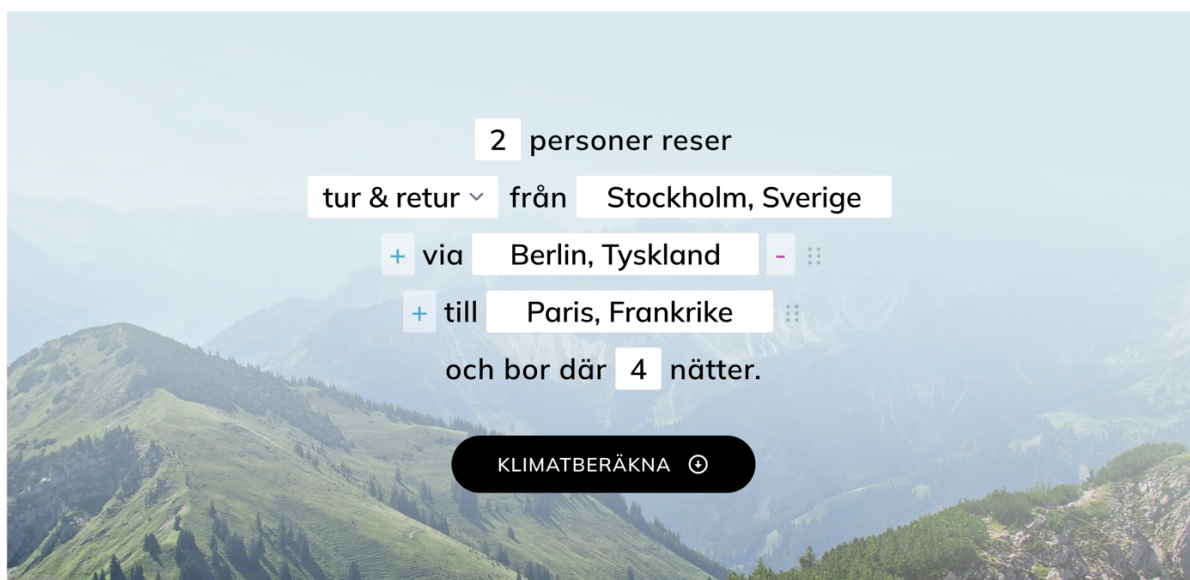




CHALMERS

Metodrapport för www.klimatsmartsemester.se

Version 4.1



Jörgen Larsson, docent, Chalmers tekniska högskola

Edvin Månsson, projektassistent, Chalmers tekniska högskola

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och inledning	3
2	Övergripande antaganden och systemgränser	4
2.1	Livscykelutsläpp från bränslen och fordonsproduktion.....	4
2.2	Klimatpåverkan från el	4
2.3	Klimatpåverkan från bibränsle.....	5
3	Färdmedel - beräkningar av utsläpp	6
3.1	Bil	8
3.2	Tåg	10
3.3	Buss	10
3.4	Färja	11
3.5	Flyg	12
3.5.1	Klimatpåverkan från bränsleproduktion och från flygets höghöjdseffekter	14
3.5.2	Jämförelse av utsläppskalkylatorer	16
4	Boende - beräkningar av utsläpp	16
5	Termometern.....	18
5.1	Konsekvens och jämförelse av semesterutsläppen.....	20
6	Referenser	22

1 Bakgrund och inledning

Turism är en av världens snabbast växande branscher. Från att ha varit en aktivitet för rika och privilegierade så är turistande och resande idag en del av vardagen för den växande medelklassen i hela världen. Sedan massturismens start, på 1960-talet, har antalet turister fördubblats flera gånger om. Ökningen medför ekonomisk tillväxt samt positivt socialt och kulturellt utbyte, men flera utmaningar utifrån ett hållbarhetsperspektiv har också uppmärksammats i press och forskning: bland annat förorenade hav, avskogning och jorderosion, nedskräpning, prostitution, undanträngande av lokalbefolkningar samt utsläpp av växthusgaser (Mowforth & Munt, 2015). Framför allt den sistnämnda utmaningen hamnar alltmer i fokus. Turistindustrin är beroende av (flyg)transporter. Flygresorna står för 60-95 % av turismens klimatpåverkan och turismens tillväxt går hand i hand med ökat flygande (Gössling et al., 2005). 2017 orsakade den svenska befolkningens flygande nästan lika stor klimatpåverkan som från all personbilstrafik i Sverige (Kamb et al., 2018). Symbiosen mellan flyg och turism har skapat en tydlig målkonflikt när destinationer satsar allt mer på att locka internationella turister samtidigt som det finns ett tryck på att minska klimatpåverkan.

Bakgrunden till denna rapport är initiativet Klimatsmart semester vars syfte är att bidra till en mer hållbar turism genom att utveckla en digital plattform med verktyg och kunskapsinnehåll som främjar människors möjligheter att turista med en låg klimatpåverkan. Syftet är också att bidra till besöksnäringens hållbarhetsarbete. Bakom initiativet står "Nätverket för klimatsmart semester och resande" som sammanför forskare, offentliga organisationer och turismaktörer i Sverige för att gemensamt adressera turismens bidrag till klimatförändringarna. Nätverket drivs av Centrum för turism vid Göteborgs universitets. Initiativet har finansierats av Västra Götalandsregionen, Turistrådet Västsverige, Göteborgs Stad, Centrum för turism vid Göteborgs universitet, Chalmers tekniska högskola, Mistra Sustainable Consumption och Energimyndigheten.

Inom detta initiativ har ett webbaserat verktyg för att beräkna klimatpåverkan från semesterar utvecklats: www.klimatsmartsemester.se och dess motsvarighet på engelska www.travelandclimate.org. Den semesterkalkylator som har skapats i det här projektet är unik i sitt slag då den beräknar miljöpåverkan från olika färdsätt (exempelvis flyg/tåg/färja/buss/olika biltyper) samt olika boendialternativ. Beräkningarna bygger på vetenskapligt framtagna data, bland annat från våra egna tidigare studier samt på livscykelanalyser genomförda av andra forskare och organisationer. Den digitala plattformen omfattar även tips på klimatsmarta semesterar i syfte att inspirera användarna till klimatsmarta val.

Huvudman för initiativet och hemsidan är Centrum för turism vid Göteborgs universitet, där Erik Lundberg är projektansvarig. Fredrik Warberg har varit projektledare för utvecklingsarbetet. Semesterkalkylatorn togs ursprungligen fram år 2018 och vidareutvecklats successivt i syfte att hela tiden vara uppdaterad i förhållande till den senaste statistiken och vetenskapliga analyserna. Ansvarig för metodval, sifferunderlag och denna metodrapport är Jörgen Larsson, docent i hållbar konsumtion och forskare på Chalmers. Arbetet med version 4 har möjliggjorts genom forskningsprojekt som är finansierade av Energimyndigheten och Mistra sustainable consumption.

2 Övergripande antaganden och systemgränser

Beräkningar av klimatpåverkan från olika alternativ innebär att vi måste göra en mängd olika antaganden och val av systemgränser. Nedan beskrivs de övergripande antaganden som påverkar flera olika transportslag/boendialternativ. Antaganden som bara berör ett transportslag/boendialternativ beskrivs i respektive avsnitt i kapitel 3.

2.1 Livscykelutsläpp från bränslen och fordonsproduktion

Gemensamt för alla transportslagen är att beräkningarna täcker utsläppen från bränslet under hela livscykel, dvs. utsläppen vid produktion¹, distribution och förbränning. För detta används data från Energimyndighetens årliga rapport om drivmedlens klimatpåverkan (Energimyndigheten, 2023).

En annan del av transporterernas klimatpåverkan är de utsläpp som uppstår vid produktion av fordon. För personbilar är dessa utsläpp inkluderade, se vidare avsnitt 3.1, medan så inte är fallet för övriga transportslag (tåg, flyg, buss, färja). Detta bedöms dock inte påverka jämförelsen mellan transportslagen på något avgörande sätt. Orsaken är att utsläppen från produktion av tåg, flygplan, bussar och färjor blir mycket låga, räknat per personkilometer, eftersom de transporterar en mycket stor mängd människor under hela dessa fordons livstid. Andra analyser har också gjort bedömningen att detta är försumbart (Morfeldt et al., 2023). Rahn m.fl. (2022) estimerar till exempel utsläppen från produktion av flygplanet till 0,2 procent av flygplanets totala livscykelutsläpp. För bilar blir dock produktionsutsläppen relativt stora då de körs mycket kortare sträcka under sin livstid. De utsläpp som uppstår vid byggande av infrastruktur (vägar, flygplatser, räls, hamnar) ingår inte för något av transportslagen.

2.2 Klimatpåverkan från el

El används till tåg, elbilar och i boenden och här beskriver vi hur beräkningarna har skett för vilka utsläpp detta orsakar baserat på var elanvändningen sker.

En del företag köper "grön" eller miljömärkt el (t.ex. tågbolag) och menar därmed att man borde räkna med mycket låga utsläpp. Vi anser dock inte att detta är rimligt eftersom vi inte bedömer att det har någon påverkan på vilka energislag som i praktiken används för att producera elen. Detta synsätt beskrivs också i en rapport från IVL svenska miljöinstitutet (Gode et al., 2009, sid 8) "... elen skulle vanligtvis ha producerats oavsett om kunden gjort detta val eller inte. Man säger att det inte finns någon additionalitet kopplad till kundens aktiva val. Med det menas att köpet av förnybar el inte innebär någon kortsiktig reell förbättring i miljön eller någon direkt påverkan på utvecklingen av elsystemet." En anledning till detta är att utbudet av vattenkraft är mycket större än efterfrågan på "grön" el. En annan anledning är att beslut om investeringar i t.ex. ny vindkraft främst påverkas av hur produktionskostnaderna utvecklas och hur de politiska styrmedlen ser ut.

