



Metodrapport för www.klimatsmartsemester.se

Version 3.0

 KLIMATSMART SEMESTER

Klimatberäkna resor

Semestertips

Lär dig mer

Vi är personer som åker

från 

nätter

KLIMATBERÄKNA ↓

Jörgen Larsson, docent, Chalmers tekniska högskola

Anneli Kamb, doktorand, Kungliga tekniska högskolan

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och inledning	3
2	Övergripande antaganden och systemgränser	4
2.1	Livscykelutsläpp från bränslen ingår – men inte från fordon och infrastruktur	4
2.2	Klimatpåverkan från el	4
2.3	Klimatpåverkan från biobränsle	5
3	Färdmedel - beräkningar av utsläpp	6
3.1	Bil	7
3.2	Tåg	9
3.3	Buss	10
3.4	Färja	10
3.5	Flyg	11
3.5.1	Klimatpåverkan från bränsleproduktion och från flygets höghöjdseffekter	13
3.5.2	Jämförelse av utsläppskalkylatorer	15
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 semestrar 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 färdssätt (exempelvis flyg/tåg/färja/buss/olika biltyper) samt olika boendeanternativ. 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 semestrar 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 vidareutvecklas 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, tillsammans med Anneli Kamb, doktorand på KTH. Jonas Åkerman, forskningsledare på KTH, har faktagranskat rapporten. Arbetet med version 3.0 har finansierats av Energimyndigheten (projekt Klimatsmarta semesterresor) och av forskningsprogrammet 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/boendelalternativ. Antaganden som bara berör ett transportslag/boendelalternativ beskrivs i respektive avsnitt i kapitel 3.

2.1 Livscykelutsläpp från bränslen ingår – men inte från fordon och infrastruktur

De beräknade utsläppen täcker hela livscykeln för bränslena, dvs. utsläppen vid produktion, distribution och användning av bränslena, men inte utsläpp som genereras vid produktion och underhåll av fordon (bilar, tåg, flygplan, etc.) eller infrastruktur (vägar, flygplatser, räls, hamnar).

Påslaget för produktion och distribution av fossila bränslen för bil och buss bygger på Energimyndighetens beräkningar, de uppger dock inte specifika siffror (Energimyndigheten, 2021, sid 19). I tidigare rapporter har de dock uppgett siffran 20% som påslag för fossila bränslen (Energimyndigheten, 2018), vilket ligger på samma nivå som Knörr & Hüttermann (2016) och Edwards m.fl. (2014). Vi lägger på 24 % för produktion och distribution av flygbränsle (SOU 2019:11)¹.

Olika beräkningar av utsläppen från produktion och distribution av bränsle ger olika resultat. Livscykelanalyser från bränsleproduktion i Sverige har visat på lägre utsläpp än det europeiska genomsnittet, skillnaderna beror bl.a. på allokeringen av utsläppen från raffinaderiet till de olika produkterna, antaganden om gasfackling, raffinaderiteknik och val av systemgränser (Eriksson & Ahlgren, 2013). Baslinjen för ren fossil bensin som EU-kommissionen uppger (Energimyndigheten, 2018) ligger högre än de 20% som vi antar, medan andra källor uppger siffror som ligger lägre än 20% (Gode et al., 2011).

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.

¹ Olika livscykelanalyser ger dock olika resultat beroende på exempelvis systemgränser och hur utsläppen från raffinaderiet allokeras, där ett svenskt perspektiv typiskt ger lägre utsläpp än ett europeiskt (Eriksson & Ahlgren, 2013). Ett genomsnitt av två svenska raffinaderier gav ett påslag för på ca 8,3% från produktion och distribution av flygbränsle (Gode et al., 2011). En jämförelse av olika allokeringsmodeller för utsläppen från ett genomsnittligt europeiskt raffinaderi (det som används i EU-lagstiftning), gav istället ett påslag på 23–27% beroende på modellval (Moretti et al., 2017). Unnasch och Riffel (2015) rapporterar liknande siffror baserat på en jämförelse mellan olika studier. Då stora delar av de bränslen som används i flygplan som svenska invånare reser med kommer från raffinaderier utanför Sverige så bedömer vi att 24% är rimligt att använda.

Detta synsätt beskrivs också i en rapport från IVL svenska miljöinstitutet (Goode 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.

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 beräknade till 301 gram CO₂e/kWh (Larsson et al., 2021, sid 56). 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, 2021).

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).

