



Verktyg för beräkning av resors klimatpåverkan

Användning, metod och beräkningsförutsättningar

Uppdaterad Version 2022

Tomas Wisell, IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Avtal: 250-222-002

På uppdrag av Naturvårdsverket

Publicering: www.smed.se

Utgivare: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut

Adress: 601 76 Norrköping

Startår: 2006

ISSN: 1653-8102

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL Svenska Miljöinstitutet, Statistikmyndigheten SCB, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). Samarbetet inom SMED inleddes 2001 med syftet att långsiktigt samla och utveckla den svenska kompetensen inom emissionsstatistik kopplat till åtgärdsarbete. På uppdrag av Naturvårdsverket samt Havs- och vattenmyndigheten säkerställer SMED framtagandet av underlag till Sveriges internationella rapportering avseende utsläpp till luft och vatten, avfall, farliga ämnen, buller samt åtgärder. Syftet med SMED-samarbetet är främst att utveckla och driva nationella emissionsdatabaser, samt att tillhandahålla olika tjänster relaterade till dessa för nationella, regionala och lokala myndigheter. Mer information finns på SMED:s webbplats www.smed.se.

Innehållsförteckning

SUMMARY	5	
SAMMANFATTNING	6	
INLEDNING	8	
BAKGRUND	10	
SYFTE	11	
VERKTYGETS ANVÄNDNING	12	
Omfattning		12
Användarinstruktioner		13
METOD	14	
Allmänt		14
Framtagande av bränslen (flytande och gas)		14
Elleverans		15
Framdrivning med el	15	
Allmänt om emissionsfaktorer för elkraft	15	
Vägtrafik		16
Bränslen	16	
Drivmedelsåtgång	16	
Fordonskilometrar	17	
Taxi	17	
Bussar i kollektivtrafik	18	
Spårtrafik		19
Tåg	19	
Spårvagn	21	
Tunnelbana	21	
Sjötransport		22
Allmänt	22	
Färjor i utrikes trafik	22	
Färjor i inrikes trafik	23	

Beräkningsmetodik för utrikes och inrikes trafik	23
Kollektivtrafikfärjor	25
Justeringar av båttrafiken för år 2020 (pandemiåret)	25
Arbetsmaskiner	27
Flyg	27
Klimatpåverkan	29
JÄMFÖRELSE AV UTSLÄPPSVÄRDEN FRÅN ÅRET INNAN	9
REKOMMENDATIONER	30
REFERENSER	31

Summary

SMED has, on behalf of the Swedish Environmental Protection Agency, updated and further developed an Excel tool that can be used by government agencies to calculate carbon dioxide emissions and climate impact from travel in the service.

The purpose of the assignment was partly to ensure that the requirements in Ordinance (2009: 907) on environmental management in government agencies relating to transport were met, and partly to enable the use of the tool as a general instrument for assessing the climate impact of the agency's transports.

Compared with previous versions, the categorization of travel in the 2022 version are the same. Most emission values for road traffic in the private sector are similar compared to the 2020 version, but it varies in both directions.

For public transport buses, emission values can change a lot between two years, which reflects the rapid changes in the bus fleets, fuel mixes and seat occupancy. Emissions per passenger kilometer are in general slightly higher than 2021 but vary considerably from case to case.

SMED refrains from giving special recommendations for the tool's improvement and development because the Ordinance (2009: 907) on environmental management in government agencies is undergoing a review. The Swedish Environmental Protection Agency assumes that the new regulation will enter into force in 2023 and SMED intends to return with proposals on how the tool can be developed when the new regulation come into force.

The updates that have been made in this work are considered sufficient to maintain a generally good quality for the 2021 travels.

Sammanfattning

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL, SCB, SLU och SMHI.

SMED har på uppdrag av Naturvårdsverket uppdaterat och vidareutvecklat ett Excel-verktyg som kan användas av statliga myndigheter för att beräkna koldioxidutsläpp och klimatpåverkan från resor i tjänsten.

Uppdraget hade dels syftet att uppfylla kraven i Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter som rör transporter, dels att kunna användas som ett allmänt verktyg för att bedöma klimatpåverkan från myndighetens transporter.

Det tidigare verktyget innehöll endast koldioxidutsläpp under transporten och inte andra klimatgaser, och tog heller inte hänsyn till utsläpp relaterade till transporten, som till exempel utsläpp under produktion av bränslet eller transportmedlet. År 2018 utvecklades och uppdaterades verktyget med en omfattande omgörning av bland annat kategorier och gränssnitt för att bättre beskriva dagens transportsituation. Fler klimatgaser inkluderades (metan och lustgas), utsläppsvärden för framtagande av bränslen togs med. Dessutom togs höghöjdseffekten för flyget med i värdet för klimatpåverkan. Under 2019 och 2020 genomfördes en enklare uppdatering av verktyget. Jämfört med versionerna 2020 och 2021 är kategoriseringarna av reseslag i 2022 års version helt och hållet samma.

I 2022 års verktyg är de flesta utsläppsvärden för vägtrafiken i privat regi ungefär i samma nivå som 2021 års verktyg eller något högre, undantaget är gasbilar och elbilar som ger lägre utsläpp. Jämfört med 2021 så är värdena ca 6–8% lägre, men varierar mellan ca -60 % och ca +45 %. För kollektivtrafikens bussar kan utsläppsvärden förändras mycket mellan två år, vilket speglar de snabba förändringarna i bussflottorna, bränslekombinationer och beläggningsgrad i varje region.

För taxi har värdena generellt ökat något per kilometer, vilket förklaras med en högre andel bensinbilar i flottan. Utsläppen per resa ökar kraftigt vilket förklaras med betydligt längre resor jämfört med tidigare uppgifter. Samtidigt minskar utsläppen per krona räknat, vilket förklaras av högre priser.

För spårbunden trafik ligger utsläppen på samma nivå som året innan. Skillnaderna varierar dock mellan ca +/- 50 %. Förändringarna kan hänföras till förändringar i energianvändning och beläggning för framför allt spårvagnar. Skillnaderna för tunnelbanan är liten och men större för tåg. För flyg är de flesta skillnaderna relativt små utifrån den data som finns i ICAO:s verktyg och räknesätten som togs fram vid förra uppdateringen. Vissa betydande ökningarna sker dock på vissa inrikesresor.

SMED avstår från att ge särskilda rekommendationer för verktygets framtida förbättring och utveckling eftersom Förordningen (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter genomgår en översyn. Naturvårdsverket antar att den nya förordningen kommer att träda ikraft under 2023 och SMED avser att återkomma med förslag på hur verktyget kan utvecklas när den nya förordningen är beslutad.

De uppdateringar som har gjorts i detta arbete bedöms som tillräckliga för att verktyget ska hålla en generellt god kvalitet för att användas för 2021 års resor.

Nyckelord: miljöledning i staten, koldioxidutsläpp, klimatpåverkan, verktyg, tjänsteresor, myndigheter, persontransporter.

Inledning

SMED har på uppdrag av Naturvårdsverket uppdaterat och utvecklat ett Excel-verktyg (Klimatreseverkyget) som kan användas av statliga myndigheter för att beräkna koldioxidutsläpp och klimatpåverkan från tjänsteresor och persontransporter.

Jämförelse av utsläppsvärden från året innan

De uppdaterade värdena för 2022 i verktyget avser oftast 2021 års data (och 2021 års verktyg avsåg 2020 års data osv.), men i flera fall är underlaget äldre då det inte finns nyare motsvarande underlag att tillgå. I dessa fall har inget ändrats. I något enstaka fall kommer informationen från innevarande år (2022).

De flesta av verktygets värden rör vägtrafiken, där emissionsfaktorerna kommer från HBEFA-modellen. Mellan 2021 och 2022 har emissionsfaktorer för vägtrafiken uppdaterades och ligger ungefär i samma nivå för koldioxid. Faktorer som påverkar utsläppen och bränsleförbrukningen är fordonsflottans förändringar ifråga om ålder, storlek, körsträckor för olika fordon och bränslen, samt bioandelen i olika bränslen.

Eftersom det kan vara flera faktorer som samverkar och skapar det slutgiltiga beräknade värdet för koldioxid och särskilt GWP100, kan det vara svårt att direkt säga vad som orsakat en förändring mellan åren. En och samma förändring kan dessutom påverka både uppåt och nedåt. De viktigaste faktorerna tycks dock vara grundemissionsfaktorn av koldioxid per kilometer (som beror på fordonens storlek och körsätt), samt bioandelen i bränslet.

I 2022 års verktyg är de flesta utsläppsvärden för vägtrafiken i privat regi ungefär i samma nivå som 2021 års verktyg eller något högre, undantaget är gasbilar och elbilar som ger lägre utsläpp.

