

VERSION 29.5.2023

ANVÄNDARHANDLEDNING OCH BERÄKNINGSGRUNDER FÖR BILKALKYLATORN – PERSONBILAR

Jyri Seppälä^{1*}, Joonas Munther¹, Riku Viri², Heikki Liimatainen², Sally Weaver³, Markku Ollikainen³

¹ Finlands miljöcentral

² Tammerfors universitet

³ Helsingfors universitet

INNEHÅLL

| | |
|--|-----------|
| 1. SYFTE OCH GRUNDPRINCIPER..... | 1 |
| 2. INGÅNGSDATA OCH ANVÄNDARGRÄNSSNITT..... | 2 |
| 2.1. ALLMÄNT..... | 2 |
| 2.2. TILLÄGGSUPPGIFTER OCH INSTÄLLNINGAR | 2 |
| 2.3. FORDONSSPECIFIKA UPPGIFTER..... | 2 |
| 2.4. UPPGIFTER OM BRÄNSLE | 9 |
| 2.5. UPPGIFTER OM FORDONETS FÖRBRUKNING | 11 |
| 2.6. FORDONSOBEROENDE STANDARDUPPGIFTER FÖR BERÄKNINGEN | 12 |
| 3. ANALYSENS RESULTAT OCH TOLKNING AV DET | 16 |
| 4. BERÄKNINGSFORMLER..... | 17 |
| 4.1. GRUNDER FÖR BERÄKNINGEN AV UTSLÄPP | 17 |
| 4.2. BERÄKNING AV KOSTNADER | 20 |
| 5. UTVIDGNING AV ANVÄNDNINGEN AV KALKYLATORN | 21 |
| 5.1. KÄNSLIGHETSANALYS | 21 |
| 5.2. BEDÖMNING AV EFFEKTERNA AV SEPARAT ANVÄNDNING AV BIODIESEL, ETANOL OCH BIOGAS..... | 22 |
| 5.2.1 <i>Distributionsskyldighetens effekter</i> | 22 |
| 5.2.2 <i>Utvärdering av utsläppseffekterna av separat tankning ur användarens perspektiv</i> | 23 |
| LITTERATUR..... | 25 |
| BILAGA. ASPEKTER PÅ ALTERNATIVA DRIVKRAFTER..... | 27 |

1. SYFTE OCH GRUNDPRINCIPER

Bilkalkylatorn är en webbaserad kalkylator avsedd för att hjälpa konsumenten att fatta beslut om köp av personbil. Kalkylatorn visar de kumulativa (ackumulerade) växthusgasutsläppen och kostnaderna för hela livscykeln för olika bilalternativ med olika drivkrafter. Syftet med kalkylatorn är att visa klimateffekterna av de olika alternativen, och inga andra konsekvenser på miljön beaktas i kalkylatorn. Användaren kan jämföra 1–6 olika bilalternativ med varandra. Ju mindre växthusgasutsläppen är, desto bättre är bilen för klimatet. Vid skärningspunkten för de olika bilalternativens kumulativa utsläpp förändras rangordningen mellan alternativen. Samma gäller även kostnaderna.

Utgångspunkten för jämförelsen är användarens egen uppskattning av antalet årliga körkilometer och de ingångsdata som angetts för de olika bilalternativen. Beträffande såväl utsläppen som kostnaderna har ett antal standarduppgifter inkluderats i kalkylatorn, vilka underlättar användarens inmatning av ingångsdata samt uträkningen av resultatet. Samtliga ingångsdata som används vid beräkningen kan ändras för att motsvara de exakta uppgifterna för olika bilmodeller, om de är kända. En del ingångsdata är gemensamma för de bilar som drivs med samma drivmedel. De har valts för att stämma överens med den bästa nuvarande kunskapen, men även dessa ingångsdata kan ändras i den egna analysen.