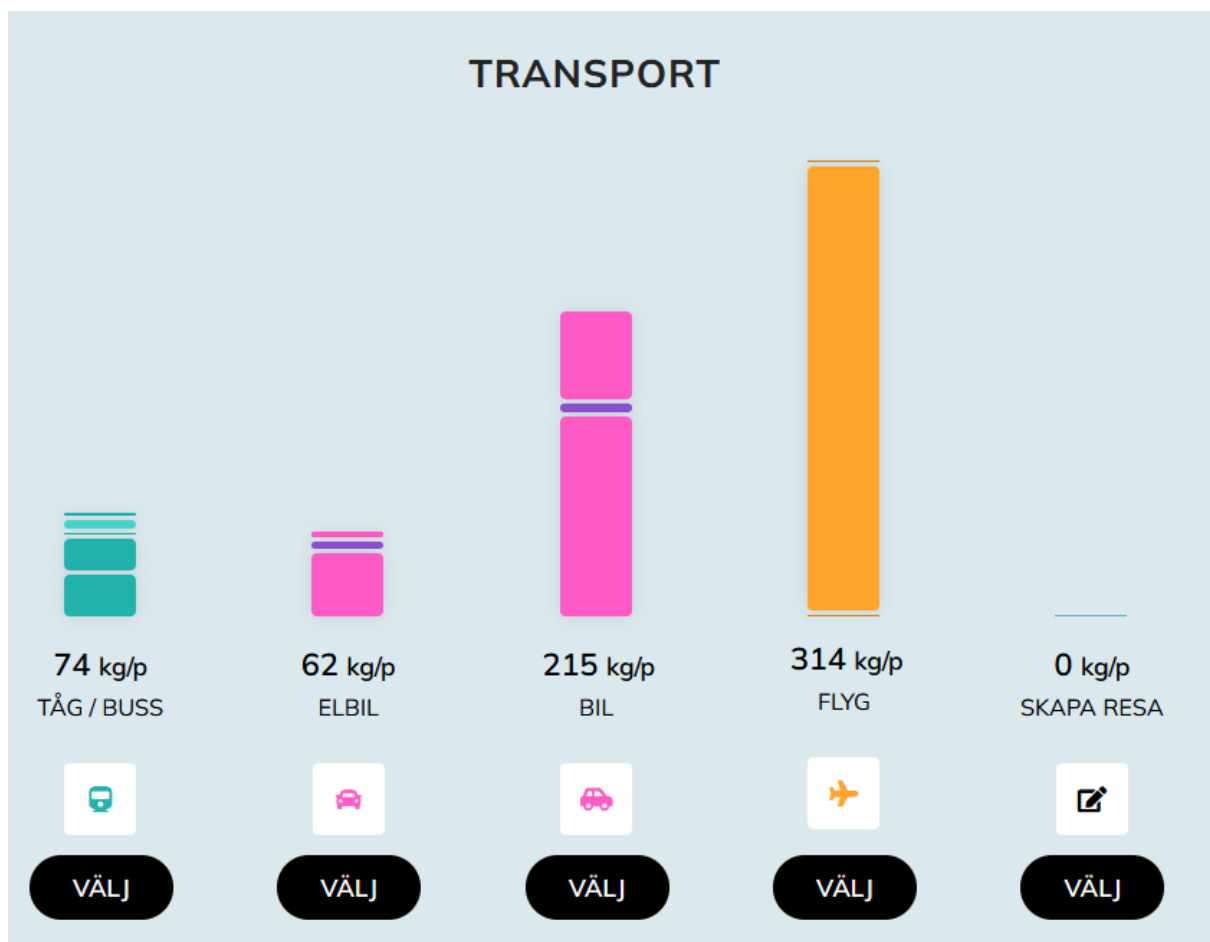
Klimatpåverkan från biobränslen påverkas inte bara av val av systemgräns (t.ex. om förändrad markanvändning inkluderas eller ej) utan också av vilka råvaror som används i de bränslen som analyseras, till exempel om det är restflöden eller odlade grödor. Energimyndigheten (2021) redovisar vilka råvaror som används för det biobränsle som används i Sverige. För HVO används i huvudsak restflöden (t.ex. utgör slakteriavfall 72% av råvaran), men även en mindre andel palmolja/PFAD (10% av råvaran). För produktionen av etanol är det i huvudsak majs, vete och sockerbetor som används. Dessa siffror avser 2020 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, 2021, sid 21-22). Här räknas koldioxidutsläppen från avgasröret till noll och de utsläpp som medräknas är de som uppstår vid produktion av biobränslet.

Klimatpåverkan är enligt Energimyndigheten 56% lägre för E85 än för standardbensin, och 73% lägre för HVO100 jämfört med standarddiesel.