¹ För detaljerad beskrivning av antaganden avseende utsläpp från produktionsfasen av fossila bränslen, se avsnitt 2.1 i metodrapport 3.0 Larsson, J., & Kamb, A. (2022). *Metodrapport för www.klimatsmartsemester.se Version 3.0*. <https://klimatsmartsemester.se/sites/default/files/metodrapport-klimatsmart-semester-version3.pdf>.

Utsläppen från den el som konsumeras baseras istället på genomsnittsutsläppen för den nordiska elmarknaden. Dessa utsläpp beräknas enligt en SMED rapport som gjorts på uppdrag av Naturvårdsverket till 90 gram CO₂e/kWh (Sandgren & Nilsson, 2021). Denna siffra avser genomsnittliga utsläpp under 2017–2019 från el som används på den nordiska elmarknaden, med hänsyn tagen till import och export av el från och till angränsande länder. Utsläppen från konsumtion av el i övriga Europa är för 2024 beräknade till 315 gram CO₂e/kWh (Morfeldt et al., 2023). Siffrorna avser ett genomsnitt för utsläpp från olika energislag inom respektive geografiska område, och inkluderar dessutom uppströms utsläpp samt transmissionsförluster.

2.3 Klimatpåverkan från biobränsle

Det finns sedan en tid en kontrovers avseende vilken klimatpåverkan som användningen av biobränsle skall tillskrivas, vilket kan ses både genom bredden av artiklar som publiceras i de vetenskapliga tidskrifterna, i svensk och internationell media, samt i politiska positioner inom EU. En ståndpunkt är att biobränslen medför mycket låg klimatpåverkan och att de är en central del av lösningen på klimatfrågan. Energimyndighetens årliga rapport om drivmedel återspeglar detta synsätt (Energimyndigheten, 2023).

En annan ståndpunkt är att en global övergång till biobränsle varken är möjlig eller eftersträvarsvärd, bland annat betonas att den biologiska mångfalden kan hotas och att klimatnyttan kan ifrågasättas. Analyser som inkluderar förändrad markanvändning har visat att grödobaserade biobränslen till och med kan orsaka större klimatpåverkan än fossila bränslen (Searchinger et al., 2018).

Klimatpåverkan från biobränslen påverkas inte bara av val av systemgräns (t.ex. om förändrad markanvändning inkluderas eller ej) utan också av vilka råvaror som används i de bränslen som analyseras, till exempel om det är restflöden eller odlade grödor. Energimyndigheten (2023) redovisar vilka råvaror som används för det biobränsle som används i Sverige. För HVO används i huvudsak restflöden (slakteriavfall utgör 76% av råvaran), men även en mindre andel palmolja/PFAD (3% av råvaran). För produktionen av etanol är det i huvudsak majs, vete och sockerbetor som används. Dessa siffror avser 2022 och förändras mellan olika år.

I Klimatsmart semester använder vi siffror från Energimyndighetens årliga rapport om olika drivmedels växthusgasutsläpp, dessa ligger till grund för beräkningarna av utsläpp från bil och buss (Energimyndigheten, 2023). För biodrivmedel räknas koldioxidutsläppen från avgasröret till noll och de utsläpp som inkluderas är de som uppstår vid produktion av bränslet.

Klimatpåverkan är enligt Energimyndigheten 60% lägre för E85 än för standardbensin, och 89% lägre för HVO100 jämfört med standarddiesel.

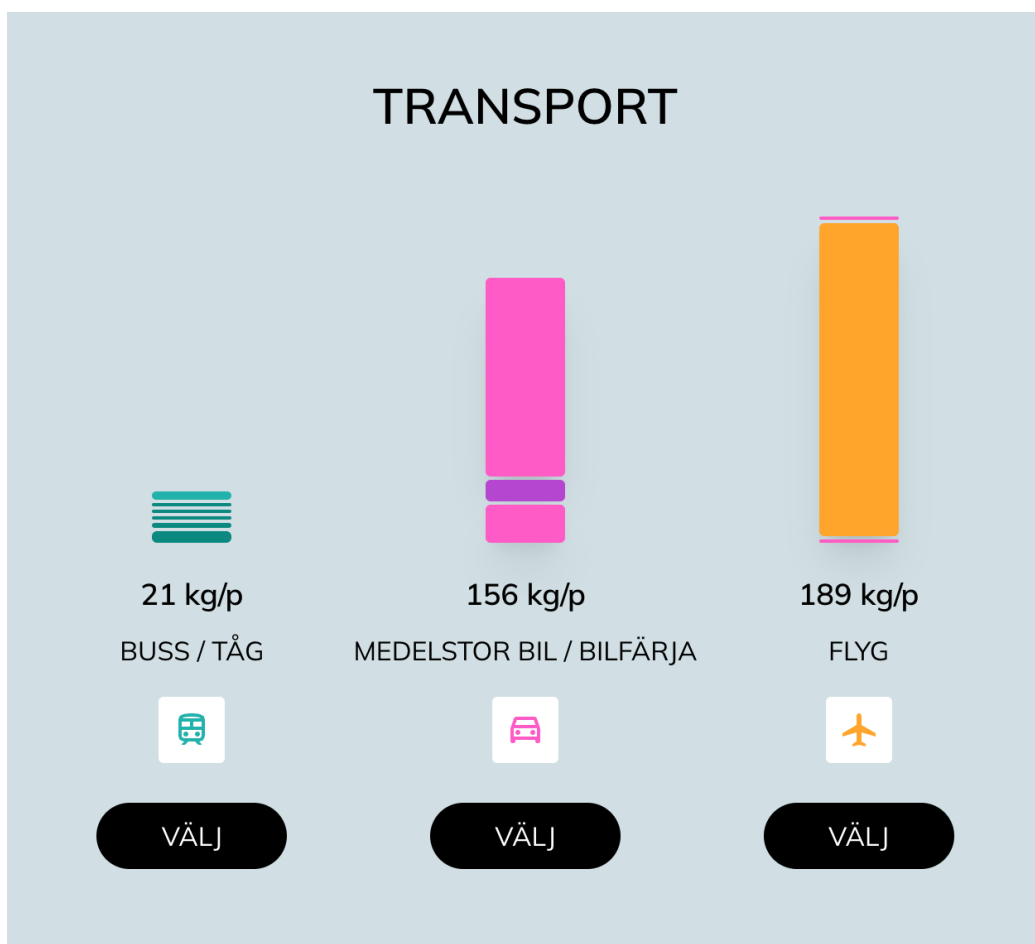
Den nuvarande regeringen har aviserat en sänkning av reduktionsplikten för bensin och diesel till sex procent. Sänkningen av reduktionsplikten trädde i kraft 1 januari 2024, och innebär att andelen inblandat biodrivmedel i bensin och diesel minskas. För att ta hänsyn till denna förändring har utsläppssiffror för standardbensin och standarddiesel justerats efter detta. Detta innebär att utsläppen för standarddiesel ökar med 35% för 2024 jämfört med 2022, och för standardbensin är ökningen 2 procent.

Utsläppen från fordonsgas/biogas är i denna metodrapport 4 lägre än i tidigare versioner. Orsaken till detta är att Energimyndighetens beräkningsmetod för klimateffekten från biogas som producerats av gödsel i jordbruket numera bygger på EUs förnybarhetsdirektiv. Tidigare var dessa beräknade utsläpp låga, men nu antas de till och med vara negativa på grund av att biogasproduktionen leder till att metanutsläpp från gödselhanteing undviks.

3 Färdmedel - beräkningar av utsläpp

I kalkylatorn kan man välja mellan flera olika färdmedel. Som standard presenteras fyra alternativ för användaren att välja mellan; tåg/buss, dieselbil, elbil och flyg (se Figur 1). Här visas hur stora utsläppen skulle vara från respektive färdmedel till den valda destinationen. Dessa baseras på standardval för de olika färdmedelsalternativen. Man kan också göra egna val, exempelvis om den planerade resan ska göras med en annan bilstorlek eller med en bil som drivs med biobränsle. Dessutom går det att skapa en helt egen kombination av olika transportmedel för olika delsträckor under alternativet "Skapa resa".

Figur 1 De olika färsätten i Semesterkalkylatorn.



Tabell 1 nedan visar de utsläppsfaktorer som www.klimatsmartsemester.se baseras på. Fetmarkerade utsläppsfaktorer är de standardval som resultaten bygger på om man inte aktivt väljer t.ex. typ av bränsle. Bilutsläppen/person är dividerade med 3 som är det genomsnittliga antalet personer för resor över 30 mil (källa: egna beräkningar baserade på den nationella resvaneundersökningen 2011-2016, RVU1116 (Trafikanalys, 2017)). Utsläppen från bil inkluderar även utsläpp från produktion av fordonet. Medan tabell 1 visar utsläppen per personkilometer, så visar tabell 2 utsläppen per fondonkilometer (dvs för en bils utsläpp oavsett hur många som är i bilen).