Bilkalkylatorn består av följande delområden:

- Årligt antal körkilometer och innehavstid
- Tilläggsuppgifter och inställningar
- Fordonsspecifika uppgifter
- Uppgifter om bränsle
- Standarduppgifter oberoende av bilvalet i beräkningen
- Slutresultatet presenterat grafiskt och i tabellform

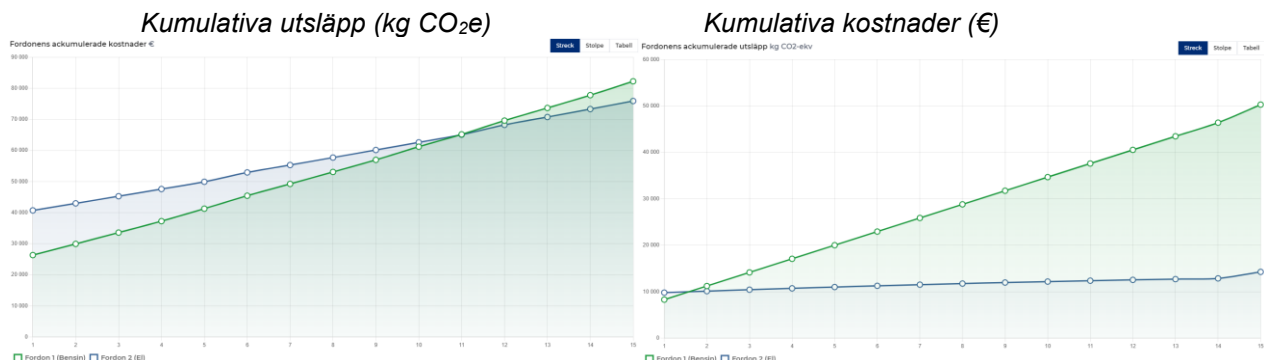



Bild 1. Som resultat ger kalkylatorn grafer som visar de kumulativa utsläppen och kumulativa kostnaderna för olika bilar.

2. INGÅNGSDATA OCH ANVÄNDARGRÄNSSNITT

2.1. Allmänt

Standardvärdet för antalet körkilometer är 14 000 kilometer per år, vilket i dagsläget motsvarar det årliga antalet körkilometer för en genomsnittsbil (Statistikcentralen 2019).

Efter vissa fält och rubriker på webbplatsen finns en ikon som hänvisar till ytterligare information , och när du klickar på den öppnas ytterligare information som hjälper dig att använda kalkylatorn.

För de bilalternativ som jämförs ändras presentationen av analysens grafiska resultat eller resultaten i tabellform över utsläppen och kostnaderna när ingångsdata ändras.

När du klickar på  eller "Visa mer detaljerade uppgifter" visas tilläggsuppgifter som kan läggas till för den aktuella uppgiftskategorin.

Med "Lägg till fordon" lägger man till ett nytt fordon i kalkylatorn. Man kan ta bort ett fordon och dess uppgifter genom att klicka på "Ta bort fordon".

Programmet fungerar i alla de vanligaste webbläsarna.

2.2. Tilläggsuppgifter och inställningar

I övre högra hörnet i bilkalkylatorn finns avsnitt för tilläggsuppgifter och inställningar, varav det första innehåller denna dokumentation och aktuell information om uppdateringen av kalkylatorn. Genom att klicka på Inställningar öppnas de ingångsdata i kalkylatorn som är oberoende av bil och som användaren antas ändra endast i specialfall. Dessa beskrivs närmare i kapitel 2.6.

UTSLÄPPS- OCH KOSTNADSKALKYLATOR FÖR PERSONBILAR

 Inställningar

2.3. Fordonsspecifika uppgifter

Användaren kan välja 1–6 olika personbilar att jämföra. Antalet bilar kan ändras genom att klicka på "Lägg till fordon" och "Ta bort fordon" i användargränssnittet.

De viktigaste uppgifterna som ska anges är fordonets storlek, drivkraft, bränsleförbrukning och anskaffningspris. När du klickar på "Visa mer detaljerade uppgifter" öppnas tilläggsuppgifter som preciserar beräkningen. I tilläggsuppgifterna kan man ange även andra parametrar som saknar standardvärden i beräkningen, såsom fordonets restvärde. Det är även möjligt att i rubrikraden för ett enskilt fordon ange ett smeknamn på fordonet, till exempel dess egentliga märke och modell.