För kollektivtrafikens bussar kan utsläppsvärden förändras mycket mellan två år, vilket speglar de snabba förändringarna i bussflottorna och bränslekombinationer i varje region (kollektivtrafikutövare). Även uppdaterade värden för beläggningen kan påverka betydande. Jämfört med 2021 så är värdena ca 6-8% lägre, men varierar mellan ca -60 % och ca + 45 %. Nya emissionsfaktorer för metan och lustgas från HBEFA-modellen påverkar sällan betydande på de sammanräknande värdena.

För spårbunden trafik ligger utsläppen på samma nivå som året innan. Skillnaderna varierar dock mellan ca +/- 50 %. Förändringarna kan hänföras till förändringar i energianvändning och beläggning för framför allt spårvagnar. Skillnaderna för tunnelbanan är liten och men större för tåg.

För taxi har värdena generellt ökat något per kilometer, vilket förklaras med en högre andel bensinbilar i flottan. Utsläppen per resa ökar kraftigt vilket förklaras med betydligt längre resor jämfört med tidigare uppgifter. Samtidigt minskar utsläppen per krona räknat, vilket förklaras av högre priser.

För flyg är de flesta skillnaderna relativt små utifrån den data som finns i ICAO:s verktyg och räknesätten som togs fram vid förra uppdateringen. Vissa betydande ökning sker dock på vissa inrikesresor.

Bakgrund

I januari 2010 trädde Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter ikraft (Miljöledningsförordningen). Enligt denna ska myndigheter ha ett miljöledningssystem som integrerar miljöhänsyn i myndighetens verksamhet. Det innebär att den miljöpåverkan som myndighetens verksamhet kan ge upphov till ska utredas.

Tre områden är prioriterade i regeringens uppdrag till myndigheterna: Resor, energi och upphandling. Varje år ska myndigheterna redovisa miljöledningsarbetets effekter inom dessa områden enligt Miljöledningsförordningen. För myndigheternas beräkningar av utsläpp av koldioxid i samband med tjänsteresor och övriga transporter tillhandahåller Naturvårdsverket ett beräkningsverktyg innehållande generella värden på emissionsfaktorer för klimatutsläpp.

Ett konsultföretag utformade den första versionen av beräkningsverktyget före 2015. Sedan dess har IVL och SMED utvecklat och uppdaterat verktyget mer eller mindre årligen. Verktyget innefattar numera beräkningar av utsläpp för koldioxid, metan och lustgas, både vid framtagande och energianvändning av bränslet, samt flygets höghöjdseffekt.

Denna rapport omfattar beskrivningar av 2022 års beräkningsverktyg.

Syfte

Detta uppdrag har syftet att uppdatera befintligt verktyg så att det uppfyller två syften:

1. Uppfylla kraven i Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter som rör transporter. Dessa krav finns definierade i Bilagan, Del 2, punkt 1: Tjänsteresor och övriga transporter. Detta görs genom att befintligt beräkningsverktyg som uppdateras, utvecklas och kvalitetssäkras.
2. Kunna användas som ett allmänt verktyg för att bedöma klimatpåverkan från myndighetens transporter genom att de klimatpåverkande ämnena koldioxid, lustgas (N_2O) och metan (CH_4) finns med och även utsläpp under framtagande av bränslet. Dessutom är den så kallade höghöjdseffekten medräknad för flygresor (se förklaring under avsnittet Flyg).

Verktygets användning

Omfattning

Arbetet utgår ifrån befintligt Excel-verktyg som har utvecklats för att möta dagens situation och önskemål från Naturvårdsverket. Förändringarna mellan de uppdaterade faktorerna och de tidigare har också analyserats och kommenterats. Uppdraget är begränsat till att omfatta persontransporter för anställda på svenska statliga myndigheter för trafikslagen väg (personbilar, lastbilar, buss, taxi), spårtrafik, båt och flyg. Mobila maskiner ingår också i verktyget. Ingen beräkning finns med för biogen koldioxid, däremot den fossila koldioxiden som släpps ut under framtagande av biobränslen.

Ur ett livscykelperspektiv kan utsläpp relaterat till en transport betraktas på olika sätt och delas in i åtminstone i fem olika skeden. Dessa är:

1. Utsläpp under själva transporten ("Tank to wheel")
2. Utsläpp under framtagande av bränslet ("Well to Tank")
3. Utsläpp under produktion av transportmedlet (fordonet)
4. Utsläpp under byggande och underhåll av anläggningen som transportmedlet använder
5. Avfallshantering av ovanstående (punkt 3-4)

I denna utredning har utsläppen under punkt 1 och 2 analyserats och beräknats. Att beräkna punkt 3-5 är mycket komplicerat och omfattas inte av verktyget.

Eftersom 100 % biogent bränsle inte släpper ut fossil koldioxid när det används, så blir koldioxidutsläppet noll under transport, däremot kan metan och lustgas emitteras under bränsleanvändningen och räknas in för att få fram det totala värdet för klimatpåverkan. Fossil koldioxid och andra klimatgaser (metan, lustgas) släpps också ut under framtagandet av bränslet vilket också adderas till det totala klimatpåverkande värdet. Detta gör att även ett 100 % biogent bränsle kan få betydande klimatpåverkan. Även produktion och distribution av el ingår i beräkningarna för de fordon som är helt eller delvis eldrivna. Verktyget har fem valmöjligheter för "elmixen", vilka är baserade på elmarknaden, den geografiska avgränsningen för elproduktionen, kopplingar i elnätet och vilka energikällor som har använts.

Årets uppdrag är begränsat till en översyn av befintliga emissionsfaktorer och uppdatering av de som är mest relevanta att uppdatera, vilket framförallt är vägtrafiken.

Bränsleinformation har också setts över och uppdateras särskilt med avseende på andelar biobränsle, med underlag från bland annat Energimyndigheten och Trafikverket. För busstrafik och taxi har det också gjorts en ny informationsinsamling och olika värden har uppdaterats där bättre och nyare information finns att tillgå.

För flyg utvecklades kategorierna under uppdateringen 2020, men i denna uppdatering har ingen mer utveckling genomförts, se vidare avsnittet om flyg. För sjöfart har inga uppdateringar gjorts med 2021 års data, dessa är alltså helt oförändrade sedan förra årets

verktyg. För spårvägar och tunnelbana har uppgifter över elförbrukning och passagerarkilometrar uppdaterats. Uppgifterna är hämtade från SLL¹, Västtrafik och Östgötatrafiken. För tåg har några justeringar gjorts 2021 med information från SJ. Utsläppsvärden för bränsleframtagning har inte uppdaterats efter överenskommelse. Inget allmänt utvecklingsarbete av reseslagskategoriseringen innefattades och värdena för arbetsmaskiner har inte att uppdateras (men kan påverkas ändå till följd av förändrad bränslemix).

Användarinstruktioner

Verktyget består av en Excelfil med tre flikar tillgängliga för användaren. Den första är en flik med allmän information om verktyget. I den andra fliken *Inmatning och summering* räknas de totala koldioxidutsläppen ut enligt instruktioner i nämnd Förordning efter att användaren matat in information om sina resor på samma flik. Den tredje fliken kan också användas som inmatningsflik om användaren har specifik information om personbilsresor, som innefattar bränsleförbrukningen, den totala sträckan och fullständiga emissionsfaktorer för klimatutsläppen. Har inte användaren komplett information om detta så rekommenderas att inmatningssättet inte används.

Den information som användaren har ska matas in i korrekt cell (ljusröda fält). Den totala klimatpåverkan uttrycks i koldioxidekvivalenter som GWP100 (100-årig tidshorisont) samt summan av utsläppet i kg koldioxid från transportens energianvändning, vilket beräknas automatiskt i angivna kolumner.

¹ SLL = Region Stockholm (tidigare Stockholms Läns Landsting)

Metod

Allmänt

Uppdateringen av verktyget utgår dels ifrån de krav som finns beskrivna i vad myndigheterna ska rapportera i bilaga 3, Bilagan till miljöledningsförordningen, del 2, avsnitt 1 Tjänsteresor och övriga transporter (Förordning (2009:907), 2009), dels ifrån Naturvårdsverkets önskemål gällande kompletteringar med klimatgaser och utsläpp under bränsleframtagande samt en kategorisering som är anpassad till dagens transportsystem.

Analysen av befintliga värden baseras i stor utsträckning på den samlade kompetensen och erfarenheten på IVL inom området emissions- och bränsleförbrukningsfaktorer och miljö- och klimatkalkyler för transporter. Principen för översynen var att utgå ifrån de vanligaste och mest relevanta resesätten och som används i tjänsten. För denna uppdatering, 2022, har uppdraget omfattat som beskrivs tidigare och principen har varit att samla in motsvarande information och indata i den mån nyare och/eller bättre data finns att tillgå. Under uppdateringsarbetet har ett stort antal informationskällor för beräkning av emissionsfaktorer använts, varifrån en betydande del av dataunderlaget hämtats.

