till Tokyo, och resterande 14 resor flögs inom Europa. Resorna hade en sammanlagd varaktighet på 82 dagar och i genomsnitt varade varje resa 4,8 dagar. Fyra av 17 (24 %) resor flögs i affärsklass (se Tabell 7).

**Tabell 7. Ett urval av professor E:s resor under år 2019 representerade av rutt, utsläpp och varaktighet.**

#	Rutt	Utsläpp [kg CO <sub>2</sub> e]	Varaktighet [dagar]
1	Stockholm – Tokyo – Stockholm (B)	5 700	12,3
2	Stockholm – Tokyo – Stockholm (B)	5 700	5,3
3	Stockholm – Bukarest – Stockholm (E)	490	3,0
4	Stockholm – Ljubljana – Stockholm (E)	460	5,0
5	Stockholm – Warszawa – Stockholm (E)	240	8,0
⋮			
13	Stockholm – München – Stockholm (E)	370	3,5
14	Stockholm – Wien – Stockholm (B)	780	3,7
15	Stockholm – London – Stockholm (E)	640	4,3
16	Stockholm – München – Stockholm (E)	420	3,3
17	Stockholm – London – Stockholm (E)	640	5,5

#### 4.2.3 Tredje plats för totala utsläpp

På tredje plats för högst totala utsläpp fanns Professor F med utsläppshastigheten 510 kg CO<sub>2</sub>e/dag och 23 000 kg CO<sub>2</sub>e i totala utsläpp. Professor F rankades på plats 30 i högst utsläppshastighet. Professor F gjorde elva tur- och returresor under året. Professorn flög flera långdistansresor, bland annat till Hongkong, Bangkok, Peking och Kairo. Resorna hade en sammanlagd varaktighet på 45 dagar och i genomsnitt varade varje resa 4,1 dagar. Tre av elva (27 %) resor flögs i affärsklass (se Tabell 8).

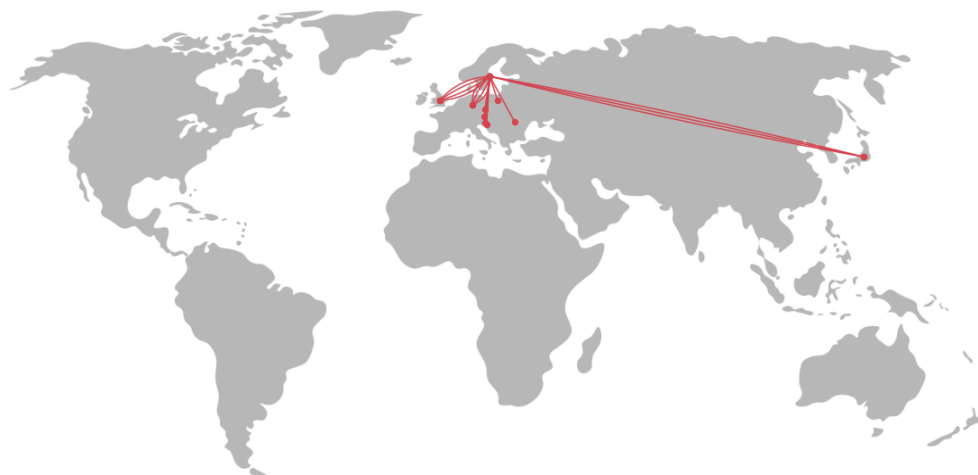
**Tabell 8. Professor F:s resor under år 2019 representerade av rutt, utsläpp och varaktighet.**

#	Rutt	Utsläpp [kg CO <sub>2</sub> e]	Varaktighet [dagar]
1	Stockholm – Hongkong – Stockholm (B)	6 100	4,7
2	Stockholm – Chennai – Stockholm (B)	4 700	5,2
3	Stockholm – München – Stockholm (E)	360	1,0
4	Bangkok – Kuala Lumpur – Bangkok (E)	340	1,6
5	Stockholm – Peking – Stockholm (E)	2 100	6,1
6	Stockholm – London – Stockholm (E)	400	1,1
7	Stockholm – Kairo – Stockholm (B)	5 800	4,9
8	Stockholm – Zürich – Stockholm (E)	410	1,4
9	Stockholm – Bangkok – Stockholm (E)	2 800	16,6
10	Bangkok – Guangzhou – Bangkok (E)	470	2,0
11	Stockholm – Helsingfors – Stockholm (E)	110	0,9

