



Nr C364
Januari 2018

Verktyg för beräkning av resors klimatpåverkan

Användning, metod och
beräkningsförutsättningar

Tomas Wisell, Karl Jivén, Martin Jerksjö, Albin Källmén, Yuqing Zhang



I samarbete med Naturvårdsverket

Författare: Tomas Wisell, Karl Jivén, Martin Jerksjö, Albin Källmén, Yuqing Zhang

Medel från: Naturvårdsverket

Rapportnummer C 364

ISBN 978-91-7883-007-7

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2018

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
Inledning	7
Bakgrund	7
Syfte	7
Verktygets användning	8
Omfattning.....	8
Användarinstruktioner.....	8
Metod.....	9
Allmänt.....	9
Framtagande bränslen (flytande och gas)	10
Elleverans.....	10
Framdrivning med el	10
Allmänt om emissionsfaktorer för elkraft.....	10
Vägtrafik.....	11
Bränslen allmänt	11
Bränsleförbrukning	11
Fordonskilometrar	11
Taxi	12
Bussar i kollektivtrafik.....	13
Spårtrafik	13
Tåg	13
Spårvagn	15
Tunnelbana	15
Sjötransport	15
Allmänt	15
Färjor i utrikes trafik.....	16
Färjor i inrikes trafik.....	16
Beräkningsmetodik för utrikes och inrikes trafik	17
Kollektivtrafikfärjor	18
Arbetsmaskiner.....	18
Flyg	18
Klimatpåverkan	19
Analys och jämförelse av utsläppsvärden	20
Jämförelse mellan koldioxid och annan klimatpåverkan.....	20
Jämförelse av klimatpåverkan från transporten och framtagning av bränslet.....	22
Jämförelse mellan nya värden och tidigare använda	24
Referenser.....	26

Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet 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, och 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 t.ex. utsläpp under produktion av bränslet eller transportmedlet. I denna nyare version har fler klimatgaser inkluderats (metan och lustgas), utsläppsvärden för framtagande av bränslen har tagits med, och kategoriseringen har utvecklats för att bättre beskriva dagens transportsituation. Dessutom har höghöjdseffekten lagts till när det gäller flygresor.

Ett stort antal datakällor, rapporter, expertis och modeller har använts i utredningen och relevanta och tillförlitliga underlagsdata har hittats i de allra flesta fall.

För de flesta transportslag utgör övriga klimateffekter, förutom koldioxid, endast ca 5 % eller mindre av totala GWP-värdet. Det stora undantaget är flyg där höghöjdseffekten får ett kraftigt genomslag. För de transportslag där en stor andel av bränslet utgörs av biobränsle får icke-koldioxideffekter också en större betydelse procentuellt, i vissa fall uppemot 45 % av totala GWP-värdet.

Andelen av det totala GWP-värdet som utgörs av framtagande av bränsle varierar betydligt, för flyg endast ca 5 %, för båtar runt 20 %, för vägfordon (ej bussar) och arbetsmaskiner ca 20-30 %, för bussar ca 60 % och för spårtrafik 100 %, eftersom spårtrafik helt drivs med el.

I jämförelse med det tidigare verktyget från 2014 så är de flesta GWP-värden högre eftersom detta verktyg även inkluderar metan, lustgas och höghöjdseffekten för flyg, och dessutom utsläpp under framtagande av bränslet. I vissa fall blir de nya värdena emellertid lägre, faktorer som sänker värdena jämfört med för fyra år sedan är (energi)effektivare fordon och transportsystem samt högre andel förnyelsebar andel i bränslen (enbart fossil koldioxid räknas).



Inledning

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

Bakgrund

I januari 2010 trädde Förordning (2009:907) [1] om miljöledning i statliga myndigheter i kraft (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. År 2015 gjorde IVL en uppdatering och utvecklade verktyget med något annorlunda kategorisering [2]. Naturvårdsverket avser nu att återigen uppdatera verktyget men också att utveckla omfattning och användning.

Det tidigare verktyget innehöll endast koldioxidutsläpp under transporten och inte andra klimatgaser, och tog heller inte hänsyn till utsläpp relaterade till transporten, som t.ex. utsläpp under produktion av bränslet eller transportmedlet. I denna nyare version har fler klimatgaser inkluderats samt kategoriseringen har i de flesta fall gjorts om och utökats för att bättre beskriva dagens transportsituation.

Syfte

Uppdraget har 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 levererades av IVL till Naturvårdsverket 2015, uppdateras och kvalitetssäkras, samt utvecklas med ny kategorisering och namngivningen av resesätt.
2. Kunna användas som ett allmänt verktyg för att bedöma klimatpåverkan från myndighetens transporter genom att de klimatpåverkande ämnena lustgas (N₂O) och metan (CH₄) har lagts till samt att värdena även omfattar utsläpp för framtagande av bränslet som används under transporterna. Dessutom ska den så kallade höghöjdseffekten vara 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.

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 maskineringar också. Utsläppsämnen omfattar fossil koldioxid (CO₂) samt metan (CH₄) och lustgas (N₂O), ingen uppskattning av biogen koldioxid är gjord.

Ur ett livscykelperspektiv kan utsläpp relaterat till en transport betraktas på olika sätt och delas in i åtminstone 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 denna utredning.

Eftersom 100 % biogent bränsle inte släpper ut fossil koldioxid när det används, så blir koldioxidutsläppet noll under transport, däremot kan metan och lustgas emitteras bränsleanvändningen och de räknas då in för att få fram det totala värdet för klimatpåverkan. Klimatgaser släpps också ut under framtagandet av bränslet vilket också adderas till det totala klimatpåverkande värdet (även här enbart fossil koldioxid). Detta gör att även ett 100 % biogent bränsle kan få betydande klimatpåverkan i denna uppdaterade version av verktyget.