Samtliga värden representerar utsläpp av växthusgaser dels under framtagande av bränslet ("Well to Tank"), dels från avgasröret ("Tank to Wheel"), som är beräknade oberoende av varandra. Generella beräkningsprinciper utgår ifrån bästa och kända tillgängliga grundinformation rörande bränsleförbrukning, bränsle – och teknikslag, energi- och kolinnehåll i bränslen, beläggningsgrad (antal personer per fordon), uppgifter om personkilometrar och officiella emissionsfaktorer, eller från "färdiga" värden som beräknats och levererats direkt från myndigheter, organisationer, forskare eller företag.

Ungefär 30 % av tjänsterna på statliga myndigheter i Sverige finns i Stockholm, varför det är ett visst fokus på transportslag och dataunderlag i Stockholmsområdet, men verktyget är avsett att kunna användas i hela landet.

Framtagande av bränslen (flytande och gas)

För utsläpp som sker i alla faser under framtagande av bränslet så har IVL:s kompetens inom livscykelanalys (LCA) utnyttjats. Dataunderlaget för dessa beräkningar är valt med avsikt att representera de riktlinjer som sätts i EU:s förnybarhetsdirektiv (EU, 2009) (EU, 2018) och är således baserad på EU JRC²s beräkningar av "Well-to-tank" för olika bränslen. Detta innebär att utsläpp under alla steg från energikällan till distributionen av bränslet räknas in. I de fall där ett bränsle består av flera olika råvaruströmmar, som är fallet för exempelvis HVO, har respektive råvaruström viktats utifrån Energimyndighetens statistik 2017 (Energimyndigheten, 2018) (JRC, 2014) (Miljöfaktaboken, 2011).

² Joint Research Centre; the European Commission's science and knowledge service.

Elleverans

Framdrivning med el

För flera transportslag används el för framdrivningen, vilket gäller helt och hållet för all spårtrafik, elbilar, elbussar och tvåhjuliga elfordon, och delvis för laddhybrider som kan vara personbilar, bussar eller taxi.

Allmänt om emissionsfaktorer för elkraft

För emissionsfaktorer för el finns olika alternativ som kan användas som ger olika svar beroende på ”resonemang”. Resonemangen skiljer sig beroende på om man anser att elen ska beräknas ur ett livscykelperspektiv (LCA) eller inte, samt vilket geografiskt område som ska omfattas gällande elproduktionen. Den senare aspekten finns med eftersom elkraftsystemen är sammankopplade mellan länder, framförallt mellan de nordiska länderna (kopplingar finns även med Tyskland, Polen och övriga Europa).

Verktyget tar inte ställning till vilket resonemang som ska väljas för beräkning av elproduktion, har innehåller istället valmöjligheten att välja mellan fem olika ”elmixar” bedömts som relevanta.

Dessa är

1. EU28-elmix
2. Nordisk elmix
3. Svensk elmix
4. Förnybar elmix
5. SJ Förnybar elmix (ej LCA-värde)

Emissionsfaktorer för el är beräknad baserad på nationell statistik för olika energislags marknadsandelar på respektive marknad, Sverige/Norden/EU. De länder som ingår i den ”nordiska” marknaden är valda i enlighet med energimarknaden Nordpools. Utsläppen från elenergin är beräknad utifrån var den levererade elen är producerad, och är representativ för 2014-2020 (Energimyndigheten, 2018) (JRC, 2014) (Miljöfaktaboken, 2011) (Nord Pool, 2018), (GaBi-Modellen). ”SJ Förnybar elmix” är ett beräkningssätt enligt standarden EN 16258 (European Committee For Standardization , 2012) som enbart inkluderar utsläpp under driften av kraftverket som genererar förnybar el, (förluster i nätet av motsvarande elmängd är också medräknat). Värdet inkluderar enbart koldioxid.

De elmixar som fanns i 2021 års version av verktyget har inte uppdaterats 2022 efter överenskommelse med Naturvårdsverket. Det bedöms som rimligt att uppdatera dessa i framtiden med några års mellanrum.

Vägtrafik

Bränslen

Emissionsfaktorer för vägfordon har uppdaterats med nya värden från HBEFA-modellen (INFRAS, 2022). Den svenska versionen av HBEFA-modellen drivs och uppdateras av IVL på uppdrag av Trafikverket och nuvarande modell är uppdaterad med 2021 års data från Fordonsregistret och Trafikanalys.

Alla vägfordonskategorier har uppdaterats med nya emissionsfaktorer och bränsleförbrukning för olika vägfordon. Värden för andelar för körning med el, elanvändningen och bränsleblandningar har också uppdaterats (INFRAS, 2022) (Energimyndigheten, 2022). Underlaget för sammansättningen av olika komponenter i bränsleprodukterna, har tagits från Energimyndighetens officiella statistik för 2021 (Energimyndigheten, 2022).

- Andelen eldrift för laddhybrider är 48,6 %
- Andelen biogas i gas till fordon är totalt 98 %
- Andelen inblandning av FAME och HVO i Diesel MK1 är 5,4 % respektive 21,2 %
- Andelen biokomponenter i bensin är 7,3 %
- Andelen biokomponenter i E85 är 80 %

Både lätta och tunga fordons utsläpp har uppdaterats. Även bussar och taxi påverkas av dessa förändringar.

För bränsleprodukten *fordonsgas* har ansatts att fördelningen är 85 % biogas och 15 % naturgas. Detta är baserat på Energimyndighetens uppgift att den totala fördelningen för gas till vägtransportsektorn är ca 98 % biogas (men då säljs en del som ren biogas), och att leverantörerna garanterar bioandelen i fordonsgasen vara minst 70 % och upp till 100 % (Taxi Stockholm AB, 2022) (Energimyndigheten, 2022).

HVO har antagits ha samma utsläpp av metan och lustgas under transport som fossil diesel eftersom de anses kemiskt mycket lika.

Drivmedelsåtgång

Verktyget avser att kunna användas för olika typer av vägtransporter (och arbetsmaskiner) och beroende på vilken typ av information som användaren har. Har användaren åkt/kört personbil och inte har uppgifter på körsträckan, men däremot hur stor bränsleförbrukningen var (till exempel från tankningskvittot) så fyller man i under rubriken *Bränsleförbrukning, personbil*. Utsläppen från bränsleförbrukningen finns för dels personbil, dels arbetsmaskiner, och värdena är baserade på beräkningar av bränslets sammansättning, och kända uppgifter om olika rena bränslens densitet och kolinnehåll per kg (Energimyndigheten, 2022) (SPBI, 2019).

Kategorierna utgår ifrån tankning av bränslen och speglar således de vanligaste bränsleprodukterna på marknaden för vägfordon och arbetsmaskiner (fordon som användaren inte använder kollektivt och alltså tankar själv).

Fordonskilometrar

Under rubriken *Väg Körsträcka Personbil och egen buss* fyller användaren i om den åkt med en personbil, egen ägd eller abonnerad buss, lastbil, motorcykel eller moped om körsträckan är känd, vilket borde vara det vanligaste fallet eftersom körsträckan mellan två platser idag lätt kan erhållas genom att använda till exempel en interaktiv karta på internet.

Kategoriseringen utgår primärt inte från bränslet utan från fordonstypen, även om bränslet (eller kombinationer av bränslen) starkt påverkar kategoriseringen av fordon. Det bör även nämnas att kategoriseringen snarare utgår ifrån det användaren vet eller lätt kan bedöma, än hur den ”borde” vara baserat på storleken på olika fordons utsläpp. Av det skälet har inte verktyget kategorier som skiljer på fordonets storlek, motoreffekt, årsmodeller, euroklasser eller liknande, utan sammanvägda kategorier av Sveriges fordonsflotta (med antaganden i vissa fall).

Utsläppen från en transport är huvudsakligen beräknade utifrån emissionsfaktorer och bränsleförbrukning från HBEFA- modellen, som har viktats till ett värde utifrån bränslesammansättningar enligt Energimyndighetens uppgifter. Energianvändningen, fordonsslagsfördelningen med avseende på ålder, körsträckamed mera, har också hämtats från den uppdaterade HBEFA-modellen (INFRAS, 2022).

För fordon som använder flera olika bränslen så har vissa antaganden behövts göras. För bifuel-fordon gas/bensin har ansatts att 95 % av sträckan körs på gas och 5 % på bensin. För att beräkna den fossila andelen i körning med flexi- fuel E85-/ bensinfordon utgår beräkningarna ifrån Energimyndighetens uppgifter i kombination med koldioxidemissionsfaktorer från HBEFA-modellen, som anger 10,4 % E85- drift och 89,6 % bensindrif (INFRAS, 2022).