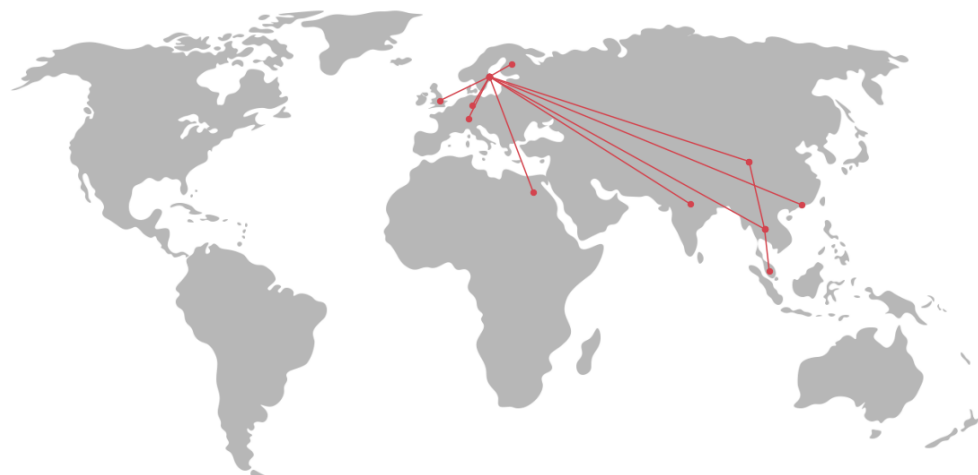




**Figur 6. Resor utförda under 2019 av professor D, markerade på en världskarta.  
En ögla representerar här en resa inom landet.**



**Figur 7. Resor utförda under 2019 av professor E, markerade på en världskarta.**



**Figur 8. Resor utförda under 2019 av professor F, markerade på en världskarta.**

## 5. DISKUSSION

Med denna undersökning har vi ämnat utforska måttet utsläppshastighet som ett sätt att analysera akademiskt flygande. Undersökningen har utgått från flygningar relaterade till KTH:s verksamhet under 2019, och vi har definierat måttet som en individs totala koldioxidutsläpp under året dividerat med antal dagar på resande fot (kg CO<sub>2</sub>e/dag på resande fot). Syftet med undersökningen var att se om måttet utsläppshastighet är ett användbart verktyg för kartläggningen av resebeteenden vid KTH, och för att bidra till att identifiera så kallade "onödiga resor", resor med exempelvis kort varaktighet och höga utsläpp utan särskilt starka motiv. Identifiering av dessa typer av resor skulle kunna vara ett underlag för analys och diskussion, och på så vis vara relevant i arbetet mot att minska utsläppen från arbetsrelaterade resor. Bland de anställda på KTH som reste med flyg under 2019 har vi identifierat och jämfört de tio individer med högst utsläppshastighet med de tio individer med högsta totala utsläpp under år 2019.

### 5.1 Topplistan över utsläppshastighet

Tabell 1 visar att fem av tio personer på topplistan för högst utsläppshastighet är professorer, varav tre av dessa var på första, andra och tredje plats. Övriga befattningar som befinner sig på topplistan är forskare, doktorander och universitetslektorer. Avvikande gällande resmönster i denna topplista är Professor C som gjorde nio tur- och returresor, medan snittet är 2,6 resor bland de tio snabbaste individerna. Det högre antalet resor resulterade i att Professor C även förekommer på plats åtta för totala utsläpp.

Gemensamt för de tre med högst utsläppshastighet är att de gjort långdistansresor och stannat en kortare tid. Exempelvis ser vi i Tabell 2 att Professor A gjort en resa på 3,6 dagar till Kapstaden, med utsläpp på 6 400 kg CO<sub>2</sub>e, och i Tabell 3 att Professor B en resa till San Fransisco på 5,2 dagar och 5 700 kg CO<sub>2</sub>e. I Figur 4 ser vi att Professor C gjorde fyra tur- och returresor på 4 400, 4 500, 4 500 och 6 400 kg CO<sub>2</sub>e, till Delhi, Chennai, Chicago och Kapstaden, varje resa mellan 2,9 och 4,2 dagar lång. Alla tre individer flög samtliga långdistansresor i affärsklass, vilket drar upp resornas utsläpp med en faktor 2,2, se Avsnitt 2.3.