Tabell 1 Utsläppsfaktorer. Gram CO₂e/person-kilometer

		Liten bil	Mellanstor bil	Stor bil	Husbil/husvagn
Bil	Diesel	58	76	101	149
	Bensin	50	66	87	129
	El Norden ^{a)}	15	20	26	38
	El Europa ^{a)}	26	35	46	68
	Fossilgas ^{b)}	51	68	89	132
	Fordonsgas ^{c)}	6,8	9,0	12	18
	Biogas ^{d) e)}	6,6	8,6	11	17
	Etanol ^{d)}	23	31	40	60
	Biobränsle HVO100 ^{d)}	11	15	20	29

			Economy	Economy premium	Business Class
Flyg	Standardbränsle	Reguljärt	127	155	284
		Charter	112	137	-
	100% biobränsle ^{d)}	Reguljärt	51	63	115
		Charter	45	56	-

Tåg	El Norden	7
	El Europa	26
	Diesel	91
	Biobränsle HVO100 ^{d)}	10

Buss	Diesel	30
	Biobränsle HVO100 ^{d)}	3,5
	Biobränsle FAME100 ^{d)}	11

		Passagerare	1 bil (utan passagere)
Färja	Standardbränsle	186	377

^{a)} För beräkning av utsläpp från elanvändning se avsnitt 2.2

^{b)} Utomlands är det främst fossilgas som säljs (Källa: miljofordon.se)

^{c)} Mix av biogas 96% och fossilgas 4%, genomsnitt för såld fordonsgas i Sverige 2022 (källa: Energigas Sverige)

^{d)} För beräkning av utsläpp från utsläpp från biobränslen se avsnitt 2.3.

^{e)} Enlig Energimyndighetens nya beräkningsmetod får biogas producerad från gödsel tillgodoräkna sig en växthusgasbonus på grund av negativa utsläpp (som en följd av att metan från gödselhantering undviks).

Tabell 2 Utsläppsfaktorer för bilar. Gram CO₂e/fordons-kilometer

	Liten bil	Mellanstor bil	Stor bil	Husbil/ husvagn	
Bil	Diesel	174	229	302	448
	Bensin	150	198	261	387
	El Norden ^{a)}	45	59	78	115
	El Europa ^{a)}	79	104	137	203
	Fossilgas ^{b)}	154	203	268	397
	Fordonsgas ^{c)}	20	27	36	53
	Biogas ^{d)e)}	20	26	34	51
	Etanol ^{d)}	70	92	121	180
	Biobränsle HVO100 ^{d)}	34	45	59	88

3.1 Bil

Hur stora utsläppen per person-km blir när man kör bil varierar mycket beroende på hur stor bilen är, vilket drivmedel man kör på och hur många man är i bilen. Bilstapeln visar utsläppen från en dieslebil i mellanstorlek som standardval. Genom att hålla musen över bilstapeln kan man ändra drivmedel och bilstorlek. Användaren får också fylla i hur många personer man planerar vara på semestern, vilket används för att räkna fram utsläppen per person-km.

För att så långt som möjligt kunna presentera utsläppsberäkningar som speglar just den semesterresa som användaren planerar så har vi tagit fram utsläppsfaktorer för en rad olika kombinationer av drivmedel och bilstorlekar (se tabell 1 och 2 ovan). Utsläppsberäkningarna använder data från Energimyndighetens årliga rapport "Drivmedel 2022" (Energimyndigheten) där siffror från "well-to-wheel" för samtliga bränslen årligen uppdateras. Siffrorna inkluderar utsläpp vid utvinning, produktion och distribution av bränsle.

Utsläppsberäkningarna skiljer sig åt mellan små, mellanstora och stora bilar. Ett påslag på 34% gjorts för stora bilar jämfört med medelstora bilar². Små bilar finns nästan bara som bensinbilar. Dessa antas använda i snitt 24% mindre energi än mellanstora bensinbilar. Husbilar/husvagnar antas använda 96% mer bränsle än en mellanstor bil (Hammarström, 1999).

² Underlag för våra siffror avseende bilstorlek har erhållits från IVL - Svenska Miljöinstitutet som gör analyser baserade på den så kallade HBEFA-modellen (Handbook Emission Factors for Road Transport) som omfattar statistik för alla Sveriges vägtransporter. Siffrorna är framtagna med hjälp av Martin Jerksjö på IVL - Svenska miljöinstitutet. I statistiken från Energimyndigheten används uttrycket "genomsnittlig bil" för respektive bränsleslag. Vi har antagit att detta är detsamma som en mellanstor bil. Sjusitsig bil antas ha samma utsläpp som andra stora bilar. Husbilar finns inte med i HBEFA-modellen. Denna uppskattning är gjord utifrån genomsnittlig totalvikt på husbilar (av senare årsmodeller) hämtade från fordonsregistret och på fordon med motsvarande vikt i HBEFA-modellen. Husvagn finns inte heller med i HBEFA-modellen. Skillnaden i utsläpp mellan en mellanstor bil och å ena sidan bil med husvagn och å andra sidan husbil är ungefär lika stor (Hammarström, 1999).

I semesterkalkylatorn är det utsläppsfaktorerna i Tabell 2 som används och dessa divideras med det antal personer som man har uppgett för sin planerade resa. I de fall då antalet personer överstiger fem personer så antas att sällskapet reser i fler bilar. Antalet bilar räknas ut genom att dela antalet personer med fem och avrunda uppåt, dvs. om sällskapet är sex-tio personer antas man resa i två bilar, 11–15 personer antas resa i tre bilar osv. Väljer användaren sjusitsig bil används samma metod men räknat på sju personer per bil istället.

Utsläppen för en medelstor dieselbil är beräknade till 229 gram CO₂ per kilometer. Detta är betydligt högre än tidigare i kalkylatorn, orsakerna är flera:

- energimyndigheten har gått över till att utgå från (högre) bränsleförbrukning från en realistisk körcykeln som kallas WLTP (Energimyndigheten, 2023),
- inblandningen av biobränsle är lägre från och med 2024 (se nedan),
- utsläpp från produktion av bilar ingår numera i beräkningen (se nedan).

Utsläppen från bensin- och dieselbilar tar hänsyn till den lägre inblandning av biobränsle, dvs reduktionsplikten, som är sex procent för både bensin och diesel från och med 1 januari 2024 till och med 2026 (under 2022 och 2023 var de 30,5% för diesel och 7,8% för bensin). Detta innebär att utsläppen för standarddiesel ökar med 35% för 2024 jämfört med 2022, och för standardbensin är ökningen 2 procent. Utsläppen vid tankning i många andra länder är likvärdiga med den nya svenska nivån, Tyskland har t.ex. en reduktionsplikt på 7%, medan Belgien har ca 6%, och Frankrike ca 9%.

Utöver utsläppen från drivmedel så ingår även de utsläpp som uppstår vid produktion av bilarna, dvs. den klimatpåverkan som bilen ger upphov till före dess leverans till köparen. Olika siffror för detta har beräknats för rena elbilar och för bilar som drivs av förbränningsmotorer. Utsläppen fördelas på förväntat antal körda kilometer under bilens hela livslängd. Utsläppen per fordonskilometer beräknas till 22 gram CO₂ för bilar med förbränningsmotorer, och 41 gram för rena elbilar³. Den totala klimatpåverkan är 229 gram CO₂ för bilar med förbränningsmotorer, och 59 gram gram för rena elbilar när de körs i Norden, produktionsutsläppen utgör 10% för bilar förbränningsbilar och 69% för elbilar. Det har förekommit påståenden om att elbilar inte medför någon klimatnytta när man räknar med produktionsutsläppen (ofta baserat på äldre data), men enligt dessa beräkningar är elbilens utsläpp ungefär en fjärdedel av dieselbilens.

Siffrorna syftar till att spegla de utsläpp som sker för produktion av en ny bil som tas i drift under 2024. Anledningen till att inte använda äldre skattningar är utsläppen från batteriproduktion historiskt har varit mycket höga och därmed inte speglar modern batteriproduktion. I de fall då elbilar används för semesterresor så är de sannolikt också relativt

³ Siffrorna är framtagna av Johannes Morfeldt på Chalmers tekniska högskola baserat på den modell som används i denna artikel Morfeldt, J., Larsson, J., Andersson, D., Johansson, D. J., Rootzén, J., Hult, C., & Karlsson, I. (2023). Emission pathways and mitigation options for achieving consumption-based climate targets in Sweden. *Communications Earth & Environment*, 4(1), 342. . Dessa produktionsutsläpp är jämt fördelade över bilens hela körsträcka som antas vara totalt 216 000 km under livslängden på 17 år Morfeldt, J., & Johansson, D. J. (2022). Impacts of shared mobility on vehicle lifetimes and on the carbon footprint of electric vehicles. *Nature Communications*, 13(1), 6400.

nya bilar eftersom en stor räckvidd då är centralt. Vissa hyr också elbil för semesterbehov och hyrbilar är normalt sett relativt nya.

3.2 Tåg

Tåg som drivs av el i Sverige och övriga Europa orsakar betydligt lägre utsläpp än dieseldrivna tåg. 80% av allt tågresande (person-km) i Europa sker med eltåg (IEA, 2019, sid 50) och därför är det standardval i semesterkalkylatorn. För resor i Sverige/Norge/Finland är utsläppsfaktorn för tåg 7 gram CO₂-ekv per person-km. Motsvarande siffra för resten av Europa (inkl. Danmark) är 26 gram CO₂-ekv per person-km. Beräkningen är baserad på en energianvändning på 81 Wh per person-km⁴. Att utsläppen är högre för eltåg i Europa jämfört med i Sverige hänger ihop med hur elen produceras (se avsnitt 2.2). Vi tar inte hänsyn till att vissa bolag i Sverige och andra länder använder miljömärkt el (se avsnitt 2.2.)