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 t.ex. storlek på bilen eller vilket bränsle som används. Man kan också göra flera 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 färdssätten i Semesterkalkylatorn.

Tabell 1 visar en sammanfattning av de vanligaste utsläppsfaktorerna som används i kalkylatorn. Därefter följer ett avsnitt för respektive färdmedel där metoden som ligger bakom beskrivs och fler alternativ för bränslen presenteras (exempelvis för bil finns totalt 32 alternativ).

*Tabell 1 Sammanfattning av utsläppsfaktorer för olika transportmedel.
Bilutsläppen är dividerade med 3 som är det genomsnittliga antalet personer för resor över 30 mil**

Färdmedel	gram CO ₂ -ekv/pkm*	gram CO ₂ /fordonskm
Elbil i Norden	5	14
Elbil i Europa	15	45
Bensinbil liten	42	127
Diesebil mellanstor	46	137
Diesebil stor	60	181
Husbil/husvagn diesel	89	268
Flyg reguljärt economy	133	-
Flyg charter economy	118	-
Flyg business	298	
Eltåg Norden	7	-
Eltåg Europa	24	-
Dieseltåg	91	-
Buss, standarddiesel	25	-
Buss biodiesel 100%	7	
Färja	226	-

*Egna beräkningar baserade på den nationella resvaneundersökningen 2011-2016, RVU1116 (Trafikanalys, 2017).

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. Det finns två staplar som visar utsläppen från bil, en för elbil samt en för bil med förbränningsmotor där standardvalet är diesel. Båda staplarna visar bil i mellanstorlek som standardval. 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. Utsläppsberäkningarna använder data från Energimyndighetens årliga rapport "Drivmedel 2020 (Energimyndigheten, 2021) där siffror från "well-to-wheel" för samtliga bränslen årligen uppdateras. Siffrorna inkluderar utsläpp vid

utvinning, produktion och distribution av bränsle, men inte utsläpp från produktion av fordon och infrastruktur (se avsnitt 2).

Utsläppen för en medelstor dieselbil är beräknade till 137 gram CO₂ per kilometer. Denna siffra bygger på standardiserade körcykler baserade på den nya och mer realistiska körcykeln som kallas WLTP (Energimyndigheten, 2021, sid 21), och inte den gamla körcykeln NEDC som kraftigt underskattade utsläppen i förhållande till verklig körning (Trafikverket, 2021, sid 5). Siffror för övriga drivmedel finns i tabell 2 nedan.

När det gäller storlek på bil så har ett påslag på 34% gjorts för stora bilar då det var ett viktigt medel för stora bensen- och dieselbilar jämfört med mellanstora bensen- och dieselbilar. Små bilar finns nästan bara som bensenbilar. Dessa antas använda i snitt 24% mindre energi än mellanstora bensenbilar. Husbilar/husvagnar antas använda 96% mer bränsle än en mellanstor bil² (Hammarström, 1999).

Tabell 2 Gram CO₂ utsläpp per fordonskm

	Bensen	Diesel	Biodiesel HVO ^{d)}	El Norden ^{a)}	El Europa ^{a)}	Fossil- gas ^{b)}	Biogas ^{d)}	Fordons- gas ^{c)}	Etanol E85 ^{d)}
Liten bil	127	104	28	11	34	137	19	20	56
Mellanstor bil	167	137	37	14	45	181	26	27	74
Stor bil/7-sitsig	220	181	49	18	60	238	34	36	98
Husbil/husvagn	327	267	72	27	88	353	50	53	145

a) För beräkning av utsläpp från elanvändning se avsnitt 2.2

b) Utomlands är det främst fossilgas som tankas (Källa: miljofordon.se)

c) Mix av biogas 95% och naturgas 5%, genomsnitt för såld fordonsgas i Sverige 2021 (källa: Energigas Sverige)

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

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

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. Sjuitsig 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).

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.

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. Danmark³) är 24 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.

Tabell 3 Sammanfattning av utsläppsfaktorer för olika tågtyper.

Färdmedel	g CO ₂ /pkm
Eltåg Sverige/Norge/Finland ¹	7
Eltåg Europa ^{a)}	24
Dieseltåg	91

^{a)} Standardval i kalkylatorn.

³ Tågen mellan just Köpenhamn och Tyskland är idag dieseltåg. DSB uppger dock att dessa tåg (s.k. IC3) pga. hög beläggning och få stopp endast orsakar 21 gram CO₂ per person-km, www.dsb.dk/om-dsb/samfundsansvar/miljo/fakta-om-miljoet. Vi använder därför samma utsläppsfaktor för Danmark som för övriga EU.