I regel ser vi att resor inom Europa har utsläpp under 1 000 kg CO<sub>2</sub>e, och att de sällan flygs i affärsklass för de anställda på KTH. Exempelvis flög Professor C till Bryssel på 2,1 dagar med utsläpp på 360 kg CO<sub>2</sub>e, med utsläppshastigheten 170 kg CO<sub>2</sub>e/dag. Professor C flög även till Kapstaden på 3,6 dagar, med en utsläppshastighet på cirka 1 800 kg CO<sub>2</sub>e/dag, alltså mer än tio gånger snabbare än resan till Bryssel. Totalt sett flögs endast 119 av totala 3 910 tur- och returresorna under 2019 i affärsklass (3,0 %), men bland topp tio för utsläppshastighet finns tio resor i affärsklass (38 %). Sett till mängden resande anställda på KTH dyker det alltså upp relativt många affärsklassflygare bland de snabbaste på KTH.

Ser vi till resorna som utförts av de snabbaste flygarna hittar vi svaret på frågan varför Professor C, som gjort flest långdistansresor med kort varaktighet, inte är på förstaplats. I detta fall finner vi exempelvis en resa till Visby på 140 kg CO<sub>2</sub>e och 3,2 dagar – en resa med utsläppshastigheten 42 kg CO<sub>2</sub>e/dag, vilket drar ner Professor C:s totala utsläppshastighet.

### 5.2 Topplistan över totala CO<sub>2</sub>e-utsläpp

Tabell 5 visar att sju av tio personer på topplistan är professorer, representerade på bland annat första, andra och tredje plats. Bland de tre resterande återfanns en forskare, en lektor och en specialist. Tabellen visar även att utsläppen från dessa tio personer varierade mellan 53 000 och 19 000 kg CO<sub>2</sub>e under 2019, där professorn på

första plats släppt ut mer än dubbelt så mycket CO<sub>2</sub>e än professorn på andra plats.

Det visade sig dock att flera resor inte var korrekt redovisade. I Tabell 6, beskrivande Professor D på första plats, ser vi att resa två avser en resa Stockholm – Wien – Stockholm. Resa tre är också en tur- och returresa, Stockholm – Hongkong – Stockholm. Ser vi till avgångstider för dessa resor verkar de överlappa. Planet från Stockholm mot Wien avgick 12 juni och landade igen i Stockholm 21 juni. Resa tre avgick från Stockholm 15 juni till Hongkong, och landade i Sverige igen 21 juni. Dessa kan alltså inte ha ägt rum samtidigt. Det finns flera datapunkter liknande dessa (med datum som överlappar), men för den här undersökningen saknades verktyg för att åtgärda problemet och ta reda på exakt vad det berodde på. Förklaringar för detta kan vara att en av resorna avbokats men att personen inte avregistrerat resan i KTH:s resesystem, eller att personen bokat åt någon annan.

Att det finns en möjlighet att en person bokar resor åt andra i sitt namn gör undersökningen något problematisk eftersom det betyder att det inte går att koppla resorna till individer med någon garanterad korrekthet. Om topplistorna exempelvis består av personer som i eget namn bokat resor åt andra i sitt arbetslag är troligtvis ingen av topplistorna helt korrekta gällande koppling till enskilda individer. Däremot kan det även handla om enskilda resor som ombokats som resesystemet uppfattat som två separata resor, i vilket fall de överlappande resorna endast är de problematiska. Det senare alternativet skulle ha mindre inverkan på topplistornas utseende eftersom denna form av överlappning bara gäller ett fåtal resor.

### 5.3 Utvärdering av utsläppshastighet

Det var intressant att se att topplistorna (se Figur 1 och 5 samt Tabell 1 och 5) var olika. Förutom en individ som fanns med på båda topplistorna (Professor C), verkar det vara en trend i de två topplistorna att om en individ är högt upp på en topplista, är denne ofta långt ner på den andra listan. De som befinner sig på topplistan över de snabbast flygande har generellt få och korta resor. Exempel på detta är flygresor fram och tillbaka till Göteborg från Stockholm med en varaktighet av några timmar, eller resor till en annan kontinent under ett fåtal dagar. Vidare såg vi att de tre med högst utsläppshastighet hade flugit långdistansresor i affärsklass, men denna biljettyp var överrepresenterad hos samtliga individer i topp tio-listan över utsläppshastighet.