Det finns dock en del dieseltåg och om man vet att en sträcka trafikeras av dieseltåg kan denna tågtyp väljas i klimatkalkylatorn. För dieseltåg används en utsläppsfaktor på 91 gram CO₂-ekv per person-km (Knörr & Hüttermann, 2016). Det finns statistik på landsnivå för andelen av tågen (inte andelen person-km) som sker med dieseltåg: Sverige 4%, Finland 8% Norge 36%⁵, Danmark 58%, Frankrike 23%, Österrike 32% och Italien 52% (Eurostat, 2017). För övriga världen kan det vara relevant att nämna att transibiriska järnvägen är elektrifierad⁶. Icke elektrifierade banor används mest för lokaltåg (Bundesnetzagentur, 2019).

För resor som har delresor med tåg både i Sverige/Norge/Finland och resten av Europa så räknas delresor som har antingen avreseort eller destinationsort i Norden köras med eltåg Norden, och övriga delsträckor med eltåg Europa.

För resor med dieseltåg som använder 100% biodiesel (HVO) beräknas utsläppskillnaden jämfört med standarddiesel på de uppgifter för bränslen för vägtrafik som Energimyndigheten redovisar (där HVO100 har 89% lägre utsläpp än standarddiesel med reduktionsplikt på 6%) (Energimyndigheten, 2023). Se *Tabell 1* för sammanställning.

3.3 Buss

Utsläppen per person-km vid bussresor beror främst på belägningsgraden på bussen och vilket drivmedel som används. Utsläppskalkylatorns standardval är att bussen körs på fossil diesel med inblandning av biodiesel i enlighet med reduktionsplikten, som från 1 januari 2024 var att utsläppen genom biobränsleinblandning ska vara 6% lägre än för fossil diesel

⁴ Baserat på [Sj:s](#) medel för hela sin tågflotta och med medelbeläggning. Många semesterresor i Sverige och utomlands sker dock med snabbtåg som har hög beläggning, för X2000 uppger SJ en lägre energiåtgång (50 Wh/pkm). För tåg i Europa finns uppgifter om energiåtgång på 38–52 Wh/pkm (källa: [Projekt FINE1](#), sid 19). Å andra sidan sker en del semesterresor med nattåg och dessa har en högre energianvändning per passagerare pga. att det är ungefär hälften så många platser per vagn (källa [EU-parlamentet](#), sid 25). Vi bedömer att siffran 81 Wh väl speglar ett rimligt genomsnitt för semesterresor, den ligger också nära en siffra för Europasnitt på 87 Wh (Knörr och Hüttermann, 2016).

⁵ Det finns två längre sträckor i norra och östra Norge som inte är elektrifierade (källa: [Wikipedia](#)).

⁶ Utsläppen från elproduktion i Ryssland är ungefär lika höga som de i EU, 2020 var de 316 gram (källor: [Climate transparency](#), [Wikipedia](#)).

(Energimyndigheten, 2023). Utsläppsberäkningen bygger på antagandet att antalet busspassagerare i snitt är 28, och en genomsnittlig bränsleförbrukning på 2,6 liter per mil (Sveriges Bussföretag, 2022). Resultatet blir utsläpp på 30 gram CO₂e per person-km.⁷ I andra länder med inga eller lägre krav på biobränsleinblandning så är denna siffra en underskattning av de verkliga utsläppen. Om man vet att man kommer att åka med en buss som körs på 100% biodiesel (HVO100 eller FAME100) så kan man välja detta i kalkylatorn. Utsläppsfaktorn för bussresa med HVO100 är beräknad till 3,5 gram CO₂ per person-km och för FAME100 till 11 gram CO₂ per person-km (se avsnitt 2.3).

3.4 Färja

Som med de andra färdmedlen kan utsläppen per person-km variera beroende på flera faktorer. En viktig faktor är hur snabb färjan är. Snabbfärjor (som t.ex. används för vissa turer till Gotland) använder i storleksordningen dubbelt så mycket energi per person-km som vanliga färjor (Åkerman et al., 2007). Dessa snabbfärjor står dock för en liten andel av den totala resvolymen med färja i svenska vatten.

Då utsläppen från färjetransporter skall räknas ut så behöver man välja en princip för att allokera (fördela) de totala utsläppen mellan de två huvudtyper av tjänster som rederierna säljer: transport av passagerare respektive transport av gods. Tyvärr så väljer färjebolag att använda olika principer vilket gör det svårt att jämföra dem.

Den princip som vi använder som vi tycker är mest rättvisande är så kallad *ekonomisk allokering*. Här fördelas utsläppen mellan passagerare och gods baserat på hur stor andel av rederiernas intäkter som kommer från passagerare respektive från gods. Logiken bakom detta är att det är rederiernas intäkter som är grunden för att verksamheten kommer att fortsätta och att det därför är rimligt att proportionerna från intäkterna används för att fördela utsläppen. Om till exempel 70% av intäkterna kommer från passagerarna och 30% från godstransporterna så allokeras också 70% av utsläppen till passagerarna och 30% till godstransporterna.

Enligt vår kännedom så har ekonomisk allokering inte tidigare tillämpats för svenska rederier. Vi har därför samarbetat med Viking Line och Stena Line och räknat ut utsläppen per personkilometer för dem baserat på ekonomisk allokering⁸ (skillnaden mellan rederierna var cirka 35%). För att räkna med utsläppen från utvinning, raffinering och transport av bränslen har 20% lagts till dessa utsläpp.

Fördelningen av beräknade utsläpp mellan passagerare och personbilar bygger också på ekonomisk allokering. Här har en förenklad beräkning gjorts där priser har inhämtats för resor med och utan bil⁹. Merkostnaden för att ta med bil motsvarade i genomsnitt priset för två

⁷ Beräkningen är: $(325 \cdot 10 \cdot 0,26) / 28 = 21$. Siffrorna avser: 325 gram CO₂-ekv / kWh diesel för 2024 med sänkt reduktionsplikt, 10 kWh/liter, 0,26 liter per km, 28 personer i bussen.

⁸ Uppgifter har inhämtats genom personlig kommunikation med Dani Lindberg på Viking Line samt Dinis Oliveira på Stena Line.

⁹ Priser har inhämtats för fem olika färjelinjer som förbinder Sverige med Danmark, Tyskland samt Polen. Priser har inhämtats för en resa under lågsäsong (mars) och en under högsäsong (juli). Antagande har gjorts om att det är tre personer per bil i genomsnitt.

passagerare utan bil. På basis av detta har utsläpp per passagerare utan bil, och per bil, beräknats.

En annan möjlig allokeringssprincip är *areametoden* där utsläppen allokeras mellan passagerare och godstransporter baserat på utrymmet som tas upp på färjan. Denna metod används i Naturvårdsverkets så kallade klimatreseverktyg (Wisell & Jivén, 2020)¹⁰. Där redovisas ett genomsnittligt utsläpp för 7 olika färjelinjer (ej snabbfärjor) på 274 gram CO₂ per person-km¹¹. Andra uppskattningar av utsläpp från färjor (som också använder areametoden) har landat i något lägre utsläpp än i Naturvårdsverkets klimatreseverktyg¹² (Lenner, 1993; Åkerman, 2012). Gotlandsbolaget använder istället *viktmetoden* för allokering mellan passagerare och gods. Denna allokeringssmetod resulterar i jämförelsevis mycket låga utsläpp per person-km: 40 gram CO₂ per person-km (avser ej snabbfärjor)¹³.

En del fartyg drivs med LNG som är en flytande fossilgas. De direkta utsläppen från fartygen är då normalt sett lägre än för motsvarande dieseldrivna fartyg (Iannaccone et al., 2020), men när det gäller de totala utsläppen inklusive utvinning, raffinering, transport och läckage finns det dock skattningar som pekar på både högre och lägre total växthusgaspåverkan (Bengtsson et al., 2011; Iannaccone et al., 2020).

3.5 Flyg

Precis som för andra transportslag beror utsläppen för en flygresor på en rad olika faktorer. Utsläppen per person-km varierar bl.a. beroende på flygplansmodell, avstånd, flyghöjd, antal säten i flygplanet och beläggingsgrad. Vissa av dessa har vi tagit hänsyn till i kalkylatorn genom att användaren kan göra ett antal val.

Standardalternativet i kalkylatorn är för en reguljär economy-resa med utsläpp på ca 127 gram CO₂-ekv per person-km (för 2024). Denna siffra bygger på en beräkning av det globala snittet för 2017 och därefter har det antagits att den historiska minskningstakten (genom energieffektivisering och ökande beläggingsgrad i planen) på 1,9% per år har fortsatt (Kamb et al., 2018). Siffran på 127 gram omfattar förbränning av flygbränsle, höghöjdseffekt (motsvarande 47 gram, se avsnitt 2.2.1) samt utsläpp vid utvinning och raffinering av flygbränsle (se avsnitt 2.1). Det är också siffran 127 gram CO₂-ekv per person-km som är grunden för illustrationen "Flygutsläpp på karta" på www.klimatsmartsemester.se (och som även återfinns på www.flightemissionmap.org).

I semesterkalkylatorn kan användaren sedan välja mellan flera olika alternativ. Till att börja med går det att välja andra typer av flygresor. Charterbolag har typiskt högre beläggning än reguljära bolag, vilket resulterar i lägre utsläpp. Därför finns alternativet *charter*, vilket är

¹⁰ Se sid 21 i Wisell & Jivén, 2020. Själva siffrorna finns dock inte i rapporten utan i excel-filen " som finns på Naturvårdsverkets hemsida.