Taxi

Utsläppen som en taxiresa orsakar har beräknats med samma principer och underlagsdata som för personbilar. Emissionsfaktorerna och bränsleanvändningen under framdrivning är tagna från HBEFA-modellen. Utsläppens storlek beror också på taxiflottans sammansättning, som skiljer sig i olika delar av landet.

Efter en taxiresa så kan användaren ha tillgång till olika typer av information, antingen ett kvitto med kostnaden eller att körsträckan är känd. Det kan också vara så att personen har genomfört många taxiresor utan ytterligare information, och då enbart känner till ”antalet resor”. Av dessa skäl kan användaren lägga in sina resor på tre olika sätt: kilometrar, kostnaden eller antalet resor.

För att beräkna utsläppen från en taxiresa generellt, då kunden normalt inte känner till fordonstypen eller bränslet, så behövs underlagsdata om taxiflottans sammansättning med avseende på ålder (euroklass) och bränslesammansättning. Uppgifter om den svenska taxiflottans sammansättning med avseende på bränsleteknik har uppdaterats från Svenska Taxiförbundet och Taxi Stockholm och skiljer på taxi i Stockholm och i hela Sverige generellt (Taxi Stockholm AB, 2022) (Svenska Taxiförbundet, 2022).

Information om hela Sveriges taxiflottas ålder och bränsleteknik tillsammans har inhämtats från Svenska Taxiförbundet publikation *Branschläget 2022* (Svenska Taxiförbundet, 2022). Fordonens registreringsår har översatts till euroklass för att kunna vikta fram emissionsfaktorer för hela taxiflottan. Därefter har taxiflottan viktats ihop till ett värde utifrån euroklass- och bränsletekniksammansättningen. Ytterligare en viktning har gjorts för att separera fram två serier av värden; en för Stockholm och en för Sverige generellt. Stockholmsflottan är något renare än Sverige totalt, användaren får göra en egen bedömning vilken som bör väljas beroende på var taxiresan har ägt rum.

Transportstyrelsen har uppgifter på hur mycket en taxiresa generellt kostar i Sverige (491 kr för 2021 (Transportstyrelsen, 2022) och en kostnad finns för Stockholm (Taxi Stockholm AB, 2022) (675 kr). Svenska Taxiförbundet och Taxi Stockholm har uppgifter om hur lång en taxiresa generellt är i Sverige. För att beräkna sträckan utifrån kostnaden så har medelkostnaderna dividerats med medelsträckan (25- 42 kr/km för att åka taxi). För taxi i Stockholm har värdet på medelresans längd och pris uppdaterats, med uppgifter från Taxi Stockholm AB (Taxi Stockholm AB, 2022).

Laddhybridernas elandel för taxi har ansatts till 60% vilket är högre än den generella andelen för laddhybrider (48,6 %). Antagandet bedöms som rimligt eftersom taxi kör mer i stadsmiljö där elandelen av körsträckan är högre (baserat på värden från HBEFA-modellen) (INFRAS, 2022).

För att beräkningen av klimatpåverkan ska bli så tillförlitlig som möjligt rekommenderas att användaren i första hand använder den faktiska körsträckan, i andra hand resans pris och i tredje hand antalet resor. Att göra beräkningen utifrån antalet resor är naturligtvis mycket osäkert och denna kategori rekommenderas att inte användas om bättre information finns.

Bussar i kollektivtrafik

Bussar avser här både ”stadsbussar” (kollektivtrafikens lokalbussar), och ”långfärdsbussar” vilka kan beskrivas som bussar som färdas längre sträckor, typiskt mellan städer och regioner, men även inom städer. De två busstypernas karaktär skiljer sig i fysisk utformning och beläggning och därmed energianvändning, även teknik och bränsle kan skilja sig åt. Utöver dessa faktorer skiljer sig ofta bussarnas generella körmönster och resornas avstånd till följd av deras olika transportuppdrag.

Stadsbussarna har kategoriserats utifrån två olika perspektiv; bränslet och var i Sverige man har gjort resan. Kategoriseringen av stadsbussar i Sverige utgår ifrån de ganska skilda förutsättningarna som gäller mellan att åka stadsbuss i olika städer och län. Uppgifter om beläggning för bussar (antal personer per buss) och andelen körsträcka på förnybara bränslen i busstrafiken har använts och är uppdelat på olika län i Sverige. Den specifika informationen om beläggning och bränsle för varje län kommer från Trafikanalys (Trafikanalys, 2022) (Svensk Kollektivtrafik, 2022). För emissionsfaktorerna har HBEFA-modellen använts, vars faktorer har viktats ihop till ett fåtal busskategorier i flera steg baserat på den nationella fördelningen. Känner användaren till bussbränslet så rekommenderas den att i första hand använda en bränslekategori.

Kategori Långfärdsbuss (eng. *Coach*) körs mest av resebolag eller privat regi, men denna busstyp förekommer även i den offentliga kollektivtrafiken. För de som körs i privat regi antas alla drivas av diesel (dvs. med den nationella inblandningen av biobränslen). Det finns även en kategori som heter *Kollektivtrafik buss (Långfärdsbuss biodiesel 100%)* som kan användas om man har åkt en långfärdsbussliknande busstyp och det är känt att det är 100 % biobränsle i tanken, till exempel det som bolaget Flygbussarna kör (Flygbussarna, 2019). Typiskt för långfärdsbussar är att de saknar eller har mycket få ståplatser, inte är långa (ej med dragspel) och har färre än ca 50–60 sittplatser. Drivs bussen av något annat bränsle än diesel eller biodiesel så ska någon av stadsbusskategorierna användas istället.

Värdena för bussar bedöms som relativt säkra till följd av tillförlitligt dataunderlag om bränslesammansättning och beläggning, om än mycket generella och representerar inte en enskild bussresa utan vad hela ”bussystemet” har för klimatpåverkan. Värdena för bränslekategorierna är betydligt säkrare än för de geografiska kategorierna.

Verktyget har uppdaterats 2022 med nya emissionsfaktorer från HBEFA-modellen, där samma uppdateringar som gjorts för privat vägtrafik också har gjorts för bussar. Beläggningen per län i Sverige har uppdaterats med data från Trafikanalys (Trafikanalys, 2022). Uppgifter om bränslefördelning i kollektivtrafikbussar och energianvändning per fordonskilometer har uppdaterats med uppgifter från Frida-databasen dit kollektivtrafikaktörerna rapporterar in information (Svensk Kollektivtrafik, 2022), samt särskilda data från Stockholm Trafikförvaltning (SLL, 2022).

Spårtrafik

Tåg

Med tåg avses här allmän kollektivtrafik som går på järnväg och skiljer sig från spårväg och tunnelbana både tekniskt och juridiskt och omfattar således inte dessa trafikslag. Järnvägen i Sverige är statligt ägd men trafiken drivs av flera olika trafik huvudmän och operatörer. Beräkningarna i denna utredning är främst baserade på de större tågaktörerna framförallt SJ, Öresundståg, Västtrafik och Region Stockholm.

Tåg kan grovt delas in i lokaltåg, pendeltåg, regionaltåg, och fjärrtåg (ingen officiell terminologi) utifrån linjernas geografiska sträckningar och avsedda regioner att försörja med kollektivtrafiktjänster. Med lokaltåg menas här främst Roslagsbanan och Saltsjöbanan i Stockholmsområdet, vilka liknar spårvägar till sin tekniska karaktär och resandemönster, och har därmed sorterats in under denna kategori. Därför finns ingen kategori i verktyget som heter lokaltåg.

Pendeltåg är de tåg som huvudsakligen trafikerar ett storstadsområde och dess närmaste omgivning. Regionaltåg är tåg som trafikerar ett större område än pendeltåg (typiskt hela regioner) och används ofta av arbetspendlare som har långt till arbetet. Med fjärrtåg räknas långdistanståg där linjerna går mellan de största städerna eller ”korsar landet” samt trafikerar Norrland (även som nattåg). Tågtyperna för fjärrtåg är snabbtåg (X2000, SJ3000) eller tågekipage med lok och vagnar, så kallade Lok- och vagnståg (med eller utan

sovvagn). Fjärrtåg i Sverige drivs huvudsakligen av SJ, men även av MTR Express mellan Göteborg och Stockholm och andra aktörer.

Information om energianvändning per km och passagerarbeläggning, för olika typer av regionaltåg och fjärrtåg, har inhämtats från kontakt med SJ (Lindblom, 2022) (Melkersson, 2020). Informationen har givits i nio kategorier och har här förenklats till följande; Pendeltåg, Regionaltåg, Snabbtåg, Lok- och vagnståg och Lok- och vagnståg med sovvagn, baserat på hur vanliga olika vagnstyper är, trafikarbetet samt syftet med verktyget.