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 natttåg 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](#)).

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 för 2021 var att utsläppen genom bibränsleinblandning ska vara 26% lägre än för fossil diesel (Källa: Energimyndigheten 2021, sid 21). 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 25 gram CO₂e per person-km.⁷ I andra länder med inga eller lägre krav på bibränsleinblandning 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) så kan man välja detta i kalkylatorn. Utsläppsfaktorn för detta är beräknad till 7 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. Resultaten för respektive rederi ligger i intervallet 200–300 gram CO₂ per person-km. Ett viktat genomsnitt blir 226 gram och det är denna siffra som används för alla färjetransporter i www.klimatsmartsemester.se. Siffran

⁷ Beräkningen är: $(275 \cdot 10 \cdot 0,25) / 28 = 25$; 275 gram CO₂-ekv / kWh diesel, 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.

226 gram är ett medel för de passagerare som har med bil och de som inte har det. Siffran är ej relevant för snabbfärjor då de orsakar mycket högre utsläpp.

En annan allokeringssprincipl 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)⁹. Där redovisas ett genomsnittligt utsläpp för 7 olika färjelinjer (ej snabbfärjor) på 274 gram CO₂ per person-km¹⁰. Andra uppskattningar av utsläpp från färjor (som också använder areametoden) har landat i något lägre utsläpp än i Naturvårdsverkets klimatreseverktyg¹¹ (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)¹².

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 belägningsgrad. 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 133 gram CO₂-ekv per person-km. 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 belägningsgrad i planen) på 1,9% per år har fortsatt (Kamb et al., 2018). Siffran på 133 gram omfattar förbränning av flygbränsle (69 gram), höghöjdseffekt (motsvarande 48 gram, se avsnitt 2.2.1) samt utsläpp vid utvinning och raffinering av flygbränsle (16 gram, se avsnitt 2.1). Det är också siffran 133 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 baserat på genomsnittliga utsläpp på 118 gram CO₂ per person-km (avser ekonomiklass)¹³ (Thomas Cook Airlines, 2019; TUI GROUP, 2017).

⁹ Se sid 21 i Wisell & Jivén, 2020. Själva siffrorna finns dock inte i rapporten utan i excel-filen "Beräkningsverktyg för transportutsläpp" som finns på Naturvårdsverkets [hemsida](http://hemsida.naturvardsverket.se).

¹⁰ Här inkluderas inte medtagen bil. För att räkna med en bil skall man enligt deras resultat addera cirka 500 gram CO₂ per km.

¹¹ Lenner 1993 kom fram till 200 gram CO₂ per person-km och Åkerman 2012 landade på 170 gram.

¹² Nynäshamn – Visby 6,3 kg koldioxid. Källa: [Destination Gotland](http://DestinationGotland.se).

¹³ 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 storscirkelavståndet och utsläppsfaktorn blir i det här fallet således lägre än om storscirkelavståndet hade använts. Eftersom vi i övriga utsläppsfaktorer har använt storscirkelavståndet så har vi justerat upp siffran med 3% till 69 gram

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 yta¹⁴. 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 4.

Tabell 4 Index för sätesklass.

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

^{a)} Standardval i kalkylatorn.

Tabellen nedan visar utfallet för de olika flygalternativen. Här blir det tydligt att vilken typ av flygresor man väljer att göra spelar stor roll för utsläppen.

Tabell 5 Utsläppsfaktorer för olika flygalternativ, i gram CO₂-ekv per person-km.

Typ	Sätesklass		
	Economy	Economy premium	Business
Reguljärt	133 ^{a)}	162	298
Charter	118	144	-

^{a)} Standardval i kalkylatorn.

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.

¹⁴ Genomgång av flera flygplansmodeller på hemsidan Seatguru för följande bolag: Norwegian Air Shuttle, SAS, KLM, Swiss, Austrian, Brussels Airlines, United, American Airlines, Lufthansa och Thomas Cook Airlines.