Även produktion och distribution av elen ingår i beräkningarna för de fordon som är helt eller delvis eldrivna. Därför har vi tagit fram utsläppsvärden för fyra olika "elmixar", vilka är baserade på den geografiska avgränsningen för elproduktionen, kopplingar i elnätet och vilka energikällor som har använts.

Användarinstruktioner

Verktyget består av en Excel fil med flera flikar. Vilken flik man använder beror på vilket transportslag som har använts och vilken information om resan som användaren har.

En överblick av innehållet i flikarna med avseende på transportslag och informationstyp finns i listan nedan:

1. *Inledning*: kort om verktyget
2. *Totala utsläpp*: sammanräkning av de totala utsläppen

3. *Väg drivmedelsåtgång*: Drivmedelsåtgång för personbilar och arbetsmaskiner (kg eller liter)
4. *Väg körsträcka*: Körsträcka vägfordon (km)
5. *Väg spec fordoninfo*: Körsträcka och bränsleförbrukning vägfordon om specifik information finns (l/km eller kg/km och km)
6. *Väg Taxi*: Antal resor, färdsträcka eller kostnad för taxiresor på väg (antal, km, kr)
7. *Spårtrafik*: Färdsträcka per person för olika typer av spårtrafik, beräknade för fyra olika elmixar (personkm)
8. *Buss, flyg, sjöfart*: Färdsträcka per person för kollektiva transportslag som olika typer av bussar, båtar och flyg (personkm)
9. *Arbetsmaskiner körtid*: Körtid för arbetsmaskiner (h)

Den information som användaren har ska matas in i respektive flik och i korrekt cell (ljusröda fält). Den totala klimatpåverkan uttryckt som GWP100 år samt summan av utsläppt kg koldioxid beräknas automatiskt i angivna kolumner.

I den första fliken *Inledning* finns generell information om verktøget. I den andra fliken *Totala utsläpp* räknas de totala koldioxidutsläppen ut enligt instruktioner i nämnd Förordning. I denna version av verktøget finns även summeringar av total GWP med.

Metod

Allmänt

Uppdateringen av de nuvarande värdena 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 [1], dels utgår de ifrån Naturvårdsverkets önskemål gällande kompletteringar med klimatgaser och utsläpp under bränsleframtagande samt en kategorisering som bättre utgår ifrån dagens transportsystem.

Principen för översynen är att utgå ifrån de vanligaste resesätten som finns idag och som används tjänsten. I vissa fall har IVL bedömt att en viss kategori i det befintliga beräkningsverktøget inte är relevant utifrån dagens förhållanden, utan behöver splittras upp i två eller flera nya kategorier, i andra fall helt utgå. I vissa fall har IVL också lagt till kategorier som inte fanns i den gamla beräkningsmallen. Det kan också vara så att själva benämningen har bedömts som olämplig eller att den behöver kompletteras på något sätt.

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 och arbetsmaskiner. Under utredningsarbetet har ett stort antal relevanta källor för beräkning av emissionsfaktorer använts, varifrån en betydande del av dataunderlaget hämtats. Dessa presenteras i referenslistan och beskrivs i varje avsnitt i denna rapport.

Samtliga värden representerar utsläpp av fossil koldioxid (CO₂) dels under framtagande av bränslet ("Well to Tank"), dels från avgasrøret ("Tank to Wheel"), som är beräknade oberoende av varandra. Generella beräkningsprinciper utgår ifrån tillgänglig information rörande

bränsleförbrukning, bränsle – och teknikslag som används, energi- och kolinnehåll i bränslen, belägningsgrad (antal personer/fordon), uppgifter om personkilometrar, officiella emissionsfaktorer för fordonskilometrar från HBEFA-modellen, eller från "färdiga" värden som beräknats och levererats direkt från myndigheter, organisationer 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 verktøget är avsett att kunna användas i hela landet.

Framtagande bränslen (flytande och gas)

I arbetet med att få fram värden som representerar utsläpp som sker i alla faser under framtagande av bränslet, har IVLs kompetens inom området livscykelanalys (LCA) utnyttjats. Dataunderlaget för dessa beräkningar är valt med avsikt att representera de riktlinjer som sätts i EUs förnybarhetsdirektiv [3], och är således baserad på EU JRC's 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. [4,5,6]

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, lätta lastbilar, 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).

Efter övervägande har fyra olika "elmixar" bedömts som relevanta att ha med i verktøget för att beräkna utsläppen. Dessa är

1. Förnyelsebar elmix
2. Svensk elmix
3. Nordisk elmix
4. EU28-elmix

¹ Joint Research Centre; the European Commission's science and knowledge service.

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 åren 2014-2020. [4,5,6,7,8]

Vägtrafik

Bränslen allmänt

Underlaget för sammansättningen av olika komponenter i bränsleprodukterna, har tagits från Energimyndighetens officiella statistik för år 2017 [4]. Dessa komponenter innefattar fossil bensin, fossil diesel, biobensin, HVO, FAME, bioetanol, biogas och naturgas (fossil).

För bränsleprodukten *fordonsgas* har ansatts att fördelningen är 80 % biogas och 20 % naturgas. Detta är baserat på Energimyndighetens uppgift att den totala fördelningen för gas till vägtransportsektorn är 90 % biogas (men då säljs en del som ren biogas), och att leverantörerna av biogas garanterar minst 70 % biogas [4,9].

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

Bränsleförbrukning

Verktøget avser att kunna användas för olika typer av vägtransporter och beroende på vilken typ av information som användaren har. Har man åkt/kört personbil och inte har uppgifter på körsträcka, men däremot hur stor bränsleförbrukningen var (t.ex. från tankningskvittot) så fyller man i fliken *Väg drivmedelsåtgång*.