För pendeltågen har utredningen utgått ifrån de tre storstadsområdena Stockholm, Göteborg och Malmö, där information om energianvändning, passagerarkilometer och beläggning har inhämtats. Beläggningen för pendeltåg räknat per stol är ansatt till ca 35 % på pendeltåg (Lindblom, 2022) (SLL, 2022) (Svensk Kollektivtrafik, 2022). Beläggningssiffran på pendeltåg är emellertid inte tillförlitlig eftersom det är många stående i en normalsituation, särskilt i rusningstider. För Göteborg finns beräknade totalt antal passagerarkilometrar och total energianvändning för tåg (som dock även inkluderar Regionaltåg). Generella data om energianvändning per passagerarkilometer har därför använts för pendeltåg.

Beräknat som kWh/ personkilometer skiljer sig värdena ca 50 % mellan olika källor och beräkningsmetoder, vilket gör att detta värde får betraktas som mycket osäkert. Av det skälet har det tagits ett medelvärde av tre framräknade värden som får representera hela Sveriges pendeltåg, med vetskapen att tyngdpunkten ligger på Stockholm- och Göteborgsområdet. (Stockholm har mest nyare tåg (X12), Göteborg och Malmö fler gamla (X11), men dessa är likvärdiga ifråga om energieffektivitet) (Lindblom, 2022) (SJ, 2018) (Melkersson, 2020).

Regionaltågens energianvändning per passagerarkilometer har beräknats utifrån SJ:s data på fyra olika regionaltågtyper med en uppskattad stolsbeläggning på 50 %. Värdet som kWh/ passagerarkilometer för Regionaltåg är beräknat som ett medelvärde av dessa fyra värdena och bedöms som något säkrare än pendeltåg, men ändå relativt osäkert (Lindblom, 2022) (Melkersson, 2020).

Lok- och vagnståg är idag sällsynta i Sverige (2020) men sträckan Stockholm- Uppsala trafikeras intensivt av sådana och har utifrån verktygets syfte bedömts som viktig att ha med. Lok- och vagnståg med sovvagn bör vara med för att beskriva längre tågresor mot Norrland som till stor del körs med sådana tågekipage. För dessa två tågtyper har specifika värden för energianvändning och beläggning erhållits från SJ. För beläggningen på Lok- och vagnståg saknas uppgifter och dessa har antagits grundat på annan information, och det framräknade värdet bedöms som mycket osäkert (Melkersson, 2020).

Värden för energianvändningen per personkilometer för *Hela flottan* och *Snabbtåg* (X2000, SJ3000) har erhållits från SJ vid uppdateringen år 2021 (Lindblom, 2022). Värden för pendeltåg i Storstockholmsområdet uppdaterades år 2022 med avseende på nya data om personkilometer och energianvändning (SLL, 2022) (Trafikanalys, 2022).

Osäkerheterna är stora för tåg och underlag för beläggning av personer uppdelat per tågtyp är särskilt svårt att få fram, detsamma gäller elenergianvändning för tågtrafik.

Datainsamling försvåras på grund av att det idag finns många olika trafikhuvudmän och operatörer, begreppsförvirring om tågtyper, och att data ofta blandas mellan olika tågtyper och inte går att separera. Skillnaderna i energianvändning per sittplats eller fordonsslag är dock vanskliga mått för tåg. De olika tågen har olika trafikupdrag, tågen varierar med avseende på utrymme mellan sätena, toaletter, golvyta och serveringsutrymmen.

Enligt SJ hade hela deras flotta en energianvändning på 0,125 kWh/ personkilometer år (Lindblom, 2022). Värdet har dock tveksam relevans för sammanhanget med detta verktyg och inkluderar inga pendeltåg. Det som ger mest utslag för energianvändningen per person för olika tåg beror mer av hastighet och antal stopp än tågtypen. En tågtyp som flyttas till att trafikera en annan linje kan få radikalt ökad eller minskat energianvändning per personkilometer, varför tågtypen kan vara en vanskelig indelning (Melkersson, 2020).

Relationen mellan SJ:s givna värden för energianvändning per personkilometer år 2022, har trots detta använts för att justera värdena för övriga tågtyper för pandemieffekten år 2021 (om inte specifika värden har varit tillgängliga). Energianvändningen per personkilometer har därmed multiplicerats med relationen 1,03 för Pendeltåg Göteborg-Malmö, Regionaltåg samt Lok- och vagntåg. Denna faktor för pandemieffekt har vi låtit ligga kvar även under denna uppdatering år 2022 (resor under år 2021), dock är den nästan helt borta (enbart 3%, vilket innebär att den nästan är tillbaka på år 2019 års värden).

Spårvagn

Spårvagnar är eldrivna fordon som går på spårvägar. Som en del av allmänna kollektivtrafiksystem finns spårvägar i Sverige enbart i Stockholm, Göteborg och Norrköping. I kategoriseringen i verktyget särskiljs de tre städernas spårvägar, dels för att de är tre helt separata system med tillförlitligt dataunderlag för varje, dels för att energianvändningen tenderar att vara ganska olika.

Verktyget har uppdaterats 2022 med avseende på nya data om personkilometer och energianvändning för spårvägar i Storstockholmsområdet. Uppdelning för personkilometrar utgår ifrån en indelning på tunnelbana, pendeltåg och lokalbanor, för energianvändningen finns information specificerad på varje spårssystem för sig (SLL, 2022). Observera att Roslagsbanan och Saltsjöbanan har lagts inom kategorin Spårväg Stockholm trots att de formellt sett är järnvägar.

Verktyget har också uppdaterats 2021 med avseende på nya data om personkilometer och energianvändning för spårvägarna i Göteborg och Norrköping (Trafikanalys, 2022) (Östgötatrafiken, 2022).

Tunnelbana

Tunnelbana är en särskild typ av spårtrafik som formellt sett skiljer sig från järnväg och spårväg. Framdrivning av tunnelbanevagnarna sker med el som (i Sverige) matas via en strömskena förlagd i markhöjd bredvid rälsen. I Sverige finns enbart ett tunnelbanesystem (2022), i Stockholm. Tunnelbanan är emellertid ett centralt och kapacitetsstarkt transportsystem i Stockholmsområdet där det ligger många statliga myndigheter, varför det är viktigt att denna finns med som en egen kategori i verktyget. Information om

energianvändning och passagerarkilometrar har erhållits från SLL. Verktuget har uppdaterats med avseende på nya data om personkilometer och energianvändning 2022 för tunnelbana i Storstockholmsområdet. Data bedöms ha hög tillförlitlighet (SLL, 2022).

Sjötransport

Allmänt

Med sjötransport menas här resor som utförs kollektivt på vatten, resor som utförs med privata båtar på vatten finns inte med i verktuget. Med färjor avses här dels färjor som trafikerar Sverige och som tar med passagerare till och från Sveriges grannländer dels i inrikes trafik mellan exempelvis Gotland och fastlandet. Med skärgårdsfärjor menas de färjor som utför transporter inom regionerna så som pendling ut till öar i framförallt Göteborgs- och Stockholms skärgård som del av kollektivtrafiksystemen.

Vägfärjor som färjerederiet driver inom ramen för Trafikverkets uppdrag finns inte med i verktuget. Den förhållandevis mycket låga andel färjetransporter som utförs av ej subventionerad inrikes färjetrafik så som guidade turer eller turbåtar finns inte heller med i verktuget.

Energi- och utsläppsprestanda skiljer sig markant mellan olika fartyg och transportupplägg, men också baserat på hur fartygen opereras (hastighet och fyllnadsgrad etc.). Beräkningarna i detta verktuget är inriktade på resor som utförs i tjänsten.

I huvudsak antas färjetrafiken använda marin gasolja som uppfyller kraven inom SECA-området på max 0,1 % svavel och är 100 % fossil komponent. För färjor som verkar som en del av kollektivtrafiksystemen används i huvudsak dieselbränsle av miljöklass 1 (samma som vägtrafiken), med inblandning av biobränsle (Svensk Kollektivtrafik, 2022) (SLL, 2021). Även el är på väg att introduceras i systemet även om andelen fortfarande är relativt liten.

Emissionsfaktorer för metangas och lustgas är taget för respektive motortyper (Cooper & Gustafsson, 2004).

Färjor i utrikes trafik

Analysen för de vanligast förekommande tjänsteresorna med färjor har utgått ifrån tillgänglig statistik på utförda transporter till och från Sverige. Denna statistik har utgjort grunden för kategoriseringen. Merparten av statistiken kommer från Trafikanalys datasammanställningar (Trafikanalys, 2021).

I tillägg till den rena passagerartransporten sker även en stor andel av färjetransporterna med att passagerare tar med en bil på färjan. Därför har utsläppen för passagerare respektive passagerare med bil sammanställts och redovisas separat för varje kategori (förutom för kollektivtrafikfärjor som inte transporterar bilar).