Fordonsspecifika uppgifter

 Fordon 1 Bensin 

Radera fordon 

Fordonets storlek 

Mellanstor 

Drivkraft 

Bensin 

Bensinförbrukning 

7,1 l/100km

Anskaffningspris 

22 790 €

[Visa närmare uppgifter](#)

 Fordon 2 El 

Det första värdet som anges är bilens storleksklass, som ger en utgångspunkt för uppskattningen av utsläppen vid tillverkningen av bilen. I kalkylatorn finns fyra storleksklasser för personbilar som i huvudsak följer den allmänna segmentindelningen (se till exempel https://en.wikipedia.org/wiki/Car_classification). Exempel på storleksklasser på bilar är:

- *Småbilar* är kompakta tre- eller femdörrars bilar, dit bilar i segment A och B hör, till exempel Ford Fiesta, Volkswagen Polo, BMW i3 och Renault Zoe.
- *Mellanstora bilar* är den största gruppen i kalkylatorn och inkluderar sett till karossmodellen bland annat sedanbilar, halvkombibilar och kombibilar i segment C och D, till exempel Toyota Corolla, Volkswagen Passat, Audi A4, Nissan Leaf och Hyundai Ioniq.
- *Storbilar* är minibussar, stadsjeepar och fordon med större motorvolym och vikt än normalt i segmenten E, M och J, till exempel Mercedes-Benz E, Tesla Model 3, Honda CR-V, Kia e-Niro, Opel Zafira och Mercedes-Benz B.
- Kategorin *premiumbilar* inkluderar många olika slags bilar. I kalkylatorn kan premiumbil syfta på en sportbil, en stor stadsjeep eller något annat fordon i vars tillverkning det använts mer resurser och naturtillgångar än vanligt. Till kategorin hör bilar i segment F, S och J, till exempel BMW 7, Audi A8, Tesla Model S, Jaguar I-Pace, Porsche Taycan, Volvo XC90 och Tesla Model X.

När det kommer till elbilar följer indelningen inte exakt indelningen ovan, utan elbilarna hör vanligtvis till en större storleksklass i fråga om yttermått. Detta beror på att batteriuppsättningens vikt beträffande elbilar är en viktig faktor vid sidan om karossmodellen och ramen som bestämmer fordonets storleksklass. Små elbilar har vanligtvis en totalmassa på cirka 1 100 kg. Motsvarande massa för mellanstora bilar är cirka 1 500 kg och för storbilar 1 800 kg. Alla fordon med en totalmassa över 2 100 kg kan i detta sammanhang betraktas som premiumbilar. Uppgifterna per storleksklass om utsläpp vid tillverkningen av bilar med olika drivkraft har hämtats ur Europeiska miljöbyråns publikation (EEA 2018).

För varje fordon väljs dess huvudsakliga drivkraft. Alternativen är bensin, diesel, gas, etanol, el, hybrid (bensin/diesel) och laddbar hybrid (bensin/diesel).

En *gasbil* kan drivas med antingen naturgas eller biogas, varför inget separat alternativ för termen biogasbil finns bland drivkrafterna. En etanolbil kan drivas med förutom bensin, även med enbart E85-etanol, som tankas separat.



Med *hybrid* avses här en lätt- eller helhybrid. En helhybrid kan köras med enbart elmotorn, medan elmotorn i en lätthybrid i sin tur endast hjälper förbränningsmotorn och kan inte på egen hand driva bilen. Helhybrider och lätthybrider producerar all den energi de behöver från bränslen och använder el som en form av energilagring. De kan inte laddas med hjälp av någon extern källa.


Det som skiljer *laddbara hybrider* från traditionella helhybrider är att deras energikälla är delvis bränsle och delvis el som laddas utifrån. I laddbara hybrider finns det en bensin- eller dieselmotor samt en elmotor och ett drivbatteri, som kan laddas med nätström via en extern elanslutning.


Utifrån storleksklassen och drivkraften för den valda bilen ger programmet standarduppgifter om bilens anskaffningspris (€), hemladdningsanordning (€) och batteriuppsättningens storlek (kWh). Användaren kan ändra standarduppgifterna för att motsvara de bilar som hen valt att jämföra.


När du klickar på "Visa mer detaljerade uppgifter" visas mer detaljerade uppgifter per fordon.