Utsläppen från bränsleförbrukningen enbart avser dels personbil, dels arbetsmaskiner, och värdena är baserade på beräkningar av bränslets sammansättning, och kända uppgifter om olika rena bränslets densitet, fossilandel och kolinnehåll per kg [4,10,11].

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

Fliken *Väg körsträcka* används när man har kört eller åkt med en personbil, lastbil, motorcykel eller moped och vet körsträcka, vilket borde vara det vanligaste fallet eftersom körsträcka mellan två platser idag lätt kan erhållas genom att använda t.ex. 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 vi inte kategorier som skiljer

som fordonets storlek, motoreffekt, årsmodeller, euroklasser eller liknande, utan sammanvägda kategorier av Sveriges fordonsflotta- med antaganden i vissa fall.

Utsläppen från transporten är huvudsakligen beräknade utifrån de emissionsfaktorer och bränsleförbrukning som finns i HBEFA-modellen, som har viktats till ett värde utifrån bränslesammansättningar enligt energimyndighetens uppgifter. Energiförbrukningen, fordonsslagsfördelningen med avseende på ålder, körsträcka etc., har också hämtats från HBEFA-modellen. [12]

För fordon som använder flera olika bränslen så har vissa antaganden behövts göras. För bifuel- fordon gas/bensin har ansatts att 85 % av sträckan körs på gas och 15 % på bensin [13]. För laddhybrider har ansatts att 70 % av sträckan körs på el och 30 % på bensin eller diesel enligt en undersökning från 2016 [14]. För att beräkna den fossila andelen i körning med flexi-fuel E85/bensin- fordon utgår beräkningarna ifrån energimyndighetens data i kombination med koldioxidemissionsfaktorer från HBEFA-modellen.

Taxi

Fliken *Väg Taxi* används om man har gjort en taxiresa. Utsläppen som en taxiresa orsakar har beräknats med samma principer och underlagsdata som för personbilar. Emissionsfaktorerna och bränsleförbrukningen under framdrivning är tagna från HBEFA-modellen.

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 eller tänkte på 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 inhämtats från Trafikanalys. Denna information skiljer på taxi i Stockholm och i hela Sverige generellt [15].

Information om hela Sveriges taxiflottans ålder och bränsleteknik tillsammans har inhämtats från Svenska Taxiförbundet publikation *Branschläget 2018* [16]. 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 separera fram två serier av värden; en för Stockholm och en för Sverige generellt. Motsvarande data för Göteborg har eftersökts men inte kunnat inhämtas med rimlig tidsåtgång. Stockholmsflottan är något renare än Sverige totalt, användaren får därmed 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 (345 kr) och en egen kostnad finns för Stockholm (366 kr). Svenska Taxiförbundet och Taxi Stockholm har uppgifter om hur lång en taxiresa generellt är i Sverige (15 km). För att beräkna sträckan utifrån kostnaden så har medelkostnaderna dividerats med medelsträckan (23-26 kr/km för att åka taxi). Dessa värden gäller för år 2017 [17,18].

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 vi rekommenderar att inte använda denna kategori om alternativ finns.

Bussar i kollektivtrafik

Bussar avser både "stadsbussar", dvs. kollektivtrafikens lokalbussar, samt "långfärdsbussar", dvs. bussar som färdas längre sträckor, typiskt mellan städer eller regioner, men även inom städer. De två busstypernas karaktär skiljer sig i fysisk utformning och därmed energianvändning, teknik, bränsle etc. Utöver dessa faktorer skiljer sig ofta bussarnas generella körmonster och resornas avstånd till följd av deras olika transportuppdrag.

Uppgifter om generell beläggning för bussar (personer per buss) och andel förnyelsebart bränsle i busstrafiken har använts och är uppdelat på olika län i Sverige. För emissionsfaktorerna har HBEFA-modellen använts, vars faktorer har viktats ihop till ett fåtal kategorier i flera steg baserat på den nationella fördelningen samt den specifika informationen om beläggning och bränsle för varje län [12, 19].

Stadsbussarna har kategoriserats utifrån två olika perspektiv; bränslet och var i Sverige man har åkt. Känner man till bussbränslet så ska en sådan kategori i första hand användas oavsett var man har åkt. Kategoriseringen av stadsbussar utifrån plats i Sverige utgår ifrån de ganska skilda förutsättningarna som gäller mellan att åka stadsbuss i olika städer eller olika delar av Sverige. En kategori heter Långfärdsbuss och är typiskt en sådan buss som körs av resebolag, men dessa förekommer även i den offentliga kollektivtrafiken. För dessa antas alla drivas av "vanlig" diesel.

Det bör understrykas för användaren att det inte är i vems regi bussen framförs som avgör om det är en långfärdsbuss eller stadsbuss, utan snarare bussens fysiska utseende och eventuellt drift- och bränsleteknik. 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 "vanlig" diesel så ska någon av stadsbusskategorierna alltid användas.

Vi har valt att inte ha med etanolbussar som en egen kategori eftersom den bedöms som en utgående busstyp, och används idag bara Stockholm och Luleå (2018). Den fossila delen av denna körning är dock invägd i kategorin "Stadsbuss Stockholm".

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

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 trafikhuvudmän och operatörer. Beräkningarna i denna utredning är främst baserade på de större tågaktörerna där tillgången till underlagsdata är god, framförallt SJ, Öresundståg, Västtrafik och SL.

Tåg kan grovt delas in i lokaltåg, pendeltåg, regionalståg, och fjärrtåg (ingen officiell terminologi) utifrån linjernas geografiska sträckningar och avsedda regioner att försörja med kollektivtrafik-tjänster. 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. Därav har vi inte gjort någon kategori som heter lokaltåg.