¹¹ Här inkluderas inte medtagen bil. För att räkna med en bil skall man enligt deras resultat addera cirka 500 gram CO₂ per km.

¹² Lenner 1993 kom fram till 200 gram CO₂ per person-km och Åkerman 2012 landade på 170 gram.

¹³ Nynäshamn – Visby 6,3 kg koldioxid. Källa: DestinationGotland.

baserat på genomsnittliga utsläpp på 115 gram CO₂ per person-km (avser ekonomiklass).¹⁴ (Thomas Cook Airlines, 2019; TUI GROUP, 2017).

Flygbränsle som såldes i Sverige under 2023 skulle enligt lag ha inblandning av biobränsle som innebär att utsläppen blir 2,6% lägre utsläpp än rent fossilt flygbränsle (en s.k. reduktionsplikt). Bränsleleverantörerna lyckades dock inte med detta utan fick i istället betala en pliktavgift. För flygtrafik inom EU gäller att 2% av bränslet ska vara biobaserat år 2025 (en s.k. kvotplikt). För att beräkna vad inblandning innebär för genomsnittsutsläpp från svenskars flygutsläpp behöver hänsyn tas till att flygplanen inte bara tankas i Sverige eller EU. Beräkningen ovan bygger på antagandet att 1 % utgörs av biobaserade bränslen. Beräkningarna bygger på Energimyndighetens siffror (Energimyndigheten, 2023) som innebär att utsläppen från biojet är drygt 90% lägre än för fossilt bränsle. Dessa goda klimatprestanda bygger på att bränslet producerades av avfall/restflöden, hälften från använd frityrolja och hälften från fett i slakterirester (mer om biobränsle finns i avsnitt 2.3). Utöver detta medför flygningar med biobaserat bränsle även s.k. höghöjdseffekter.

Det finns också möjlighet att betala extra för att flyga på 100% biobränsle. Detta är ett valbart alternativ i kalkylatorn och utsläppen från en reguljär economy-resa antas här vara 51 gram CO₂-ekv per person-km (som i huvudsak utgörs av höghöjdseffekten).

Så kallade turbo-prop flygplan är propellerflygplan som har fördelen att de inte orsakar någon höghöjdseffekt eftersom de inte flyger så högt. Det finns uppgifter om att turbo-prop kan vara något mer bränsleeffektiva än jet-flygplan, men datatillgången för detta är begränsad. Vi har därför valt att inte inkludera turbo-prop som ett valbart alternativ i klimatkalkylatorn.

Vidare påverkas utsläppen per person-km avsevärt av vilken sätesklass passageraren väljer (Miyoshi & Mason, 2009). Då premiumsäten (economy premium och business) tar upp större golvyta i flygplanen innebär det att färre passagerare får plats under varje flygning. Därför bör premiumpassagerare stå för en större andel av utsläppen per person. Vid en genomgång av tio vanliga flygbolag räknade vi ut att ett business-säte i genomsnitt tar upp 2,2 gånger större yta än ett economy-säte och ett economy premium-säte tar upp 1,2 gånger större yta¹⁵. Tar vi även hänsyn till fördelningen mellan antalet passagerare i respektive klass (Bofinger & Strand, 2013) kan vi justera respektive sätesklass jämfört den genomsnittliga passageraren, vilket visas i tabell 3.

¹⁴ Dessa båda källor anger 67 gram CO₂ per person-km för 2017, men detta avser per km *verklig flygdistan*s, alltså inklusive omvägar pga. exempelvis trängsel i luftrummet runt flygplatser. Den verkliga flygdistan den är därför längre än storcirkelavståndet och utsläppsfaktorn blir i det här fallet således lägre än om storcirkelavståndet hade använts. Eftersom vi i övriga utsläppsfaktorer har använt storcirkelavståndet så har vi justerat upp siffran med 3% till 69 gram CO₂ per person-km, för att kunna jämföras med övriga utsläppsfaktorer. Även här har antagits att minskningstakten har fortsatt enligt den historiska takten på 1,9% per år, samt tillägg för höghöjdseffekt och utsläpp vid utvinning/raffinering.

¹⁵ Genomgång av flera flygplansmodeller på hemsidan [Seatguru](https://www.seatguru.com/) för följande bolag: Norwegian Air Shuttle, SAS, KLM, Swiss, Austrian, Brussels Airlines, United, American Airlines, Lufthansa och Thomas Cook Airlines.

Tabell 3 Index för sätesklass.

	Economy	Economy premium	Business
Reguljärt	0,84 ^{a)}	1,0	1,9
Charter	0,97	1,2	-

^{a)} Standardval i kalkylatorn.

Distansen för den sökta resan räknas ut med hjälp av Google Maps API, och det är då storcirkelavståndet som räknas ut. Utsläppen för resan räknas sedan ut genom att multiplicera avståndet med den valda utsläppsfaktorn (för full ekvation, se tidigare version av [denna metodrapport](#)).

I utsläppen för flyg ingår transfer, dvs resan till avreseflygplatsen och från ankomstflygplatsen till slutdestinationen. Sträckan till flygplats är beräknad baserat på avståndet mellan avreseort (bostadsort) och närmaste flygplats. På samma sätt beräknas transfer från ankomstflygplats till slutdestination. För att förenkla har en schablon för utsläpp per kilometer använts. Schablonen är 44 gram CO₂ per person-km vilket motsvarar ett genomsnitt mellan resa med buss och bil (räknat på två personer i bilen).

3.5.1 Klimatpåverkan från bränsleproduktion och från flygets höghöjdseffekter

Utsläpp som sker vid tillverkning av bränslet ingår för samtliga transportslag i semesterkalkylatorn, t.ex. utsläpp från produktionen av el till tågen och bensin/diesel till bilarna. För att även räkna med detta för flygbränsle gör vi ett påslag på 24% utöver de utsläpp som blir vid förbränning (se avsnitt 2.1).

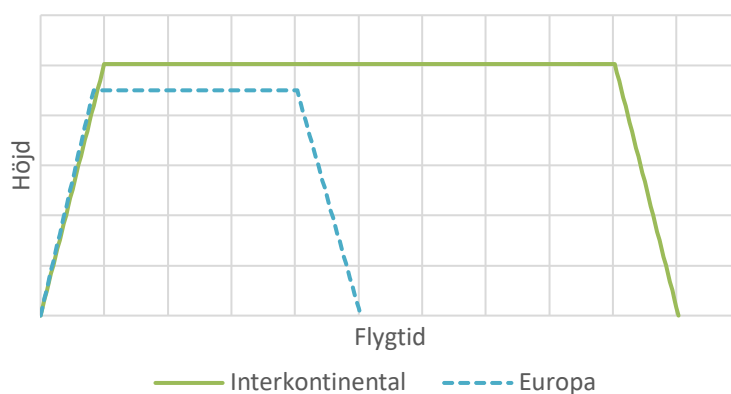
Då flygets utsläpp sker på hög höjd finns det klimateffekter utöver CO₂ att ta hänsyn till, exempelvis de kondensstrimmor som bildas när varma och vattenrika avgaser från flygplanen möter den omgivande kalla luften och bildar ispartiklar (Azar & Johansson, 2012; Lee et al., 2021)¹⁶. Under vissa förutsättningar kan kondensstrimmorna från flyget bli ihållande och stanna kvar under flera timmar, i andra fall försvinner de på några minuter. Det är i ett klimatsammanhang endast de ihållande som är viktiga att beakta. Vidare kan flygets utsläpp orsaka ökad uppkomst av höga cirrusmoln främst genom att de ihållande kondensstrimmorna utvecklas till cirrusmoln. Utöver detta finns andra uppvärmande effekter i form av bl.a. utsläpp av kväveoxider. Vi kan förenklat kalla alla dessa "icke-CO₂ effekter" för höghöjdseffekter.

Det finns en osäkerhet om hur stora dessa olika höghöjdseffekter är, och den vetenskapliga förståelsen är olika stor för de olika mekanismerna av höghöjdseffekten. Vi gör ingen egen värdering av det vetenskapliga läget på det här området utan lutar oss mot de bedömning som gjorts av FN:s klimatpanel IPCC (Boucher et al., 2013) och Lee m.fl. (2021).

¹⁶ Även för övriga transportslag sker utsläpp av andra växthusgaser än CO₂, men dessa effekter är i genomsnitt betydligt mindre än för luftfarten och därför påverkar de inte modellen avsevärt Peters, G. P., Aamaas, B., T. Lund, M., Solli, C., & Fuglestvedt, J. S. (2011). Alternative "global warming" metrics in life cycle assessment: a case study with existing transportation data. *Environmental science & technology*, 45(20), 8633-8641.

I flera flygkalkylatorer använder man sig av Radiative Forcing Index (RFI) för att ta hänsyn till dessa höghöjdseffekter, vanligt är att man använder IPCC:s uppskattning för år 1992 med en RFI på 2,7 (IPCC, 1999). Problemet med RFI är att det speglar nutida klimatpåverkan från historiska utsläpp istället för framtida klimatpåverkan från nutida utsläpp, vilket är vad vi är intresserade av. På grund av detta menar Fuglestvedt et al. (2010) att användandet av RFI för luftfarten är helt felaktigt. De menar att Global Warming Potential (GWP) är ett bättre index då det mäter framtida klimatpåverkan av nutida utsläpp. IPCC uppger dock ingen siffra för GWP, vi använder därför den mest etablerade vetenskapliga uppskattningen och den är, mätt med GWP100¹⁷, att den samlade klimateffekten är ca 1,7 gånger högre än påverkan från endast CO₂-utsläpp (Lee et al., 2021).