Fordonsspecifika uppgifter


 Fordon 1
Bensin 


[Radera fordon](#) 

Fordonets storlek 


Mellanstor


Drivkraft 


Bensin


Bensinförbrukning 


7,1
l/100km

Anskaffningspris 


22 790
€

Fordonsskatt 


184,32
€

Övriga årliga kostnader 


650
€

Restvärde 


0
€



Utsläpp vid tillverkning 


5,36
kg CO2-ekv

Utsläpp vid kassering 

956
kg CO2-ekv

Fordonet är importerat 



Serviceprogram  [Redigera](#) 

Bensinfordon


Elfordon

Inget serviceprogram

[Dölj närmare uppgifter](#)

 Fordon 2
El 

I anknytning till de mer detaljerade uppgifterna anges automatiskt standarduppgifter om storleksklass och drivkraft, som användaren har möjlighet att precisera med exakta uppgifter per fordonsmodell.

Fordonsskatten per bilmodell kan sökas i Traficoms fordonsskatteräknare <https://www.traficom.fi/sv/transport/vagtrafik/fordonsskatteraknare>. Räknaren räknar ut en grov uppskattning per drivkraft och storleksklass för fordonet som baserar sig empiriskt på de resultat som sökts med hjälp av Traficoms räknare.

Övriga årliga kostnader. Här kan alla övriga årliga kostnader som inte specificeras separat anges, såsom försäkringar, biltvättar och tillsatsmedel för bränslen (till exempel AdBlue). Andelen kostnader för service och däckbyten anges separat för varje bruksår längre ner i punkten Serviceprogram.

Uppgifterna om *utsläpp vid tillverkningen* av bränsle- och elbilar per storleksklass har hämtats ur Europeiska miljöbyråns publikation (EEA 2018) (bild 2). På basis av Ricardos (2011 och 2015) utredningar är utsläppen vid tillverkningen av hybrider och laddbara hybrider i kalkylatorn som standard 10 procent större i småbilar,

mellanstora bilar och storbilar än utsläppen vid tillverkningen av motsvarande bilar med renodlad förbränningsmotor. För premiumbilar har utsläppen vid tillverkningen antagits vara de samma som utsläppen för motsvarande bilar med förbränningsmotor per storleksklass. Utsläppen vid tillverkningen inkluderar alla andra utsläpp från en ny bil än utsläppen för batteriuppsättningen. Uppskattningarna av batteriuppsättningens utsläpp baserar sig på batteristorleken, som ska anges separat. I kalkylatorn baserar sig standardstorlekarna på plug-in- och elbilars batterier på uppgifterna för bilar i en annan storleksklass som säljs i dag, och därför är storlekarna på standardbatterierna i bilarnas storleksklasser i kalkylatorn större än vad som visas i bild 2 (som visar uppgifter från 2015).