Pendeltåg är de tåg som huvudsakligen trafikerar ett storstadsområde och dess närmaste omgivning. Regionalståg är tåg som trafikerar ett större område (typiskt hela regioner) än pendeltåg 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 Intercitytåg (med eller utan sovvagn). Fjärrtåg i Sverige drivs huvudsakligen av SJ, men även MTR Express mellan Göteborg och Stockholm och andra aktörer.

Information om energianvändning per km och passagerarbeläggning, för olika typer av regionalståg och fjärrtåg har inhämtats från kontakt med SJ [20, 21]. Informationen har givits i nio kategorier och har här förenklats till följande; Pendeltåg, Regionalståg, Snabbtåg, Intercitytåg och Intercitytåg med sovvagn, baserat på hur vanliga olika vagnstyper är, trafikarbetet samt syftet med denna utredning.

För pendeltågen har utredningen utgått ifrån de tre storstadsområdena Stockholm, Göteborg och Malmö, där information om energianvändning, passagerar-km och beläggning har inhämtats. Beläggningen för pendeltåg räknat per stol är 30-35% på Stockholms pendeltåg och Västtrafik [20,22,23]. 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 energiförbrukning för tåg (som dock även inkluderar Regionalståg).

Generella data om energiförbrukning per passagerarkilometer har 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 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) [20,21].

Regionalstågens energiförbrukning per passagerarkilometer har beräknats utifrån SJs data på fyra olika regionalstågtyper med en uppskattad stolsbeläggning på 50 %. Värdet som kWh/ passagerarkilometer för Regionalståg är beräknat som ett medelvärde av dessa fyra värdena och bedöms som något säkrare än pendeltåg men ändå relativt osäkert. [21]

Intercitytåg är sällsynta idag i Sverige (2018) men sträckan Stockholm- Uppsala trafikeras intensivt av sådana och den sträckan har utifrån uppdragets syfte bedömts som viktig att ha med. Intercitytåg 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. Detta gäller även snabbtåg där beräkningen utgår ifrån X2000 med sex vagnar och en beläggning på 67 %. För beläggningen på Intercitytågen saknas uppgifter och dessa har antagits grundat på annan information, och det framräknade värdet bedöms som mycket osäkert. [21]

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

försvaras på grund av att det idag finns många olika trafik huvudmän och operatörer, begreppsförvirring om tågtyper, och att data ofta blandas mellan olika tågtyper och inte går att separera.

Spårvagn

Spårvagnar är eldrivna fordon som går på spårvägar. Som en del av allmänna kollektivtrafiksystem finns spårvägar enbart i Stockholm, Göteborg och Norrköping. Information om energiförbrukning och passagerar-km har inhämtats [22,23,24]. I kategoriseringen i verktøget särskiljs de tre städernas spårvägar, dels för att de är tre helt separata system med tillförlitligt underlag för varje, dels för att värdena blir ganska olika. Observera att Roslagsbanan och Saltsjöbanan har lagts inom kategorin Spårväg Stockholm trots att de formellt sett är järnvägar.

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 (2018), 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 verktøget. Information om energiförbrukning och passagerarkilometrar har erhållits från SL. Noggrannheten i dessa data betraktas som hög. [22]

Sjötransport

Allmänt

Med sjötransport menas här resor som utförs med på vatten kollektivt, resor på vatten som görs med privata båtar finns inte med. Med färjor avses här dels färjor som trafikerar Sverige och som tar med passagerare till och från våra grannländer men även 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 färjerederier driver inom ramen för Trafikverkets uppdrag finns inte med. Den förhållandevis mycket låga andel färjetransporter som utförs av ej subventionerad inrikes färjetrafik så som guidade turer eller turbåtar finns inte heller med som kategorier.

Energi- och utsläppsprestanda skiljer sig markant mellan olika fartyg, transportupplägg men också baserat på hur fartygen opereras (hastighet och fyllnadsgrad etc.). Den här utförda analysen har riktat in sig på resor som är för tjänsteresor.

I huvudsak antas färjetrafiken använda marin gasolja som uppfyller kraven inom SECA-området på max 0.1 % svavel och är 100 % fossil komponent. För kollektivtrafik antas i huvudsak dieselbränsle av miljöklass 1 med inblandning av 10 % HVO [25]. Emissionsfaktorer för metangas och lustgas är taget för respektive motortyper [26].

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. [27]

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 65 % av utrikes avgångar och omfattar 67 % av passagerarantalet;

- 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 har denna kategori/relation tagits bort och istället har vi gjort en kategori som sammanfattar all trafik mellan Stockholmsregionen och Finland. De svenska hamnar som ingår i ovan listade relationer representerar också åtta av de tio största hamnarna i Sverige mätt i antalet passagerare [27].

Utgångspunkten för beräkningarna har varit att utgå ifrån hur transportarbetet utförs. Sammanställningar över vilka rederier som trafikerar respektive sträckor samt deras tidtabeller och fartygsinformation har inhämtats från respektive rederiers hemsidor. I vissa fall har även andra källor som listar data om linjer, fartyg, deras konfiguration, installerad motoreffekt etc. använts [28,29,30].

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 linjestäckningarna 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. Här har information bland annat hämtats från rederiets hemsida kring fartyg samt årsredovisning angående trafikdata [31].

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 som används om det framförs i den fart det 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 förhållandet snittfart/designfart i kvadrat.

Som specifik förbrukning har för motortyperna 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 [32]. 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.

Fyllnadsgraden för gods respektive passagerare har beräknats baserat på förhållandet mellan vad som rapporterats ha transporterats på respektive linje och vad fartygen med den kapacitet respektive fartyg har hade kunnat transportera på det totala antalet avgångar som utförts under 2017 [27].