Hur stor höghöjdseffekten är för en specifik flygresa varierar mycket beroende på exempelvis resans längd, årstid, väderförhållanden och tid på dygnet, och kan vara både högre och lägre än uppräkningsfaktorn 1,7 som vi använder. Man kan dock med säkerhet (Miljöförbundet Jordens Vänner, 1997) säga att för kortare flygresor så är den i genomsnitt lägre eftersom flygplanen inte kommer upp till, eller tillbringar en liten andel av flygtiden, på tillräckligt hög höjd. Detta gör att ett påslag med 1,7 är en överskattning för kortare resor (Fichter et al., 2005). Analogt bör CO₂-utsläppen räknas upp med en högre faktor för de längsta resorna, för att det globala snittet ska landa på 1,7. Önskvärt vore såklart att åtminstone ta hänsyn till resans längd vid uppräknningen från CO₂, men enligt vår kännedom finns idag ingen gedigen beräkning för att kunna göra det. I Figur 2 illustreras hur två olika resor skulle kunna se ut, där den kortare Europearesan tillbringar en mindre andel av resan på hög höjd jämfört med den interkontinentala resan.



*Figur 2 Illustration över två resors höjdprofiler.
Observera att detta är en illustration och inte verkliga höjddata.*

Det som samtidigt är speciellt för flyg, jämfört andra transportslag, är att starten är energikrävande relativt med att flyga på konstant höjd. Det gör att utsläppen av CO₂ per person-km typiskt är högre för korta resor, för att starten står för en större andel av de totala utsläppen. Då utsläppen av CO₂ per person-km alltså typiskt avtar med avståndet, och effekterna av icke-CO₂-utsläpp ökar med avståndet, tar dessa två effekter till stor del ut varandra.

¹⁷ Global Warming Potential med 100 års horisont.

Höghöjdseffekten uppstår i första hand från jetplan då de flyger på de höjder där dessa effekter främst uppstår. Propellerplan (s.k. turboprop) flyger typiskt sett inte på tillräckligt hög höjd för att orsaka höghöjdseffekter då de primärt används för distanser under 500 km (Amizadeh et al., 2016). Dessa korta flygningar orsakar dock sannolikt högre CO₂-utsläpp än det globala medlet då den energikrävande starten ökar den genomsnittliga bränsleåtgången på kortare sträckor.

3.5.2 Jämförelse av utsläppskalkylatorer

För att bedöma utfallet från modellen som används i www.klimatsmartsemester.se har vi jämfört det med utsläppskalkylatorn från den Internationella civila luftfartsorganisationen (ICAO)¹⁸. För att kunna jämföra kalkylatorerna är det endast utsläpp av CO₂ vid förbränning som tas med, alltså exklusive klimatpåverkan från bränsleproduktion och från flygets höghöjdseffekter, då ICAO inte har med detta i sin kalkylator.

Jämförelsen redovisas i sin helhet i metodrapport version 2.0, se [här](#). Sammanfattningsvis kan man säga att vår modell ligger på i princip samma utsläppsnivå som genomsnittet från ICAO:s utsläppskalkylator. Om ICAO skulle inkludera klimatpåverkan från bränsleproduktion och från flygets höghöjdseffekter så skulle deras genomsnittliga utsläpp bli ungefär samma som de siffror som används i www.klimatsmartsemester.se¹⁹. Utsläppen från ICAO:s kalkylator varierar dock avsevärt mellan olika flyglinjer, vilket sannolikt bl.a. beror på vilka flygplanstyper som används och avståndet för respektive flyglinje.

4 Boende - beräkningar av utsläpp

Hur stor klimatpåverkan blir per gästnatt beror på en rad olika faktorer. Det är lätt att tro att ett stort lyxigt hotell alltid har stor klimatpåverkan och att ett mindre och enklare boende automatiskt har lägre klimatpåverkan, men så är inte nödvändigtvis fallet. Visserligen är det sannolikt att ett boende med mer yta använder mer energi per gästnatt, men hur lokalerna värms upp och vilken typ av energi som används spelar ofta ännu större roll för klimatpåverkan. Ett lyxigare hotell kan t.ex. ha låg klimatpåverkan om de värmer upp lokalerna med biobaserad fjärrvärme och producerar egen solel. På samma sätt kan ett vandrarhem eller en hyrd bostad ha hög klimatpåverkan om de värms upp med t.ex. en oljepanna.

Vidare påverkar belägningsgraden för boendet hur stor klimatpåverkan blir per gästnatt. Ett boende som t.ex. bara har gäster under sommarsäsongen, men står uppvärmt även under vintern, kommer att få högre energianvändning och klimatpåverkan per gästnatt än ett boende med många gäster året runt.

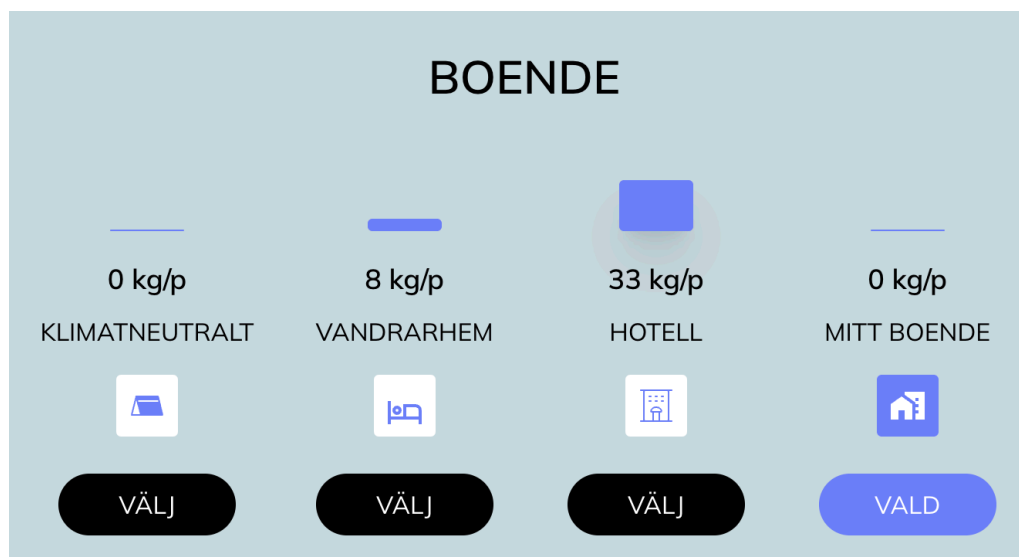
Beräkningen av utsläppen från boendet i semesterkalkylatorn omfattar klimatpåverkan från uppvärmning, fastighetsel, varmvatten och tvätt (oavsett om det görs i egen regi eller köps som tjänst). Dessa utsläpp omfattar normalt sett över hälften av klimatpåverkan från

¹⁸ ICAO är ett specialorgan inom FN för det civila flyget.

¹⁹ Siffrorna i ICAO:s utsläppskalkylator för riktigt långa flygresor är mycket låga, runt 50 gram CO₂ per person-km. Principiellt är dock höghöjdseffekterna större vid långa resor, vilket gör att man kan anta att den totala klimatpåverkan blir ungefär lika hög som för genomsnittsresor.

hotellverksamhet (Moberg et al., 2016). Viktiga delar som inte är inkluderade är klimatpåverkan från byggnation och reparation samt klimatpåverkan från den mat som serveras.

I semesterkalkylatorn har vi valt att ha fyra kategorier för boendet; *Klimatneutralt*, *Vandrarhem etc.* och *Hotell* samt *Eget värde* (se Figur 4). *Vandrarhem* kan också vara klimatsmarta hotell eller enkla hotell samt olika hyr- eller bytformer för lägenheter m.m.



Figur 3 Olika boendeformer i Semesterkalkylatorn.

Siffrorna för klimatpåverkan från hotell i olika länder bygger på självrapporterade och harmoniserade data från hotell runt om i världen. Dessa sammanställs av en organisation som heter Greenview i det som kallas för *Cornell Hotel Sustainability Benchmarking Index*. Indexet omfattar data från 25 000 hotell i 64 länder. Vi inhämtade utsläppsdata från de länder som svenskar främst semesterar i (Vagabond, 2017). Skillnaderna mellan länder beror bland annat på hur mycket energi som används för uppvärmning och luftkonditionering samt vilka energislag som används för el och värme. Det är dock viktigt att betona att siffrorna är behäftade med osäkerhet. Tabell 4 visar utsläppen per gästnatt i respektive land. Siffrorna är hämtade här: <https://www.hotelfootprints.org> Då det är utsläppen per gästnatt som är intressant i detta sammanhang har vi gjort antagandet att hotellrummen i genomsnitt är belagda av 1,5 personer och därför dividerat siffrorna med 1,5. Detta antagande bygger på att vi uppskattar att ungefär hälften av rummen nyttjas av singelgäster, typiskt affärsresande, och ungefär hälften nyttjas av par, typiskt semesterresande.