Distansen för den sökta resan räknas ut med hjälp av Google Maps API, och det är då storcirkelavståndet¹⁵ som räknas ut. Utsläppen för resan räknas sedan ut genom att multiplicera avståndet med den valda utsläppsfaktorn. Utsläppen per resa från blir då:

$$U_{WTW}^{CO_2e}(x) = u_{TW}^{CO_2} (1 + HF + u_{WT}) \cdot k_i \cdot x \text{ [kg CO}_2\text{ekv]} \\ = 1,94 \cdot u_{TW}^{CO_2} \cdot k_i \cdot x \text{ [kg CO}_2\text{ekv]}$$

där:

$$u_{TW}^{CO_2} = \begin{cases} 0,082 \text{ (reguljärt)} \\ 0,063 \text{ (charter)} \end{cases}, (\text{utsläpp vid förbränning, Tank to Wheel}) \left[\frac{\text{kg CO}_2}{\text{pkm}} \right] \\ u_{WT} = 24\% \text{ (utsläpp från bränsleproduktion, Well to Tank)} \\ HF = 0,7 \text{ (höghöjdseffekter)} \left[\frac{\text{kg CO}_2\text{ekv}}{\text{kg CO}_2} \right] \\ k_r = \begin{cases} 0,84 \text{ (economy)} \\ 1,0 \text{ (economy premium)} \\ 1,9 \text{ (reguljärt business)} \end{cases}, (\text{sätesklass reguljärt}) \\ k_c = \begin{cases} 0,97 \text{ (economy)} \\ 1,2 \text{ (economy premium)} \end{cases}, (\text{sätesklass charter}) \\ x = \text{storcirkelavståndet [km]}$$

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

¹⁵ Storcirkelavståndet (GCD) definieras som den kortaste sträckan mellan två punkter, med koordinater (lat1, lon1) och (lat2, lon2), på ytan av en sfär. Det ges av: $GCD = R \cos^{-1}[\sin(\text{lat1})\sin(\text{lat2}) + \cos(\text{lat1})\cos(\text{lat2})\cos(\text{lon1}-\text{lon2})]$, där R är jordens radie. R = 6371,01 km. I vissa kalkylatorer lägger man på 50 km för att ta hänsyn till de omvägar som flygplanen flyger exempelvis runt flygplatserna, men då den globala utsläppsfaktor vi applicerar är beräknad baserat på storscirkelavstånd adderar vi inget extra avstånd eftersom resans utsläpp då skulle bli överskattade.

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.,

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 uppvärmade effekter i form av bl.a. utsläpp av kväveoxider. Vi kan förenklat kalla alla dessa "icke-CO₂ effekter" för höghöjdseffekter.

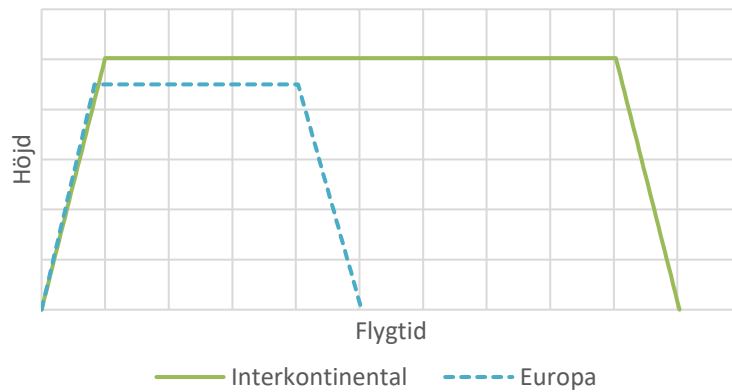
Det finns en osäkerhet om hur stora dessa olika höghöjdseffekter är, och den vetenskapliga förståelsen är olika stor för de olika mekanismerna av höghöjdseffekten. Vi gör ingen egen värdering av det vetenskapliga läget på det här området utan lutar oss mot de bedömningar som gjorts av FN:s klimatpanel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

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 flygresor 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 Europaresan tillbringar en mindre andel av resan på hög höjd jämfört med den interkontinentala resan.

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.

¹⁷ Global Warming Potential med 100 års horisont.



*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.

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 en tidigare version av denna metoderapport (Larsson & Kamb 2019). 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.

¹⁸ [ICAO](http://www.icao.int) 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.

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 sol. 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 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 mm.

The image shows a user interface for selecting accommodation. The title 'BOENDE' is centered at the top. Below it are four columns, each representing a different accommodation type. Each column has a horizontal bar at the top (blue for the first three, grey for the last), a CO2 emission value in kg/p, an icon, and a 'VÄLJ' button.

Boendetyper	Utsläpp (kg/p)	Icon	Knapp
KLIMATNEUTRALT	0 kg/p	Tent icon	VÄLJ
VANDRARHEM ETC.	5 kg/p	Bed icon	VÄLJ
HOTELL	19 kg/p	Hotel icon	VÄLJ
EGET VÄRDE	0 kg/p	Document icon	VÄLJ

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 uppges vara den globala hotellbranschens största sammanställning och omfattade för 2020 hela 18 000 hotell. 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 elproduktion. Frankrike har t.ex. låga siffror p.g.a. att elen till stor del kommer från kärnkraft.