Generellt sett har även de i topplistan över högst totala utsläpp resor av kort varaktighet, däremot har de ofta även resor med längre varaktighet som drar ner värdet på den totala utsläppshastigheten. Ett exempel på detta är Professor E på andra plats för totala utsläpp. Professor E gjorde en resa Stockholm – Tokyo – Stockholm som varade i 12,3 dagar. Trots utsläpp för den resan på 5 700 kg CO<sub>2</sub>e, genererade det en hastighet för den resan på 470 kg CO<sub>2</sub>e/dag på resande fot. Detta är cirka 200 kg CO<sub>2</sub>e/dag lägre än personen på plats tio i topplistan över högsta utsläppshastigheter. Resor som är av relativt lång varaktighet skapar därmed möjlighet för personen att flyga snabba resor utan att dessa syns i statistiken, och då även en bufferteffekt som "räddar" personens totala utsläppshastighet. Professor E gjorde ytterligare en resa Stockholm – Tokyo – Stockholm, men denna gång på 5,3 dagar. Detta resulterar i att resans hastighet istället blir 1 100 kg CO<sub>2</sub>e/dag på resande fot, ett värde som ensamt hade resulterat i en andraplats i topplistan över högsta utsläppshastigheter.

För att hamna på topplistan över de snabbaste individerna är det alltså centralt att på ett systematiskt sätt flyga med hög utsläppshastighet, och inte ha någon resa med relativt lång

varaktighet jämfört med resans utsläpp. Det leder därför till att topplistan över högsta hastigheter framhäver en viss typ av individer: de som flyger få antal gånger. Detta då ett större antal resor verkar skapa en varians i varaktighet som sänker den totala utsläppshastigheten.

Att kombinera sin affärsresa med turism, och på så vis stanna längre än nödvändigt på sin destination, är även det ett potentiellt existerande beteende. Ett sådant resmönster skulle göra att en individ sjunker i topplistan över höga hastigheter, men har ingen påverkan på de totala utsläppen. På så vis skiljer de snabba individerna sig från de största utsläpparna, där antalet flygtimmar under året ensamt påverkar en individs ranking.

Sammantaget antyder detta att måttet utsläppshastighet kan vara mer användbart i kontexten analys av enskilda resor, snarare än för att analysera ett medelvärde för varje individ. På så sätt blir inte de individer med låg total utsläppshastighet, som även har resor med hög utsläppshastighet, bortfiltrerade. Med hjälp av 100 kg-riktlinjen (se Avsnitt 1, 2.1) skulle resor med högre utsläppshastighet kunna identifieras och vidare granskas mer noggrant. Kan något möte förläggas online istället? Kan delar av resan ersättas med tåg eller kan resan nyttjas bättre genom kombination av arbetsuppgifter? Detta är frågor som bör ställas inför samtliga resor, men är argumenterbart av särskild relevans när utsläppshastigheten är hög.

## 5.4 Metodkritik

Att använda FEM-faktorn för att beräkna koldioxid kan minska noggrannheten i uträkningen av hastigheterna. Koldioxidutsläppen har här antagits proportionella mot raka vägen mellan ursprungsplats och destination, trots att en resa med flera mellanlandningar har färdats en längre sträcka. Resultatet är således en approximation, som dock anses vara tillräckligt bra för ändamålet.

För den här undersökningen valdes det att inte ta enkelresor i beaktning, trots att inräkning av dessa hade kunnat bidra till ett mer noggrant resultat gällande totala utsläpp kopplade till en individ. En enkelresa utan en tydligt relaterad återresa från samma ort kunde inte få en hastighet tilldelad sig. Att utföra en hoppning av enkelresor bedömdes som problematiskt, eftersom möjligheten finns att boka en enkelresa till exempelvis Göteborg från Stockholm, för att sedan ta tåget tillbaka. På samma sätt kan en resa vara en enkelbiljett från Stockholm till Göteborg, för att sedan ta tåg till Malmö och därifrån boka en enkelresa tillbaka till Stockholm. Att para ihop dessa datapunkter kräver noggrant övervägande och analys, och är svåra att generalisera i en automatiserad process. Dessa bedömdes inte heller ha en signifikant påverkan på topplistornas utseende, då en majoritet av resorna i datasetet är tur- och returresor. Detta gäller specifikt resor av kort varaktighet, som måttet utsläppshastighet fokuserar på.

Ett ytterligare val som gjordes var att inte ta bort överlappande resor kopplade till en individ, se diskussion under Avsnitt 5.2. Detta då det inte finns något som talar för vilken av två överlappande resor som ska tas bort. Alternativ som övervägts var att ta bort resan med minst koldioxidutsläpp, och på så vis öka chanserna till en överestimering, eller att ta bort den med högst koldioxidutsläpp och på så vis sannolikt få en underestimering. Men eftersom det inte går att säga om en resa hänt eller inte, vilket även gäller resor som inte överlappar med någon annan resa, är vi inte säkra på att få en underestimering förrän alla resor är borttagna och utsläppet är noll. Därför togs beslutet att inkludera alla resor, vilket därmed ger ett säkert utsläppstak från tur- och returresor. På grund av detta kan vi inte säga mer än att det sanna utsläppsvärdet för individerna

inkluderade i rapporten kommer ligga mellan noll och angivna värden.