Inom färjetransporter av passagerare i utrikestrafik står följande linjer och orter för ca 66 % av utrikes avgångar och passagerarantalet (Trafikanalys, 2021).

- Helsingborg - Helsingör

- Stockholm - Åbo
- Stockholm - Helsingfors
- Stockholm - Mariehamn
- Ystad - Rönne
- Göteborg - Fredrikshamn
- Trelleborg – Rostock

De kategorier av utrikesfärjor som analyserats har därför utgått från trafik på ovanstående linjer. Men då relationen Stockholm-Åbo inte enkelt kan skiljas mellan den trafik som med samma färjor också trafikerar Finland så finns bara en kategori som sammanfattar all trafik mellan Stockholmsregionen och Finland. De svenska hamnar som ingår i ovan listade relationer representerar också sju av de tio största hamnarna i Sverige mätt i antalet passagerare (Trafikanalys, 2021).

Utgångspunkten för beräkningarna har varit att utgå ifrån hur transportarbetet utförs. Sammanställningar över vilka rederier som trafikerar respektive sträckor samt deras tidtabeller och fartygsinformation inhämtades från respektive rederiers hemsidor. I vissa fall har även andra källor som listar data om linjer, fartyg, deras konfiguration och installerad motoreffekt använts (Marine Traffic, 2018) (Fakta om fartyg, 2018) (Direct Ferries, 2018).

För respektive relation/linje har därefter de fartyg som i dagsläget, i huvudsak, trafikerar linjen vägts samman till en kategori som representerar linjen. Men det bör noteras att trafiken mycket väl kan ändra sin prestanda markant ifall exempelvis nytt tonnage sätts in eller om farten förändras markant på linjen. För färjetrafik, som inte utförs på de respektive analyserade linjesträckningarna föreslås kategorin *Övriga färjor utrikes*, som helt enkelt är en sammanvägning av de fem redovisade linjesträckningarna i utrikes trafik samt Gotlandstrafiken.

Färjor i inrikes trafik

För inrikes färjetrafik, som inte härrör till kollektivtrafik är Gotlandstrafiken helt dominerande. Denna har därför blivit en egen kategori där de två större snabbfärjorna som utför merparten av transportarbetet fått stå modell för kategorin. Information hämtades från rederiets hemsida kring fartyg samt årsredovisning angående trafikdata (Gotlandsbolaget, 2020) (Destination Gotland, 2020).

Beräkningsmetodik för utrikes och inrikes trafik

De färjor som utför merparten av transportarbetet har analyserats och vägts samman inom respektive kategori. Analysen har utgått från att total förbrukning för drift av fartyget inklusive förbrukning av energi till el och uppvärmning motsvarar att 85 % av den installerade huvudmaskineffekten. Den används om båten framförs i den fart den är utformat för över tid (design speed). Hastigheten som respektive fartyg i snitt framförs med på linjen har skattats genom att tidtabeller studerats och matchats mot den distans som avverkas. Förbrukningen per sträcka har sedan reducerats med kvoten för snittfart delat på designfart i kvadrat.

Som specifik förbrukning för motortyperna har vanligt förekommande verkningsgrad antagits. Den totala förbrukningen har sedan allokerats till den mängd passagerare respektive gods som i genomsnitt medföljer baserat på areametoden enligt ISO-standard EN 16258:2012 (European Committee for Standardization, 2012). Detta genom att sprängskisser eller ritningar av de fartyg där sådant varit tillgängligt analyserats och den totala andelen däcksyta tillgängligt för passagerare respektive gods uppskattats.

Förbrukning respektive emissioner har sedan allokerats på passagerare respektive gods i förhållande till andelen tillgänglig däcksyta för respektive kategori.

Av de sammantaget 19 färjorna som analyserats har användbara ritningar/ illustrationer funnits för merparten. Det är viktigt att notera att det inte finns någon enhetlig och samtidigt rättvisande metod för allokering av energi eller emissioner mellan passagerare och gods som fraktas med färjor. Metoden har valts då den är relativt enkel att använda och samtidigt kan anses som mer rättvisande än andra standardiserade metoder. I genomsnitt för samtliga analyserade färjor har 57 % av energi- och emissioner allokerats till passagerare och resterande 43 % till personbilar och gods. Dessa värden har sedan justerats i årets version av verktyget, se vidare avsnitt *Justeringar av båttrafiken för år 2020 (pandemiåret)*.

Fyllnadsgraden för gods respektive passagerare har beräknats baserat på förhållandet mellan vad som rapporterats ha transporterats på respektive linje, och vad respektive fartygs kapacitet hade kunnat transportera på det totala antalet avgångar under 2017 (Trafikanalys, 2017).

Respektive antal rapporterade fordon och godsvikter har omräknats till ”lanemeter” (fordonsfilmer av bredd tyngre fordon så som lastbilar) med uppskattade standardlängder. Respektive fartygs kapacitet har hämtats från rederiernas hemsidor eller om uppgifter saknats från informationskällor som nybyggnadsbeskrivningar av fartygen i fackpress. De beräknade fyllnadsgraderna var i genomsnitt för passagerare 40 % och för godset 39 % (Trafikanalys, 2017). Emissionsfaktorerna uppdaterats inte verktyget i år 2021 då bedömningen är att inga större förändringar skett, och en djupare analys av detta inte ingick i utredningen.

Totalt beräknad bunker (mängd tankat bränsle) per fartyg har också stämts av med erfarenhetsmässig kunskap och med viss i övrigt tillgänglig statistik, och visar att de beräknade bunkermängderna är rimliga. I något fall har den teoretiskt beräknade mängden förbrukad energi bedömts som för hög i jämförelse med erfarenhetsbaserad kunskap, och i dessa fall har beräkningarna justerats efter avstämning med respektive rederi. På samma sätt gjordes rimlighetsbedömningar för beräknade fyllnadsgrader.

Därefter beräknades utsläppen per passagerarkilometer respektive godskilometer med hjälp av emissionsfaktorer för de bränslen som används. Då 65 % av transportarbetet från och med ungefär oktober 2018 på linjen Helsingborg – Helsingör utförs med elektrifierade färjor; har denna kategori justerats för hur trafiken förs från och med hösten 2018. På liknande sätt har den del av Finlandstrafiken som drivs med LNG (100 % fossil) justerats med lägre emissionsfaktor (ForSea, 2018).

För att beräkna den allokerade andelen för en personbil har den fillängd som en personbil använder ombord på fartyget använts vilket blir aningen kortare än bilens längd mätt i standard lanemeter ombord. Detta då det går fler personbilsfiler på samma lastrumsbredd än lanemeters anpassade till lastbilar.

Kollektivtrafikfärjor

För kollektivtrafikfärjor baseras underlag på sammanställningar från Trafikanalys regelbundet gör över regional linjetrafik från samtliga regionala kollektivtrafikmyndigheter. Den visar att kollektivtrafiken i Stockholms- och Västra Götalandsregionen står för 92 % av det totala producerade antalet båt-kilometrar. Dessa två regioner har därför fått representera hela Sveriges kollektivtrafikfärjor. Underlag för dessa två har analyserats och sammanvägts till en typtransport och redovisas som en separat kategori (Trafikanalys, 2022). I Stockholms län drivs kollektivtrafikfärjorna av Stockholms Läns Landsting (SLL) och i Västra Götaland av Västtrafik.

Beräkningsmetodik för kollektivtrafikfärjor baseras på samma principer som för övriga färjor med skillnaden att allokeringssteget inte behövs då dessa enbart medför passagerare. För Stockholms kollektivtrafikfärjor finns givna uppgifter om bränsletyper och energianvändning per personkilometer (SLL, 2021). Motsvarande värden har beräknats från underlag från FRIDA-databasen och Västtrafik (Svensk Kollektivtrafik, 2022). Dessa uppgifter har sedan räknats om till fossil koldioxid med hänsyn till andelarna av biobränsle och eldrift. Underlag för Stockholm och Göteborg har vägts samman till en kategori. Underlag för kollektivtrafikfärjor har uppdaterats år 2021 med avseende på bränslen och personkilometrar.

Justeringar av båttrafiken för år 2020 (pandemiåret)

Trafikförändringarna har för färjetrafiken inom Sverige och i anslutning till våra grannländer varit dramatisk för år 2020 i förhållande till 2019 års trafik. Detta på grund av pandemin som exempelvis i princip helt stoppad passagerartrafiken till Finland. På godssidan har inte skillnaden varit lika dramatisk men det förändrade resmönstret har gjort att turer och linjer förändrats och att vissa fartyg i princip inte seglat alls.