Det är dock viktigt att betona att siffrorna är behäftade med stor osäkerhet. Underlaget för siffrorna från respektive land är av varierad kvalitet då antalet hotell per land och vilken typ av hotell som har rapporterat in data varierar mycket. Tabell 6 visar utsläppen per gästnatt i respektive land, samt hur många hotell som ligger till grund för uträkningen. För ett land som USA är dataunderlaget bra då det är många hotell, samt både lågbudget- och lyxhotell, som har rapporterat in data. För de flesta andra länder är det lyxhotell, eller hotell med odefinierad klass, som har rapporterat in data. I fallet Thailand är det till exempel främst lyxhotell som har rapporterat in uppgifter vilket bidrar till att denna siffra blir hög. Om enkla lågbudgethotell, t.ex. utan luftkonditionering, också hade rapporterat in uppgifter så hade siffran för Thailand sannolikt blivit betydligt lägre. Detta gäller troligtvis för flertalet länder, hur mycket är dock svårt att avgöra. Man bör vara medveten om detta då man tolkar siffrorna. Detta dataset är dock det bästa vi har identifierat.

Data från svenska hotell finns tyvärr inte med i *Cornell Hotel Sustainability Benchmarking Index*. Istället har en uppgift använts från en omfattande sammanställning som Kammarkollegiet har beställt från IVL – Svenska Miljöinstitutet (Moberg et al., 2016) och som i sin tur främst bygger på data från 41 hotell som Energimyndigheten har analyserat (Energimyndigheten, 2011). Siffran för Sverige är 6,8 kg CO₂ per gästnatt²⁰. Då data för övriga Norden (Danmark, Norge, Finland och Island) också saknas i *Cornell Hotel Sustainability Benchmarking Index* så har den svenska siffran använts även för dessa länder. Vi ser detta som ett godtagbart antagande då Norden har ett sammankopplat el-system och liknande byggnormer.

Kartläggningen från IVL innefattar utsläpp per gästnatt, vilket i detta sammanhang innebär en bokad enkelbäddsövernattning. Inom *Cornell Hotel Sustainability Benchmarking Index* rapporterar hotellen istället utsläppen per belagt rum. 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.

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

²⁰ Detta inkluderar el, värme, varmvatten, elektronik och tvätt. I studien antas nordisk elmix med utsläpp om 84 gram CO₂ per kWh, vi har justerat upp till 90 gram CO₂ per kWh (se avsnitt 2.2).

kan även fylla i ett *Eget värde* för boendet om hen vet hur många kg CO₂ boendet orsakar per gästnatt.

Tabell 6. Kilo CO₂ per gästnatt i vanliga destinationsländer.

Land	Hotell [CO ₂ /gästnatt]	Vandrarhem etc. [CO ₂ /gästnatt]	Klimatneutralt [CO ₂ /gästnatt]	Antal hotell
Frankrike	4,7	1,2	0	75
Spanien	29	7,2	0	43
Storbritannien	9,3	2,3	0	439
Tyskland	11	2,8	0	89
Österrike	9,3	2,3	0	15
Övriga EU	13	3,2	0	— a)
Turkiet	23	5,7	0	80
Thailand	34	8,5	0	245
USA	13	3,3	0	9301
Sverige	6,8	1,7	0	41
Norge	6,8	1,7	0	— b)
Danmark	6,8	1,7	0	— b)
Finland	6,8	1,7	0	— b)
Island	6,8	1,7	0	— b)
Övriga världen	27	6,7	0	— c)