Utsläppen från hotell avser fyrstjärniga hotell. Skillnaden i klimatpåverkan mellan *Hotell* och *Vandrarhem etc.* bygger på en studie från Schweiz som visade att "tourist homes och youth hostels" i snitt hade 75 % lägre klimatpåverkan per gästnatt än vad som var fallet för hotell (Sesartic & Stucki, 2007). Studien baseras på data från ca 50 vandrarhem inom organisationen Swiss Youth Hostels och 152 hytter inom organisationen Swiss Alpine Clubs, samt flera studier för klimatpåverkan från hotell. Våra beräkningar bygger på det grova antagandet att denna relation gäller i alla länder.

Den sista kategorin, *Klimatneutralt*, omfattar t.ex. boende hos släkt/vänner, hyra av ett rum t.ex. via AirBnB, boende i husbil/husvagn, tält, nattåg eller färjehytt. Tillkommande klimatpåverkan från denna boendekategori är försumbar och antas därför vara 0 kilo per gästnatt. Användaren kan även fylla i ett *Eget värde* för boendet om hen vet hur många kg CO₂ boendet orsakar per gästnatt.

Tabell 4 Kilo CO₂ per gästnatt i vanliga destinationsländer.

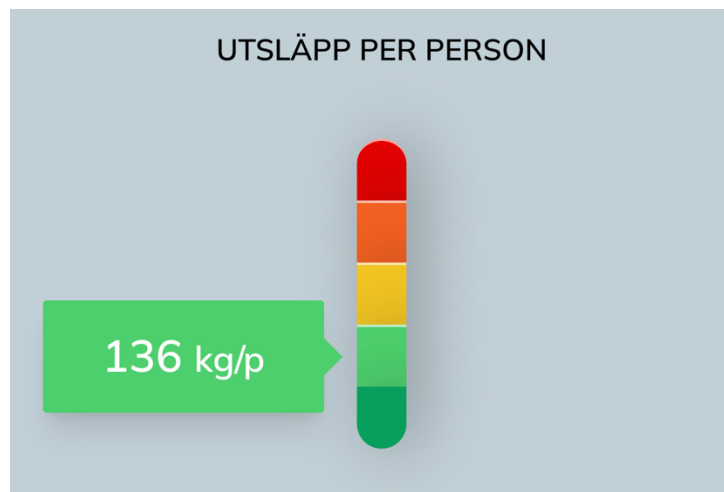
Land	Hotell (fyrstjärnigt) [CO ₂ /gästnatt]	Vandrarhem etc. [CO ₂ /gästnatt]	Klimatneutralt [CO ₂ /gästnatt]
Frankrike	6,8	1,7	0
Spanien	7,5	1,9	0
Storbritannien	10,7	2,7	0
Tyskland	16,1	4,0	0
Österrike	8,6	2,2	0
Övriga EU ^{a)}	9,9	2,5	0
Turkiet	20,2	5,1	0
Thailand	42,5	10,6	0
USA	10,5	2,6	0
Sverige	3,7	0,9	0
Norge	3,7	0,9	0
Danmark	6,5	1,6	0
Finland	5,5	1,4	0
Island	3,3	0,8	0
Övriga världen ^{b)}	25,8	6,5	0

^{a)} Övriga EU är ett genomsnitt av EU-länderna på ovanstående rader.

^{b)} Baserat på Mexiko, Kina och Australien.

5 Termometern

När användaren har jämfört olika färdmedel och boendeformer för den valda destinationen i steg ett väljs de alternativ som föredras. Förhoppningen är att användaren ska välja klimatsmartare alternativ. För många destinationer kan man dock påstå att det inte finns några klimatsmarta transportalternativ. Därför blir det intressant att jämföra olika semesteralternativ, dvs. även olika destinationer och inte endast olika färdmedel och boendeformer. Därför presenteras användaren med en relativ jämförelse om hur den sökta semestern förhåller sig mot andra semestrar och detta i form av en termometer (se Figur 6). Färgskalan går från mörkrött för de semestrar som släpper ut mest till mörkgrönt för de semestrar som släpper ut minst, boende och transport sammantaget.



Figur 4 Termometern som visar användaren den relativa jämförelsen för den sökta semestern. De semestrar som släpper ut mest blir mörkröda och de semestrar som släpper ut minst blir mörkgröna, boende och transport sammantaget.

Jämförelseramen är klimatpåverkan från vanliga semestrar hos svenska befolkningen. Kategoriseringen är baserad på vanliga semestrar identifierade av Kamb (2015). Kamb identifierade dessa vanliga semestrar utifrån ett datamaterial om långväga resande från den nationella resvaneundersökningen som utförs av myndigheten Trafikanalys. Undersökningen är baserad på telefonintervjuer där intervjupersonerna redogör för sina resor. Kamb sorterade ut de resor som var minst tre dagar långa och hade som huvudsakligt ärende *semester* eller *släkt och vänner*. Dessa resor skalas sedan upp för att representera Sveriges befolkning.

De vanliga semestrarna klimatberäknades sedan med den semesterkalkylator som beskrivs i den här rapporten. För samtliga utlandsresor har vi antagit att medelhotell i landet används som boende. För resor inom Sverige antar vi det är sannolikt att många bor hemma hos släkt och vänner, därför antas i beräkningen boende med lägre klimatpåverkan för ett genomsnitt av hotell och hemma hos någon annan.

Resultaten och kategoriseringen från mörkrött till mörkgrönt kan ses i tabell 5. Mörkröda semestrar släpper ut över 1000 kg CO₂e för resa och boende sammantaget. Vidare släpper ljusröda ut 500–1000 kg CO₂e, gula 200–500 kg CO₂e, ljusgröna 100–200 kg CO₂e och mörkgröna under 100 kg CO₂e per semester. Utifrån denna kategorisering blir mörkröda semestrar typiskt resmål i andra kontinenter som reses till med flyg, ljusröda semestrar resmål inom och nära Europa med flyg.

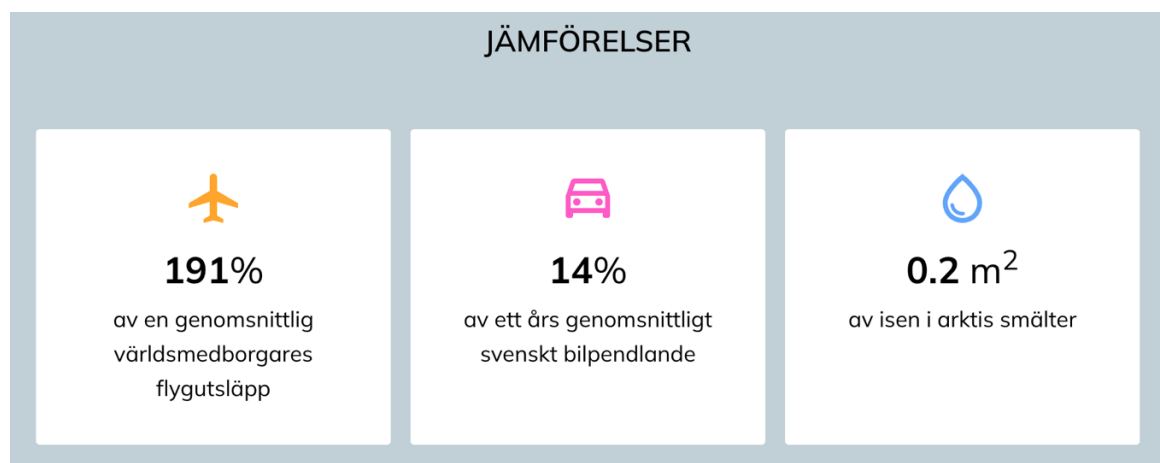
Tabell 5 Klimatpåverkan från olika semesteralternativ. Om ingen annat anges omfattas resa från Stockholm. Inkluderar boende på hotell under en vecka.

kg CO ₂ e		Utsläpp transport	Utsläpp hotell	Totala utsläpp
>1000	Flyg till Thailand	2 030	298	2 328
	Flyg till New York	1 599	73,5	1 672
	Charterflyg till Kanarieöarna	970	53	1 022
500-1000	Charterflyg Mallorca	550	53	603
	Flyg London	368	75	443
200-500	Flyg Gbg-Umeå	203	91	294
	Färja grannland + bil 50 mil	287	39	326
100-200	Buss till Nederländerna	69	69	139
	Fossilbil, 100 mil	76	26	102
	Tåg, franska medelhavskusten	106	48	154
<100	Elbil i Norden, 100 mil	20	26	46
	Buss, 100 mil	30	26	56
	Tåg i Norden, 100 mil	7	26	33

5.1 Konsekvens och jämförelse av semesterutsläppen

Eftersom det inte är så lätt att förstå vad utsläppssiffrorna för en semester betyder i ett större sammanhang har vi valt att illustrera dem på tre olika sätt. Först genom att sätta resultat i relation till världsborgarens genomsnittliga flygutsläpp per år, därefter att räkna om utsläppen till hur många mils bilkörning det motsvarar och till sist en beskrivning av utsläppens konsekvens för ismältningen i Arktis.

Figur 5 Illustration av jämförelser.



XX % av världsmedborgarens genomsnittliga flygutsläpp per år

De globala koldioxidutsläppen från flyget var 2022 cirka 800 Mt²⁰ och utöver det tillkommer höghöjdseffekten (se flygavsnitt ovan). När denna totala klimatpåverkan divideras med antalet personer i hela världen får man siffran 170 kg CO₂e/person och år.

XX mil bilkörning

Beräkningen bygger på utsläppen 229 gram CO₂ per fordonskilometer för en medelstor dieselbil (se avsnitt 3.1).