Respektive antal rapporterade fordon och godsvikter har omräknats till "lanemeter" (fordonsfilmeter 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 etc. De beräknade fyllnadsgraderna var för passagerare 40 % och för godset 39 % i genomsnitt år 2017.

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 har också rimlighetsbedömningar för beräknade fyllnadsgrader gjorts.

Därefter har utsläppen per passagerarkilometer respektive godskilometer beräknats genom 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.

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

Sammanställningar som Trafikanalys regelbundet gör över regional linjetrafik baseras på en uppgiftsinsamling av samtliga regionala kollektivtrafikmyndigheter, och visar att kollektivtrafiken i Stockholms- och Västra Götalandsregionen står för 86 % av det totala producerade antalet båt-kilometrar. Dessa två regioner har därför analyserats och sammanvägts till en typtransport och redovisas därför som en separat kategori. [33] I Stockholms län drivs kollektivtrafikfärjorna av Stockholms Läns Landsting (SLL) och i Västra Götaland av Västtrafik.

Beräkningsmetodiken för kollektivtrafikfärjor baseras på samma principer som för övriga färjor med skillnaden att allokeringsteget inte behövs då dessa enbart medför passagerare. För Stockholms kollektivtrafikfärjor finns givna uppgifter om energiförbrukning per personkilometer (kWh/pkm) i dokumentet *Trafikförvaltningens miljöredovisning 2016*. [34] Denna siffra har sedan räknats om till fossil koldioxid avräknat för bioandelen i bränslet (diesel). Bioandelen är en sammanvägning baserat på uppgifter från Västtrafik och SLL. [23, 34]

Arbetsmaskiner

För beräkningar av utsläpp från arbetsmaskiner finns den så kallade Arbetsmaskinmodellen som förvaltas och vidareutvecklas av IVL 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 [35,36] (uppdaterad maj 2017).

Flyg

Flygets värden utgår ifrån ICAOs [37] utsläppskalkylator och representerar kg koldioxid per personkilometer för resor i ekonomiklass, enkelresa. Resan avser direktflyg mellan två destinationer utan mellanlandning. Kategoriseringen har utvecklats sedan den tidigare versionen av verktyget genom att titta på flygplatsstatistik för Sverige och typiska resmål för utlandsresor. Eftersom det finns många flyglinjer och alla inte kan ha en egen kategori, så har flyglinjerna generaliserats till några få kategorier med bestämda typiska destinationer (inrikes och utrikes). Om man har flugit mellan andra destinationer så bör den kategori väljas som liknar mest en av kategorierna med avseende på avstånd (km). ICAOs utsläppskalkylator presenterar enbart koldioxid och för metan och lustgas saknas emissionsfaktorer för utsläpp under transporten [37].

För utsläpp under framtagande av bränslet har bränsleförbrukningen per personkilometer räknats ut baserat på koldioxidutsläppet under färden tillsammans med bränslets densitet och kolinnehåll per kg (Jet A1), och att med antagandet att allt är fossilt [10].

Flygtrafikens bidrag till den globala uppvärmningen i form av strålningsdrivning är ca 5 % om man tar hänsyn till effekt från kortlivade klimatföroreningar (s.k. SLCP) relaterade till flyget, även 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 [38].

Flyg är speciellt vid beräkning av klimatpåverkan då den så kallade höghöjdseffekten bör beaktas. I en studie från Chalmers så har forskare uppskattat höghöjdseffekten för svenska förhållanden till en faktor 1,4 för inrikesresor och 1,9 för utrikesresor (kortare utrikesresor t.ex. till Danmark och Norge bör betraktas som inrikesresor). Detta innebär att den samlade klimatpåverkan (räknat som GWP100) är ungefär 1,4 respektive 1,9 gånger högre än enbart koldioxidutsläppet under flygresan. [39]

Eftersom emissionsfaktorer för metan och lustgas är osäkra för flyg, och denna information uttryckligen är given i studien avstår vi från att presentera värden på metan och lustgas från transporten (däremot finns utsläpp av dessa värden med från framtagande av flygbränslet- och naturligtvis inte uppräknat för höghöjdseffekter).

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 tidshorizonten 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 [38].

Ett alternativt mått för klimatpåverkan är GTP (H) som effekten på temperaturen vid tidshorizonten (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 [38].

I verktyget finns beräkningar av GWP100, där siffran 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 [40].