Detta förändrade resmönster, där det tidigare funnits en metodik i dessa sammanställningar för att allokera fartygens emissioner mellan gods och passagerare, har medfört att den uppdelning där en viss andel av emissionerna tillföll passagerarna på vissa sätt blivit svår att tillämpa oförändrad för 2020 års trafik. En fullständig genomlysning med förslag på ny allokering har inte rymts inom uppdraget varför vissa antaganden och en förenklad approach för att beakta förändringen mellan 2019 och 2020 arbetats fram. Detta har skett genom diskussioner internt hos IVL samt med avstämning gentemot uppdragsgivaren.

Den metodik som nu använts för Ropax-färjor³ baseras på att vi utgår från de emissioner som redovisades för 2019 års trafik i verktyget och lägger på en förändringsfaktor för

³ Ropax = av engelskans roll-on/roll-off passenger vessel – roropassagerarfartyg) är en färjeform där ro-ro-fartygets lastkapacitet kombineras med passagerarfärjornas komfort. Sjöfartstidningen 2017.

passagerarna respektive bilarnas emissioner per linje. Förändringsfaktor beräknas med hjälp av den EU-statistik (MRV) som alla fartyg över viss storlek och som trafikerar en europeisk hamn måste redovisa. I MRV-statistiken finns totala koldioxidutsläpp per fartyg samt beräknade utsläpp per transportarbete för gods och för färjor även för passagerare. Vi har då på fartygsnivå för de fartyg som tidigare identifierats trafikera respektive linje undersökt och tagit fram dessa förändringar.

Det material som ligger till grund för justeringsfaktorerna per linje baseras på sammantaget relativt få fartyg (data för 15 -fartyg) och för linjer i vissa fall endast ett fartyg. Detta, tillsammans med att en ny metodik för att uppskatta förändringen mellan 2019 och 2020 använts ger sammantaget att förändringarna mer ska ses som en indikation på vilka nivåer som utsläppen för den mycket speciella tidsperioden kan se ut än att uppfattas som att utsläppen absolut är på denna specifika nivå på respektive linje. Uppskattade värden för 2020 är alltså dessvärre förknippade med större osäkerheter än för tidigare år.

För kollektivtrafikfärjor har det också skett stora förändringar mellan trafiken år 2019 och trafik för år 2020. Trafikanalys redovisar statistik för kollektivtrafik på vatten och den visar att det för år 2020 producerades 53% mer tillgängliga sittplatskilometer under 2020 jämfört med 2019. Samtidigt sjönk utfört transportarbete till 75% år 2020 jämfört med vad transportarbetet 2019 mätt i sittplatskilometer. Sammantaget ger detta att fyllnadsgraden var hälften så stor (9 %) år 2020 jämfört med 2019 (19 %) varför utsläppen per passagerarkilometer fördubblas.

Vi har samtidigt antagit att trafiken haft samma prestanda i form av energianvändning per producerad fartygskilometer och sittplatskilometer under år 2019 och 2018. Detta då vi antagit att i princip samma typ av trafik har upprätthållits för att kunna transportera passagerare under pandemiåret 2020 till och från sina bostäder och arbetsplatser men med minskad risk för trängsel. Utsläppen per passagerarkilometer i kollektivtrafiken på vatten har därmed skett med ungefär dubbelt så stora koldioxidavtryck per transporterad passagerare och passagerarkilometer under 2020 som jämfört med år 2019. Justeringsfaktorerna enligt ovan beskriven metodik presenteras i tabellen nedan:

Tabell 1. Förändringar i utsläppsnivåer för färjor för respektive linje i verktyget.

Sjötransport	Persontransport	Person med bil
Göteborg - Fredrikshamn	104%	-2%
Helsingborg - Helsingör	214%	164%
Ystad - Rönne	23%	-6%
Finlandsfärjor	187%	14%
Trelleborg - Rostock	23%	1%
Övriga färjor utrikes	97%	22%
Gotlandstrafiken	12%	2%
Kollektivtrafik skärgårdsfärjor (inkl Älvsnabben)	104%	

Inga uppdateringar har gjorts för Sjötransporterna under 2022 enligt överenskommelse med Naturvårdsverket.

Arbetsmaskiner

För beräkningar av utsläpp från arbetsmaskiner används den så kallade Arbetsmaskinmodellen som förvaltas och vidareutvecklas av SMED på uppdrag av Naturvårdsverket och används i Sveriges nationella rapportering av utsläpp till luft. Modellen uppdateras regelbundet med nya underlag för flottans sammansättning, emissionsfaktorer från mätningar, bränsleförbrukning etc. Siffrorna för bränsleförbrukning och emissioner har räknats fram från samma modellversion som användes till Sveriges klimatrapportering submission 2019, fast med uppdaterade emissionsfaktorer för metan från nya EMEP/EEA Guidebook 2016 (uppdaterad maj 2017) (EMEP/EEA, 2018) (IVL, 2018). Uppdatering av arbetsmaskinernas emissionsfaktorer ingick inte i uppdraget år 2019, 2020 och 2021.

Inga uppdateringar har gjorts för Arbetsmaskiner under 2022 enligt överenskommelse med Naturvårdsverket.

Flyg

Flygtrafikens bidrag till den globala uppvärmningen i form av strålning drivning är ca 5 % om man tar hänsyn till effekt från kortlivade klimatföroreningar (s.k. SLCP) relaterade till flyget, även så kallade *höghöjdseffekter*. Dessa innefattar utsläpp av vattenånga, sot och andra partiklar, bildning av kondensstrimmor och flyginducerade cirrusmoln samt utsläpp av NO_x som leder till förändringar av halter av ozon och metan i atmosfären (Moldanova et. al. , 2018).

För flyget gjordes förändringar i verktygets kategorier för år 2020 efter att nya kunskaper framkommit om flygets klimatpåverkan och höghöjdsfaktorn. Kategoriseringen innebär att det för utrikesresor finns ett antal typdestinationer som får representera även alla andra destinationer som kunde förknippas med typdestinationerna ifråga om avstånd och geografi. Problemet med denna kategorisering är att utsläppen per personkilometer kan skilja sig avsevärt även mellan två mycket närliggande destinationer (från samma flygplats), då flygplanstypen och den generella beläggningen ofta är mycket viktigare faktorer än avståndet eller geografin.

IVL har haft kontakt med forskare på Chalmers⁴ och en vetenskaplig artikel har publicerats på området under 2020 med särskild relevans (Lee et. al., 2020). I artikeln föreslås en generell global höghöjdsfaktor för flygresor på 1,7 som då skulle vara en sammanvägning av alla flygresor på jorden. Bedömningar utförda av Chalmers visar att den totala klimatpåverkan per personkilometer i princip är oberoende av avståndet då de lägre

⁴ Jörgen Larsson, Forskarassistent, institutionen för rymd-, geo- och miljövetenskap, fysisk resursteori, Chalmers.

koldioxidutsläppen på långa resor kompenseras av att långa resor är förknippade med mer omfattande höghöjdseffekter (Kamb & Larsson, 2020). Samtidigt vet man att det är avsevärda generella skillnader mellan flygresor inom Norden, längre flygresor som till exempel till Sydeuropa och riktigt långa resor som till Asien och Nord- och Sydamerika, båda avseende bränsleförbrukningen per kilometer och höghöjdsfaktorn.

Utmaningen för verktyget är att med relativt få kategorier kunna beräkna så rättvisande totala utsläpp av koldioxid och klimatpåverkan som möjligt, samtidigt som enskilda myndigheter eller personer ska kunna känna att deras egna flygresor får en rättvisande uppskattning. Forskare på Chalmers har utvecklat ett webverktyg, kallat *Flight Emission Map*⁵, som beräknar den totala klimatpåverkan från en tur- och returresa, där koldioxid, andra klimatgaser, höghöjdsfaktorn samt ett påslag på 20% för utsläpp under bränsleframtagning har beräknats med en fast faktor per personkilometer. Denna faktor förändras över tid men för 2022 är den uppskattad till 133 gram koldioxidekvivalenter per personkilometer (economy class)⁶.

Klimatreseverktyget har idag två syften (se kapitel Syfte), dels ska det kunna beräkna både koldioxid vid bränsleanvändningen för att uppfylla kraven i Förordning (2009:907), dels kunna beräkna koldioxidekvivalenter uttryckt som GWP100 inklusive utsläpp under framtagande av bränslet då det även är ett allmänt verktyg för total klimatpåverkan från resor. Att använda den fasta faktorn från Flight Emission Map lämpar sig för det andra syftet, men kan inte användas för att uppfylla förordningens krav då den inte särskiljer på koldioxidutsläppet under flygresan och den totala klimatpåverkan uttryckt som GWP100.