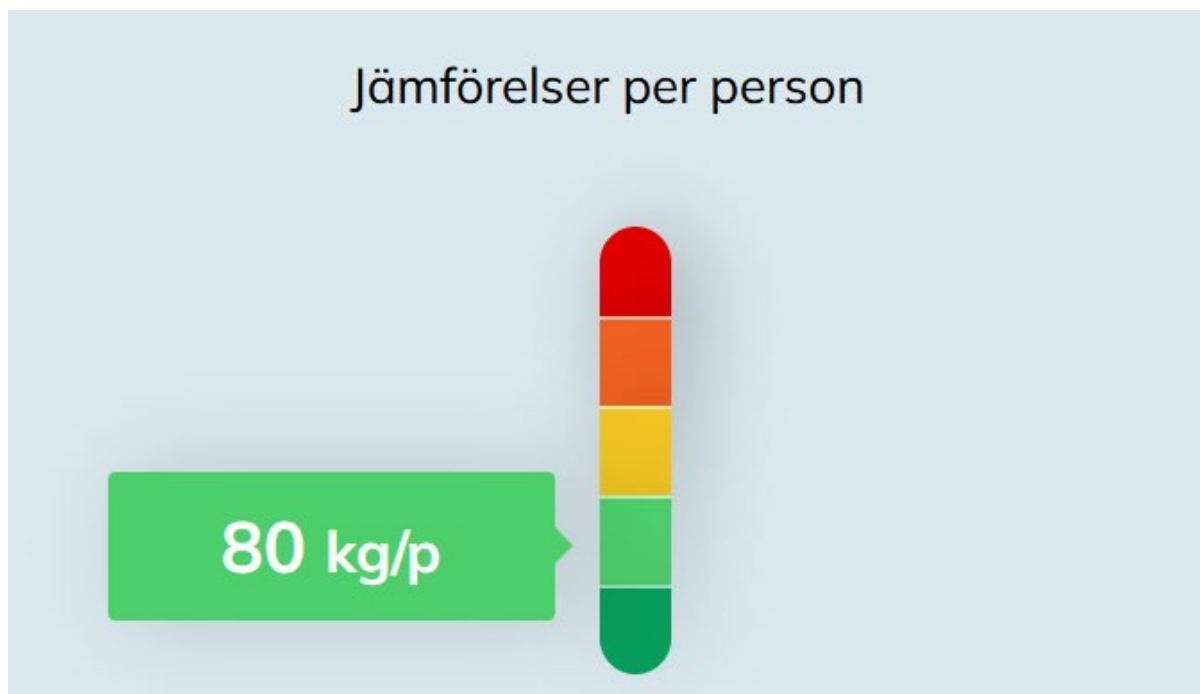
a) Övriga EU är ett genomsnitt av de EU-länder vi har data på. Detta inkluderar även Andorra, Liechtenstein, Monaco, San Marino, Schweiz och Vatikanstaten.

b) Representeras av Sverige

c) Baserat på Mexiko, Ryssland, 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 7. Mörkröda semestrar släpper ut över 2000 kg CO₂e för resa och boende sammantaget. Vidare släpper ljusröda ut 500–2000 kg CO₂e, gula 200–500 kg CO₂e, ljusgröna 50–200 kg CO₂e och mörkgröna under 50 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 7 Vanliga semesterresor hos svenska befolkningen kategoriserade efter utsläpp från resa och boende. Baserat på Kamb (2015) och uppdaterat med siffror för boende och transport som redovisas i denna rapport.

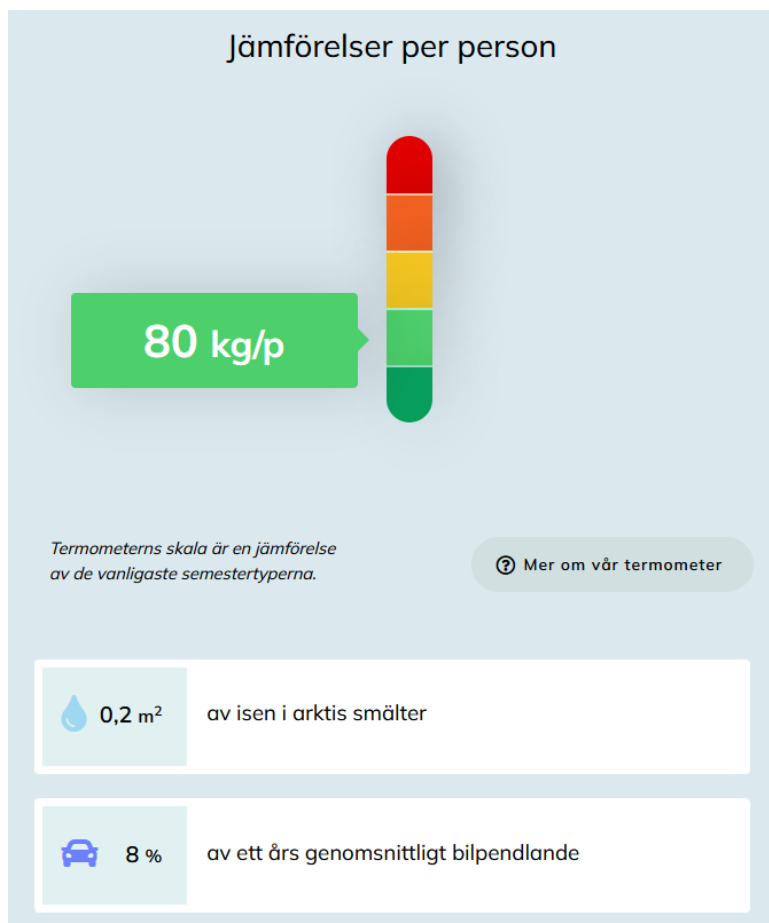
kg CO ₂ e	Vanliga semestrar	Antal resor	Antal dagar	Avstånd km, tur & retur	Utsläpp boende, kg CO ₂ e	Utsläpp transport, kg CO ₂ e	Utsläpp/semester, kg CO ₂ e
>2000	Flyg till Thailand	120 000	20	16 000	680	2 126	2 806
	Flyg till USA	270 000	12	14 000	156	1 860	2 016
500-2000	Flyg till Medelhavet/ Kanarieöarna	910 000	9	6 200	261	824	1 085
	Flyg till Europeiska städer. T.ex till Rom	1 700 000	7	3 500	91	465	556
200-500	Flyg i Sverige t.ex. Gbg-Umeå	540 000	6	1 600	91	213	304
	Färja till grannländer	320 000	4	800	34	185	219
50-200	Buss till Europa	130 000	7	1 900	91	37	128
	Bil till grannländer	610 000	7	1 100	48	50	98
<50	Bil i Sverige	7 300 000	4	600	6,8	27	34
	Buss i Sverige	310 000	5	540	9	11	19
	Tåg i Sverige	1 600 000	4	700	6,8	5,1	12