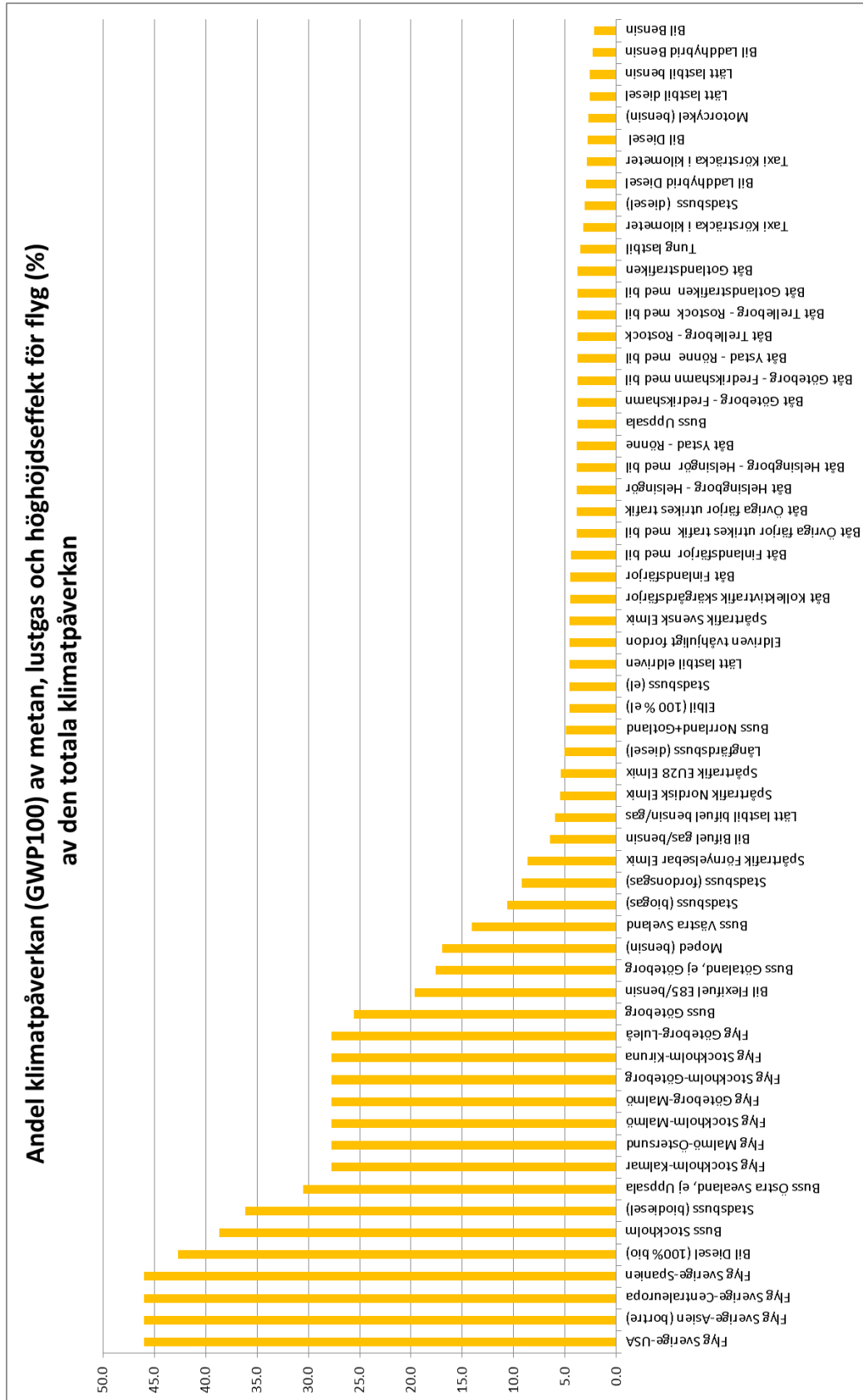
Utsläppen som sker under framtagande av bränslet och utsläppen som sker under transporten för alla tre klimatgaserna, multipliceras med sin respektive faktor för att sedan summeras till ett totalt GWP100- värde per transportkategori.

Analys och jämförelse av utsläppsvärden

Jämförelse mellan koldioxid och annan klimatpåverkan

En skillnad i metodiken om man jämför den tidigare verktyget och det nya, är att värdena i det nya även inkluderar utsläpp av de två klimatpåverkande gaserna metan och lustgas, och har dessutom med höghöjdseffekten för flygresor. Det kan vara intressant av flera skäl att analysera hur stor andel (%) av den totala klimatpåverkan som utgörs av metan, lustgas och höghöjdseffekt för varje transportslag, i jämförelse med enbart koldioxid. Detta visas i diagrammet nedan, både framtagande av bränsle och utsläpp under transport är inräknade och summerade.

För de flesta transportslag utgör övriga climateffekter endast ca 5 % eller mindre. Det stora undantaget är flyg där höghöjdseffekten får ett kraftigt genomslag. För de transportslag där en stor andel av bränslet utgörs av biobränsle, får icke- koldioxideffekter också en större betydelse, i vissa fall uppemot 45 % av GWP-värdet.



Figur 1. Andel (%) av klimatpåverkan av metan, lustgas och höghöjdseffekten för flyg (%) av den totala klimatpåverkan räknat som GWP100.

Jämförelse av klimatpåverkan från transporten och framtagning av bränslet

En annan skillnad i metodiken och vad värdena representerar är att det nya verktyget inkluderar utsläpp även under framtagande av bränslet. Den totala klimatpåverkan uttryckt som GWP100, uppdelad på framtagande av bränsle samt under transport, visas i diagrammet nedan. Staplarna är rankade från den största klimatpåverkan till det lägsta under en 1 km eller personkm transport.

Personkilometer och fordonskilometer visas här i direkt jämförelse vilket förutsätter att endast en person åker i varje fordon för att värdena ska vara helt jämförbara. Arbetsmaskiner uttrycks som timme i arbete och finns inte med. För spårtrafik har förnyelsebar elmix och nordisk elmix valts ut för jämförelse eftersom det oftast är de som används och för att minska antalet kategorier. Vissa verksamheter inom spårtrafik köper medvetet förnyelsebar el, i så fall bör denna kategori användas, i övriga fall bör nordisk elmix användas då den bäst beskriver var elen som används produceras. För elbilar och laddhybrider har svensk elmix använts, eftersom EU-kommissionen anser att varje medlemsland ska använda sin egen elmix för beräkningar av drivmedel.[4]

Andelen av det totala GWP-värdet som utgörs av framtagande av bränsle varierar betydligt, för flyg endast ca 5 %, för båtar runt 20 %, för vägfordon (ej bussar) och arbetsmaskiner ca 20-30 %, för bussar ca 60 % och för spårtrafik 100 % - eftersom de helt drivs med el.