Efter övervägande och diskussion med forskare och Naturvårdsverket så behölls de befintliga kategorierna med typdestinationer i Sverige i årets uppdatering 2022. De utländska typdestinationerna är följande (med emissionsfaktorn för kg CO₂/personkilometer i parentes):

- Inrikes och Norden < 500 km (0,133)
- Inrikes och Norden > 500 km (0,133)
- Europa utanför Norden (0,095)
- Utanför Europa (0,050)

Värdena (inom parenteser) uppskattades utifrån en sammanvägd bedömning från ett antal destinationer som testats från de båda webverktygen ICAO och Flight Emission Map (ICAO, 2022) (Kamb & Larsson, 2020).

Verktyget kompletterades år 2020 med två alternativ där användaren dels kan lägga in antal personkilometrar (med GWP100 på 133 g CO₂e/ personkm), dels kan använda Flight Emission Map direkt och mata in värdet uttryckt i kg CO₂e för hela tur- och returresan. Den totala klimatpåverkan (som har annat syfte) beräknas alltså med samma kilometervärde oavsett destinationer med den fasta faktorn eller självinmatad kg-värde från

⁵ www.flightemissionmap.org

⁶ www.flightemissionmap.org

Flight Emission Map, medan enbart koldioxidutsläppet under själva flygresan beräknas utifrån de allmänna kategorierna och fungerar som uppskattning för att kunna möta kraven i Förordning (2009:907).

För en ambitiös användare som har tid rekommenderas emellertid fortfarande att ICAO:s verktyg⁷ för flygresor används i första hand, då det bedöms ge det mest rättvisande utsläppet för en specifik resa, eftersom den väger in flera faktorer och genererar unika värden beroende på kombinationen av start och destination. Denna kan emellertid inte användas för att beräkna GWP100 eller inklusive utsläpp under bränsleframtagning.

Klimatpåverkan

Det finns en rad mått som används för att bedöma klimatpåvekan från emissioner. Kyoto-protokollet använde *Global Warming Potential* (GWP) med flera tidshorisonter som mått. GWP är ackumulerad strålningsdrivning av en klimatgas normaliserad med ackumulerad RF (Radiative forcing) från samma massa CO₂, båda är ackumulerade under tidshorisonten i fråga. Med tanke på det komplexa förhållandet mellan strålningsdrivning och temperatur för olika strålningsdrivningskomponenter har GWP tidvis varit kritiserat, men den generella acceptansen av måttet och utvecklingen av konceptet gör att den är idag är brett accepterat (Moldanova et. al. , 2018).

Ett alternativt mått för klimatpåverkan är GTP⁸ (H) som motsvarar effekten på temperaturen vid tidshorisonten (år H). Två olika GTP kan användas; temperaturskillnad av emissionspuls visar påverkan av ett års emission på temperatur år H i framtiden, och en annan variant där emissionen antas vara konstant mellan nu och en tidpunkt i framtiden (H). GWP används emellertid som karakterisering av klimatpåverkan av nutida emissioner inom Kyotoprotokollet (Moldanova et. al. , 2018).

I verktyget finns beräkningar av växthusgaser (CO₂-ekv) uttryckt som GWP100, där 100 representerar antalet år som strålningsdrivningen ska ackumuleras för. Eftersom olika ämnen ger upphov till olika grad av uppvärmning så måste utsläpp av olika ämnen multipliceras med en faktor för att kunna jämföras och summeras. I verktygets beräkningar används de ämnesfaktorer som anges av IPCC, Assessment Report 4 (AR4), nämligen 1 för koldioxid, 25 för metan och 298 för lustgas (IPCC, 2007).

Utsläppen som sker under framtagande av bränslet och utsläppen som sker under transporten för alla tre klimatgaserna, multipliceras med sin respektive faktor för att sedan summeras till ett totalt GWP100- värde per transportkategori.

⁷ <https://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx>

⁸ GTP = Global Temperature Potential.

Rekommendationer

De uppdateringar som har gjorts bedöms som tillräckliga för att verktyget ska hålla en generellt god kvalitet för att användas även för 2022 års resor.

SMED avstår från att ge särskilda rekommendationer för verktygets förbättring och utveckling eftersom Förordningen (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter genomgår en översyn. Den nya förordningen antas komma att träda kraft under 2023 och SMED avser att återkomma med förslag på hur verktyget kan utvecklas när den nya förordningen är beslutad.

Referenser

- Cooper, D., & Gustafsson, T. (2004). *Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors*. SMHI.
- Destination Gotland. (2020). *Statistik*. Hämtat från Destination Gotland.
- Direct Ferries. (2018). Hämtat från www.directferries.se
- EMEP/EEA. (2018). EMEP/EEA Guidebook .
- Energimyndigheten. (2018). *Drivmedel 2017 redovisning av uppgifter enligt drivmedelslagen och hållbarhetslagen. ER 2018:17*, Energimyndigheten. Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. (den 15 09 2022). *Drivmedel 2021, ER 2022:08*. Energimyndigheten.
- EU. (2009). 2009/28/EG .
- EU. (2018). 2018/2001: Direktiv om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor. Hämtat från <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive>
- European Committee For Standardization . (2012). En 16258:2012.
- European Committee for Standardization. (2012). *EN 16258:2012 Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers), Brussels: European Committee for Standardization (CEN)*.
- Fakta om fartyg. (2018). Hämtat från www.faktaomfartyg.se
- Flygbussarna. (2019). Pressjouren. (T. Wisell, Intervjuare)
- ForSea. (2018). Hämtat från <https://www.forsea.se/>
- Förordning (2009:907). (2009). Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter.
- GaBi-Modellen. (u.d.). GaBi-Modellen.
- Gotlandsbolaget. (2020). *Årsredovisning 2019*. Gotlandsbolaget.
- Gröna bilister. (u.d.). Hämtat från <http://www.gronabilister.se/>
- ICAO. (2022). *ICAO Carbon Emissions Calculator*. Hämtat från <https://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx>
- INFRAS. (2022). HBEFA-modellen.
- IPCC. (2007). *IPCC, Assessment Report 4. . IPCC*.
- IVL. (2018). Arbetsmaskinmodellen.

- JRC. (2014). *Edwards R et al. (2014) Well-to-wheels Report Version 4.a JEC Well-to-wheels analysis (JRC)*.
- Kamb, A., & Larsson, J. (2018). *Klimatpåverkan från svenska befolkningens flygresor 1990 – 2017*.
- Kamb, A., & Larsson, J. (2020). *Semestern och klimatet*: Chalmers.
- Lee et. al., D. (2020). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 64.
- Lindblom, F. (2022). *Verksamhetsutvecklare Ledningssystem SJ*. (T. Wisell, Intervjuare)
- Marine Traffic*. (2018). Hämtat från www.marinetraffic.com
- Melkersson, I. (10 2020). *Vikarierande Hållbarhetsansvarig*. (T. Wisell, Intervjuare)
- Miljöfaktaboken. (2011). *Miljöfaktaboken*.
- Moldanova et. al. , J. (2018). *Sammanställning av flygets klimatpåverkan och möjlighet till minskning av dessa - alternativa flygrutter för minskade höghöjdseffekter och biobränslen. IVL-rapport B2305*. IVL.
- Naturvårdsverket. (2015). *Schablonmall utsläpp av koldioxid – Naturvårdsverket, 2015*.
- Naturvårdsverket. (den 23 10 2021). *En översyn av förordningen (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter, NV-02142-20*. Naturvårdsverket.
- Nord Pool*. (2018). Hämtat från <https://www.nordpoolgroup.com/>
- SJ. (2018). *Om Tåginformation*, Ingela Melkersson.
- SLL. (2021). *Trafikförvaltningens miljöredovisning 2021*.
- SLL. (den 14 09 2022). *Excelblad från Johan Bölin*.
- SPBI. (2019). Hämtat från <https://spbi.se/>
- Svensk Kollektivtrafik. (10 2022). *FRIDA-databasen*. Hämtat från www.frida.port.se
- Svenska Taxiförbundet. (2022). *Branschläget 2022*. Svenska Taxiförbundet.
- Taxi Stockholm AB. (2022). *Per Nilsson, Inköp/Fastighet*.
- Trafikanalys. (2017). *Sjötrafik 2018*.
- Trafikanalys. (2018). *Vad vet vi om taxi*.
- Trafikanalys. (2021). *Sjötrafik 2020*.
- Trafikanalys. (2022). *Regional linjetrafik 2021, Flik T2a buss*.
- Transportstyrelsen. (2017). *Prissättning prisinfo taxiresor.pdf*.
- Transportstyrelsen. (2022). *Undersökning om prissättning och prisinformation vid taxiresor. Uppföljande mätning, september 2022*.
- Åkerlund, M. (2021). *Transportstyrelsen*. (T. Wisell, Intervjuare)

Östgötatrafiken. (2022). Skagerström, Eva, Miljö- och samhällsstrateg.