## 5.5 Framtida forskning

Under undersökningen uppkom ett antal personer med titeln *handläggare*, representerade både i topplistan över personer med högst utsläppshastighet och topplistan över högsta totala utsläpp. Dessa valdes att inte inkluderas i undersökningen eftersom det ansågs osannolikt att dessa inte reser själva utan bokar resor åt andra. Exempelvis erhöll en handläggare, som endast bokar en resa, första plats i hastighetsrankingen innan denne togs bort. Resan hade ruten Mexiko – Stockholm – Mexiko och varade cirka tre dagar. Det ansågs sannolikt att denna handläggare bokar en resa åt en person från Mexiko för att komma till KTH, exempelvis för att opponera en avhandling. I andra fall fanns en stor mängd långdistansresor bokade med överlappande avresedatum. Här uppstår frågan “Vem är det som flyger egentligen?”. Som en del i arbetet mot nollutsläpp från KTH:s verksamhet har de själva uppgett att de jobbar med att identifiera åtgärder för att säkerställa en infrastruktur som stödjer minskad klimatpåverkan; här finner vi en sådan möjlig åtgärd [16]. Att skapa ett överblickbart bokningssystem för att ge transparens i resandet anser vi är ett grundkriterium för att på ett korrekt och effektivt sätt arbeta med minskning av utsläpp från transport på KTH. Att analysera detta vidare beslutades vara utanför denna undersökningens omfattning och har därför inte inkluderats i resultatet, men utgör både en intressant, och för KTH användbar, grund för vidare forskning.

Ett ytterligare steg i transparens för resmönster på KTH är en undersökning av varför flygresorna sker – varför flögs den där resan på tre dagar till Kapstaden i affärsklass? Mer kontext för resornas syfte ger en grund för att undersöka om resor skulle kunnat ersättas med till exempel digitalt möte eller tågresa.

Vidare skulle denna undersökning kunna utvecklas ytterligare genom att även inkludera matchning av enkelresor, se tidigare diskussion under Avsnitt 5.4. Eftersom strax under hälften av alla resor bokas som två enkelresor, snarare än en tur- och returresa, har flera datapunkter försvunnit ur analysen. Det vore därför intressant att se hur väl enkelresor skulle kunna matchas och hur resultaten skulle skilja sig.

Vi har i denna undersökning presenterat måttet utsläppshastighet, men vilken roll och användningsområde denna data skulle kunna ha på KTH skulle kunna undersökas vidare. Kan måttet utsläppshastighet per resdag vara till hjälp för beslutande organ på KTH i arbetet mot minskat flygande? En implementering av måttet i kombination med 100 kg-riktlinjen, riktad mot de avdelningschefer ansvariga för målet med minskad flygning, vore särskilt intressant att undersöka.

## 6. SLUTSATS

I denna undersökning fann vi en tendens att individer som gjort resor med hög utsläppshastighet vid upprepade tillfällen drastiskt minskade sin sammanlagda utsläppshastighet till följd av en, eller flera, resor med längre varaktighet. Resultatet av detta är att de snabbaste flygarna utfört färre resor än de som haft högst totala utsläpp, eftersom ett stort antal resor verkar öka sannolikheten för att en resa med lång varaktighet ska förekomma. Detta innebär att individer som utför få resor som på ett konsekvent sätt är av kort varaktighet, över långa distanser och i affärsklass får en hög utsläppshastighet, medan individer som utför resor av lång varaktighet över korta distanser tenderar att få lägre värden. För topplistorna innebär detta en markant skillnad i resultat, med få överensstämmande placeringar.

Denna slutsats föreslår att utsläppshastighet inte ensamt bör användas som ett verktyg för att minska utsläppen från flygande, men kan däremot ensamt vara användbart vid analys på nivå av enskild resa. I linje med resonemanget från Metsola van der Wijngaart, tidigare diskuterat i bland annat Avsnitt 1, kan exempelvis en bokad resa med en utsläppshastighet över 100 kg CO<sub>2</sub>e per resdag kräva särskild motivering, och därmed fungera som ett filter för att fånga upp och ifrågasätta “onödiga resor”. Med bakgrund av det resonemanget tror vi att en granskning inför bokning av resor med särskild hög utsläppshastighet skulle vara ett värdefullt verktyg i arbetet mot nollutsläpp vid KTH.