Skillnaderna när det gäller utsläpp är stora, från 15 kg CO₂-ekv per semester för en tågsemester i Sverige till över 2800 kg för en flygsemester till Thailand. Medelvärdet är 250 kg per semester. Intressant att notera att transporterna orsakar 80%, och boendet 20%, av de totala utsläppen från svenskarnas semestrar enligt ovanstående analys. Med andra ord kan störst utsläppsminskning göras genom att skifta transportslag till ett mindre klimatbelastande, alternativt välja en närmre destination.

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 dels belysa en konsekvens för klimatet globalt (issmältning på Arktis), dels att jämföra dem med en vardaglig utsläppskälla (genomsnittlig bilpendling).

Figur 5 Illustration av jämförelser.



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 ($\pm 0,3\text{m}^2$). 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).

XX % av ett års genomsnittlig bilpendling

Att bilpendla till jobbet innebär i genomsnitt cirka 10 000 km körning per år, dvs knappt 50 km per dag (Trafikanalys, 2017b). Om pendlingen sker ensam i en medelstor dieselbil orsakar det ca 1370 kg CO₂.

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>
- 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*.
- Edwards, R., Larivé, J.-F., Rickeard, D., & Weindorf, W. (2014). *Well-to-Tank Report Version 4. a* (JRC Technical Reports, Issue. E. C. J. R. Centre.
- Energimyndigheten. (2011). *Energianvändning i hotell, restauranger och samlingslokaler. Förbättrad statistik för lokaler, STIL2* (ER2011:11). Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. (2018). *Drivmedel 2017. Mängder, komponenter och ursprung rapporterade enligt drivmedelslagen och hållbarhetslagen* (ER2017:12).
- Energimyndigheten. (2021). *Drivmedel 2020. Redovisning av rapporterade uppgifter enligt drivmedelslagen, hållbarhetslagen och reduktionsplikten. ER 2021:29* (ER2017:12).
- Eriksson, M., & Ahlgren, S. (2013). *LCAs of petrol and diesel: a literature review*. Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences.
- 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., Martinsson, F., Hagberg, L., Öman, A., Höglund, J., & Palm, D. M. (2011). *Miljöfaktaboken 2011 - Uppskattade Emissionsfaktorer för Bränslen, el, värme och transporter*.
- Goode, 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.
- 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. (2019). *Semestern och klimatet. Metodrapport. Version 2.0*.
- Larsson, J., Morfeldt, J., Johansson, D., Rootzén, J., Hult, C., Åkerman, J., Hedenus, F., Sprei, F., & Nässén, J. (2021). *Konsumtionsbaserade scenarier för Sverige - underlag för diskussioner om nya klimatomål*. Mistra Sustainable Consumption, Rapport 1:11.
- Lee, D., Fahey, D., Skowron, A., Allen, M., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S., Freeman, S., Forster, P., & Fuglestvedt, 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.
- 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., & 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.
- 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.

- SOU 2019:11. *Biojet för flyget - Betänkande av Utredningen om styrmedel för att främja användning av biobränsle för flyget.*
- 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.
- Trafikverket. (2021). *Vägtrafikens utsläpp 2020. PM TRV 2021/21037*.
- 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*.