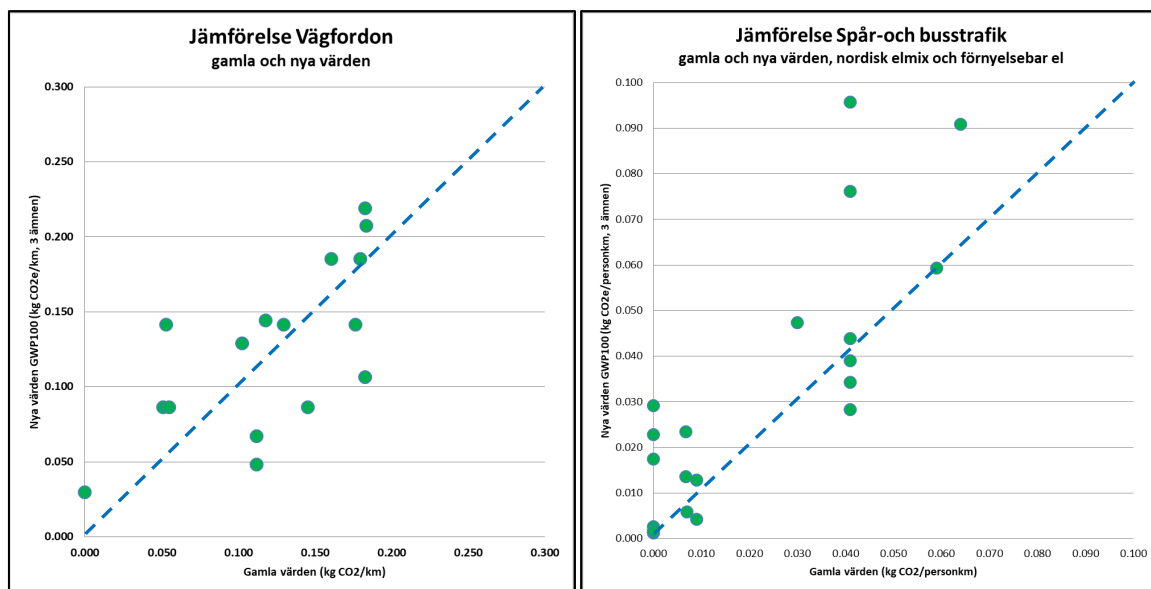
Jämförelse mellan nya värden och tidigare använda

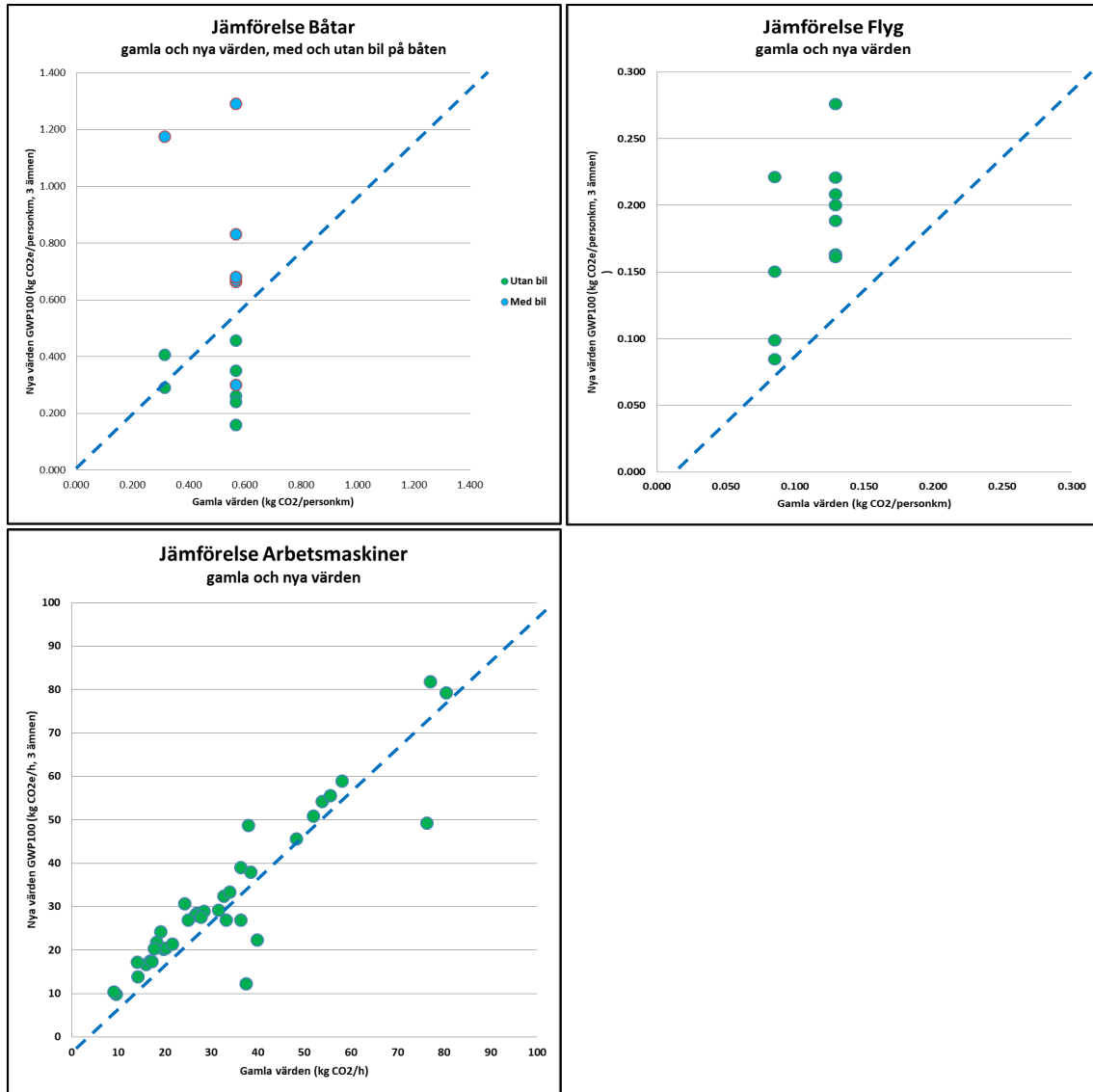
Efter önskemål från beställaren gjordes en jämförelse med tidigare verktyg. Eftersom kategoriseringen har förändrats relativt mycket i många fall så skapar en sådan jämförelse vissa problem. Vi har valt att inte ha med de kategorier som inte har någon direkt motsvarighet i det uppdaterade verktyget, däremot är de flesta nya kategorier med och jämförs med någon tidigare kategori. Detta medför i flera fall att en och samma tidigare kategori kan jämföras med flera nya.