## 7. ERKÄNNANDE

Tack till Aksel Biørn-Hansen för hjälp med hantering av, och information kring, KTH:s flygdata. Tack till Daniel Pargman för god handledning och stöd i arbetet.

## 8. REFERENSER

- [2] A practical guide to academic air travel reduction: 2022. <https://www.kth.se/profile/wouler/page/a-practical-guide-to-academic-air-travel-reduction>. Accessed: 2022-05-17.
- [3] Biørn-Hansen, A. 2022. Information gällande FLIGHT-dataset.
- [4] Biørn-Hansen, A., Pargman, D., Eriksson, E., Romero, M., Laaksoaho, J. and Robèrt, M. 2021. Exploring the Problem Space of CO<sub>2</sub> Emission Reductions from Academic Flying. *Sustainability*. 13, 21 (Nov. 2021), 12206. DOI:<https://doi.org/10.3390/su132112206>.
- [5] Coroama, V.C., Hilty, L.M. and Birtel, M. 2012. Effects of Internet-based multiple-site conferences on greenhouse gas emissions. *Telematics and Informatics*. 29, 4 (Nov. 2012), 362–374. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.tele.2011.11.006>.
- [6] Egan, E.-D. 2021. *The UN Sustainable Development Goals Report 2020*. KTH Royal Institute of Technology.
- [7] Eriksson, E., Pargman, D., Robèrt, M. and Laaksoaho, J. 2020. On the Necessity of Flying and of not Flying. *Proceedings of the 7th International Conference on ICT for Sustainability* (New York, NY, USA, Jun. 2020).
- [8] Higham, J. and Font, X. 2019. Decarbonising academia: confronting our climate hypocrisy. *Journal of Sustainable Tourism*. 28, 1 (Dec. 2019), 1–9. DOI:<https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1695132>.
- [9] Hopkins, D., Higham, J., Orchiston, C. and Duncan, T. 2019. Practising academic mobilities: Bodies, networks and institutional rhythms. *The Geographical Journal*. 185, 4 (May 2019), 472–484. DOI:<https://doi.org/10.1111/geoj.12301>.
- [10] Institute for Global Environmental Strategies, Aalto University, and D-mat ltd. 2019. *1.5-Degree Lifestyles: Targets and Options for Reducing Lifestyle Carbon Footprints. Technical Report*. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.
- [11] Kamb, Larsson, A., Jörgen 2018. Klimatpåverkan från svenska befolkningens internationella flygresor 1990-2017. *FRT-Rapport*. 2016, 02 (2018).
- [12] Klimatmål 2021-2045: 2022. <https://intra.kth.se/styrning/miljo-hallbar-utveckling/styrande-dokument-for-mhu/overgripande-hallbar-klimat/klimatmal-2025-2045-1.1048103>. Accessed: 2022-05-17.
- [13] Net Zero Coalition: 2022. <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>. Accessed: 2022-05-17.
- [14] Olsthoorn, B. 2022. Information on the preliminary version of the paper “Monetary Carbon Intensity due to Academic Flying”.
- [15] Pargman, D., Biørn-Hansen, A., Eriksson, E., Laaksoaho, J. and Robèrt, M. 2020. From Moore’s Law to the Carbon Law. *Proceedings of the 7th International Conference on ICT for Sustainability* (New York, NY, USA, Jun. 2020).
- [16] Paris Agreement: 2022. [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en). Accessed: 2022-05-17.
- [17] Resurshushållning: 2022. <https://intra.kth.se/styrning/miljo-hallbar-utveckling/styrande-dokument-for-mhu/overgripande-hallbar-klimat/resurshushallning>. Accessed: 2022-05-17.
- [18] Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N. and Schellnhuber, H.J. 2017. A roadmap for rapid decarbonization. *Science*. 355, 6331 (Mar. 2017), 1269–1271. DOI:<https://doi.org/10.1126/science.aah3443>.
- [19] The FlightEmissionMap factor (FEM factor): 2022. <https://www.flightemissionmap.org/>. Accessed: 2022-05-17.
- [20] Tracking Aviation 2020 – Analysis: 2020. <https://www.iea.org/reports/tracking-aviation-2020>. Accessed: 2022-05-17.