XX m² av isen i Arktis smälter

Det är svårt att greppa vilka effekter ens egna utsläpp ger för klimatet. Forskare har analyserat hur koldioxidutsläpp påverkar issmältningen. Analysen bygger på beräkningar av hur stor isen var i september varje år, och hur stora de aggregerade koldioxidutsläppen var vid samma tidpunkt. På detta sätt kan man räkna fram att varje ton koldioxidutsläpp minskar arean av isen med 3 m² (± 0,3m²). Eftersom beräkningarna av issmältning som görs varierar, används här en robust linjär relation mellan medelvärdet av arean på isen i september, vilket är när den har som minst area under året, och de kumulativa koldioxidutsläppen. På detta sätt kan man med hjälp av observerade värden förutspå vad det betyder för utvecklingen av den arktiska isen under sommaren. Baserat på detta linjära förhållande så kommer den arktiska isen under september månad att vara försvunnen om vi släpper ut ytterligare 1000 miljarder ton koldioxidutsläpp (Notz & Stroeve, 2016).

²⁰ <https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation#tracking>

6 Referenser

- Amizadeh, F., Alonso, G., Benito, A., & Morales-Alonso, G. (2016). Analysis of the recent evolution of commercial air traffic CO₂ emissions and fleet utilization in the six largest national markets of the European Union. *Journal of Air Transport Management*, 55, 9-19.
- Azar, C., & Johansson, D. (2012). Valuing the non-CO₂ climate impacts of aviation. *Climatic Change*, 111(3), 559-579. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0168-8>
- Bengtsson, S., Andersson, K., & Fridell, E. (2011). A comparative life cycle assessment of marine fuels: liquefied natural gas and three other fossil fuels. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, 225(2), 97-110.
- Bofinger, H., & Strand, J. (2013). *Calculating the carbon footprint from different classes of air travel*. The World Bank.
- Boucher, O., Randall, D., Artaxo, P., Bretherton, C., Feingold, G., Forster, P., Kerminen, V. M., Kondo, Y., Liao, H., & Lohmann, U. (2013). Clouds and aerosols. In *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 571-657). Cambridge University Press.
- Bundesnetzagentur. (2019). *Railway Market Analysis. Germany 2019*.
- Energimyndigheten. (2023). *Drivmedel 2022. Resultat och analys av rapportering enligt regelverken för hållbarhetskriterier, reduktionsplikt och drivmedelslag. ER 2023:19* (ER 2023:19).
- Eurostat. (2017). *File:Table 2 Percentage of railcars by type of source of power, by country.png*. Retrieved 20 mars 2018 from [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Table 2 Percentage of railcars by type of source of power, by country.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Table_2_Percentage_of_railcars_by_type_of_source_of_power_by_country.png)
- Fichter, C., Marquart, S., Sausen, R., & Lee, D. S. (2005). The impact of cruise altitude on contrails and related radiative forcing. *Meteorologische Zeitschrift*, 14(4), 563-572.
- Fuglestvedt, J. S., Shine, K. P., Berntsen, T., Cook, J., Lee, D. S., Stenke, A., Skeie, R. B., Velders, G. J. M., & Waitz, I. A. (2010). Transport impacts on atmosphere and climate: Metrics. *Atmospheric Environment*, 44(37), 4648-4677.
- Gode, J., Byman, K., Persson, A., & Trygg, L. (2009). Miljövärdering av el ur systemsynpunkt <https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b759f/1445517418744/B1882.pdf%20h%C3%A4mtad%2021-02-2020>.
- Gössling, S., Peeters, P., Ceron, J.-P., Dubois, G., Patterson, T., & Richardson, R. B. (2005). The eco-efficiency of tourism. *Ecological economics*, 54(4), 417-434.
- Hammarström, U. (1999). *Mätning och simulering av bilavgaser: körning med och utan husvagn i laboratorium och på väg* (Vol. VTI meddelande 856). Statens väg-och transportforskningsinstitut, VTI meddelande 856.
- Iannaccone, T., Landucci, G., Tugnoli, A., Salzano, E., & Cozzani, V. (2020). Sustainability of cruise ship fuel systems: Comparison among LNG and diesel technologies. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121069.
- IEA. (2019). *The Future of Rail - Opportunities for energy and the environment*. www.iea.org

- IPCC. (1999). *Aviation and the global atmosphere—A special report of IPCC working groups I and III. Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Kamb, A. (2015). *Sustainable Transitions: The Case of Swedish Vacation Practices* (Publication Number 2015:06) Chalmers tekniska högskola]. Göteborg.
- Kamb, A., Larsson, J., & Åkerman, J. (2018). *Klimatpåverkan från svenska befolkningens flygresor 1990 – 2017* Chalmers. <https://research.chalmers.se/en/publication/506796>
- Knörr, W., & Hüttermann, R. (2016). *EcoPassenger. Environmental Methodology and Data*. I. f. E.-u. Umweltforschung.
- Larsson, J., & Kamb, A. (2022). *Metodrapport för www.klimatsmartsemester.se Version 3.0.* <https://klimatsmartsemester.se/sites/default/files/metodrapport-klimatsmart-semester-version3.pdf>
- Lee, D., Fahey, D., Skowron, A., Allen, M., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S., Freeman, S., Forster, P., & Fuglestedt, J. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 244, 117834.
- Lenner, M. (1993). *Energiförbrukning och avgasemission för olika transporttyper* (Vol. VTI meddelande 718). Statens Väg-och trafikinstitut.
- Miljöförbundet Jordens Vänner. (1997). *Ställ om för rättvist miljöutrymme. Hur ser ett hållbart Sverige ut?*
- Miyoshi, C., & Mason, K. J. (2009). The carbon emissions of selected airlines and aircraft types in three geographic markets. *Journal of Air Transport Management*, 15(3), 138-147.
- Moberg, Å., Wranne, J., Martinsson, F., & Thornéus, J. (2016). *Miljökartläggning av hotellverksamhet* (Nr U 5672). I. S. Miljöinstitutet.
- Morfeltdt, J., & Johansson, D. J. (2022). Impacts of shared mobility on vehicle lifetimes and on the carbon footprint of electric vehicles. *Nature Communications*, 13(1), 6400.
- Morfeltdt, J., Larsson, J., Andersson, D., Johansson, D. J., Rootzén, J., Hult, C., & Karlsson, I. (2023). Emission pathways and mitigation options for achieving consumption-based climate targets in Sweden. *Communications Earth & Environment*, 4(1), 342.
- Mowforth, M., & Munt, I. (2015). *Tourism and sustainability: Development, globalisation and new tourism in the third world*. Routledge.
- Notz, D., & Stroeve, J. (2016). Observed Arctic sea-ice loss directly follows anthropogenic CO2 emission. *Science*, 354(6313), 747-750.
- Peters, G. P., Aamaas, B., T. Lund, M., Solli, C., & Fuglestedt, J. S. (2011). Alternative “global warming” metrics in life cycle assessment: a case study with existing transportation data. *Environmental science & technology*, 45(20), 8633-8641.
- Rahn, A., Wicke, K., & Wende, G. (2022). Using Discrete-Event Simulation for a Holistic Aircraft Life Cycle Assessment. *Sustainability*, 14(17), 10598.
- Sandgren, A., & Nilsson, J. (2021). *Emissionsfaktor för nordisk elmix med hänsyn till import och export. Utredning av lämplig systemgräns för elmix samt beräkning av det nordiska elsystemets klimatpåverkan.* www.smed.se.
- Searchinger, T. D., Wiersenius, S., Beringer, T., & Dumas, P. (2018). Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature*, 564(7735), 249-253.
- Sesartic, A., & Stucki, M. (2007). How Climate Efficient Is Tourism in Switzerland. *An Assessment of Tourism's Carbon Dioxide Emissions in Relation to Its Added Value*. ETH, Zürich.

- Sveriges Bussföretag. (2022). Växthusgasutsläpp från kommersiell busstrafik. In: <https://www.transportforetagen.se/om-oss/vara-branscher/sveriges-bussforetag/branschfragor/kapitelsida/hallbarhet-och-utslapp/>.
- Thomas Cook Airlines. (2019). *Sustainability 2018/2019*. [https://dk.thomascookairlines.dk/media/510b5c7e-a450-4d51-943e-0377abb51db2/cnxQGA/Website%20files%20for%20download/TCNE INFOGRAPHIC 2018.pdf](https://dk.thomascookairlines.dk/media/510b5c7e-a450-4d51-943e-0377abb51db2/cnxQGA/Website%20files%20for%20download/TCNE_INFOGRAPHIC_2018.pdf)
- Trafikanalys. (2017). RVU Sverige 2011–2016. Den nationella resvaneundersökningen. In. Stockholm.
- TUI GROUP. (2017). *Carbon & Other MEtrics Methodology and Calculations Explanatory Notes FY 2016/17*.
- Vagabond. (2017). *Resebarometern 2017 – Turkiet och USA förlorare, Grekland vinnare*. Retrieved 20 mars 2018 from <http://www.vagabond.se/artiklar/artiklar/20170517/resebarometern-2017-/>
- Wisell, T., & Jivén, K. (2020). *Verktyg för beräkning av resors klimatpåverkan. Användning, metod och beräkningsförutsättningar. Uppdaterad Version 2020*.
- Åkerman, J. (2012). Climate impact of international travel by Swedish residents. *Journal of Transport Geography*, 25, 87-93. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.07.011>
- Åkerman, J., Isaksson, C., Johansson, J., & Hedberg, L. (2007). *Tvågradersmålet i sikte? Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050. Rapport 5754*.