För att jämförelserna ska bli meningsfulla och kunna illustreras på ett begripligt sätt, så kan bara värden jämföras som har samma enhet. Följande jämförelser har gjorts separat, och följer systematiken i verktyget:

- Fordon, vägtrafik
- Spårtrafik och bussar
- Båtar
- Flyg
- Arbetsmaskiner

Värdena från det tidigare verktyget och det uppdaterade har jämförts i spridningsdiagram där y- och x-axlarna representerar respektive verktyg och har samma enheter, samt båda axlarna har samma maxvärden med en inlagd 45° linje som visar där axlarna är har samma värde. Diagrammen visar de gamla värdena på x-axeln och de uppdaterade värdena på y-axeln. Ligger punkten över linjen är således det nya värdet högre än det gamla.





Figur 3. Figuren visar spridningsdiagram som jämför de nya och uppdaterade värden i jämförelse med de gamla, dvs. i tidigare versionen av verktyget.

Referenser

- [1] Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter
- [2] Schablonmall utsläpp av koldioxid – Naturvårdsverket, 2015.
- [3] EUs förnybarhetsdirektiv (RED) <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive>
- [4] Drivmedel 2017 redovisning av uppgifter enligt drivmedelslagen och hållbarhetslagen. ER 2018:17, Energimyndigheten.
- [5] Edwards R et al. (2014) Well-to-wheels Report Version 4.a JEC Well-to-wheels analysis (JRC)
- [6] *Miljöfaktaboken 2011* (J. Gode et.al. 2011)
- [7] Nord Pool <https://www.nordpoolgroup.com/>
- [8] GaBi-modellen
- [9] Taxi Stockholm, mailkontakt med Per Nilsson, 2018-11.
- [10] SPBI <https://spbi.se/>
- [11] <http://www.gronabilister.se/>
- [12] HBEFA-modellen <http://www.hbefa.net/e/index.html>, svensk data från 2017.
- [13] *Index över nya bilars klimatpåverkan 2014 i riket, länen och kommunerna inkl. nyregistrerade, kommunägda fordon och dess klimatpåverkan*, Trafikverket. 2015:064
- [14] <https://www.mestmotor.se/recharge/artiklar/nyheter/20160927/pendlare-kor-75-procent-av-strackan-pa-el/>
- [15] https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2018/rapport-2018_9-vad-vet-vi-om-taxi.pdf, Tabell 7
- [16] Svenska Taxiförbundet publikation *Branschläget 2018*
- [17] <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/marknadsovervakning/prissattning-prisinfo-taxiresor--2017.pdf>
- [18] Taxi Stockholm muntligt med Per Nilsson, 2018-11
- [19] *Öppna jämförelser Kollektivtrafik 2017*. SKL-rapport
- [20] Överskickat dokument om tåginformation 2018-10 SJ. Ingela Melkersson
- [21] Ingela Melkersson, Strategisk miljöspecialist, SJ. Muntlig kommunikation 2018-10.



[22] Johan Böhlin, Strateg Drivmedel och Energi, SL. Överskickat excelblad med trafikdata, 2018-10

[23] Hanna Björk, Hållbarhetschef Strategisk Planering, Västtrafik. Överskickat excelblad med trafikdata, 2018-10.

[24] Eva Skagerström, Miljö- och samhällsstrateg, Östgötatrafiken. Mail 2018-10.

[25] Styrsöbolaget, <https://www.styrsobolaget.se/om-oss/miljoarbete>

[26] Cooper D. IVL and Gustafsson T SCB, *Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors*, SMHI Swedish Meteorological and Hydrological Institute, 2004

[27] Trafikanalys, Sjötrafik 2017, Statistik 2018:16

[28] www.marinetraffic.com

[29] www.directferries.se

[30] www.faktaomfartyg.se

[31] Gotlandsbolaget, <http://gotlandsbolaget.se/publikationer/arsredovisning-2017/>

[32] 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)

[33] Trafikanalys, Regional linjetrafik 2017, Statistik 2018:25

[34] Trafikförvaltningens miljöredovisning 2016, Miljöbilaga till årsrapport 2016 för trafiknämnden, Stockholms Läns Landsting 2017-03-03.

[35] Arbetsmaskinmodellen, 2017 års data, IVL

[36] EMEP/EEA Guidebook 2016

[37] ICAO: International Civil Aviation Organization (ICAO), utsläppskalkylator

[38] Moldanova et. el. (2018) *Sammanställning av flygets klimatpåverkan och möjlighet till minskning av dessa - alternativa flygrutter för minskade höghöjdseffekter och biobränslen*. IVL-rapport B2305.

[39] Kamb och Larsson (2018, utkast) *Klimatpåverkan från svenska befolkningens flygresor 1990 – 2017*. Chalmers Tekniska Högskola.

[40] IPCC, Assessment Report 4.