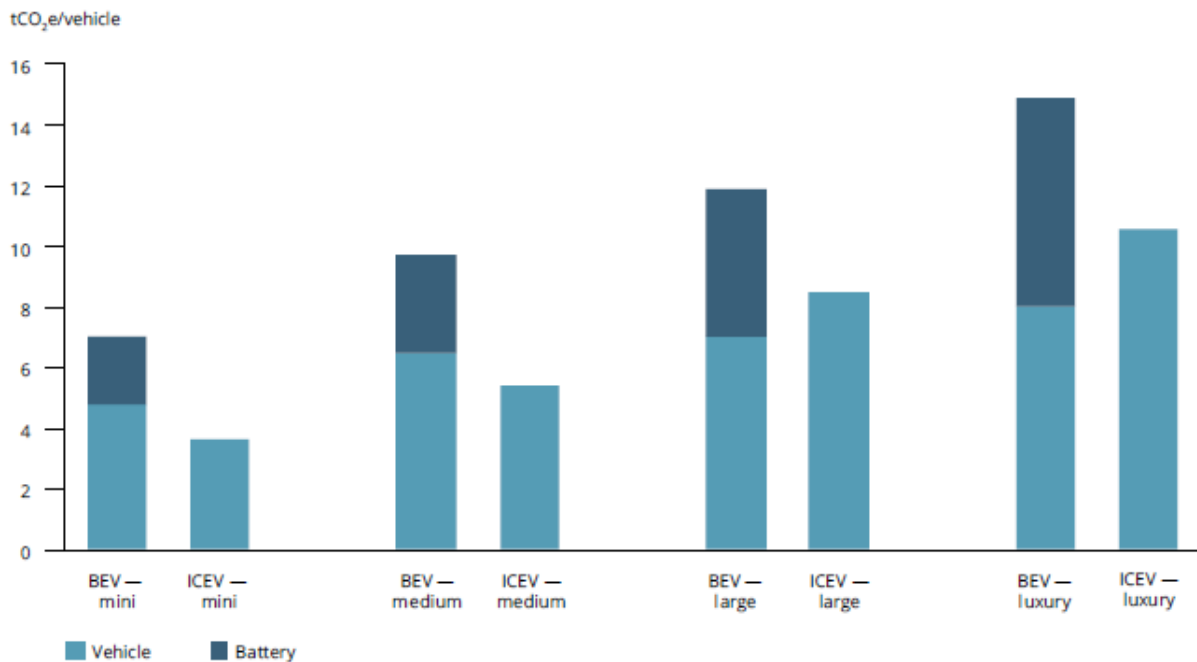


Bild 2. Totala utsläpp från tillverkningen av elbilar (BEV = battery electric vehicles) och bilar med bränslemotor (ICEV = internal combustion engine vehicle) samt deras batteriuppsättningar i olika storleksklasser (bild EEA (2018), ursprungliga uppgifter Elligsten m.fl. 2016).

Beträffande batteriuppsättningarna motsvarar bild 2 inte längre de specifika livscykelutsläppen för tillverkningen av ett batteri som tillämpas i bilkalkylatorn och som är cirka 40 procent lägre (70 g CO₂e/kWh) än vad som använts i samband med bild 2 (cirka 115 g CO₂e/kWh). Informationen om batteriuppsättningarnas nuvarande specifika utsläpp är hämtad ur av medeltalet av publikationerna Bieker (2021) och Green NCAPi (jfr bilaga). Uppgifterna om batteriernas utsläpp i bild 2 kan således divideras med två.

I laddbara hybrider och elbilar varierar batteriuppsättningarnas storlek ofta även inom samma modell (till exempel long range-modeller). Därför är det skäl att ta reda på batteriuppsättningens storlek och använda den istället för standarduppgifterna för storleksklasserna.

Batteriuppsättningarnas bytesintervall är i sista hand en användarspecifik ingångsuppgift, även om ett standardvärde på 300 000 km har angetts för små och medelstora batterier (under 50 kWh). För stora batterier är standardvärdet för bytesintervallet 400 000 kilometer. Uppskattningarna baserar sig på uppgifterna i Biekers (2021) publikation. Även efter dessa kilometer har batterierna fortfarande kvar en kapacitet på omkring 80 procent (Few m.fl. 2018). I praktiken kommer ett batteribyte inte på fråga ens i små bilar.

Klimatkompensation för batteriuppsättningen avser en situation där de gamla batterierna lämnas för återvinning och man genom detta uppnår utsläppsfördelar. När en elbil som skaffas nu når slutet av sin livscykel kommer möjligheterna att återvinna batteriuppsättningen utan tvekan att vara goda. Sekundäranvändningen av batterier kommer även att bli vanligare (de kommer till exempel att användas för lagring av el från solpaneler), vilket gör att man kan undvika användning av fossila bränslen. Efter användningen för lagring i decentraliserade energisystem kommer råmaterialen i batterierna sannolikt att kunna tas tillvara. I EU-lagstiftningen finns noggranna ramvillkor för återvinning (jfr bilaga). Det råder stor osäkerhet beträffande bedömningen av klimatkompensationen, men på basis av uppgifterna i bilagan används i detta sammanhang en standarduppgift för klimatkompensationen på måttliga 20 procent av den ursprungliga batteriuppsättningens utsläpp. Klimatkompensationen minskar utsläppsmängden under bilens hela livscykel med denna mängd.


Skrotningen av bilen ger upphov till egna utsläpp, vilka också har uppskattats grovt utifrån EEA:s (2018) rapport. Mängden är liten, och samma standardvärde har använts för bilarnas samtliga storleksklasser.

Kompensationen för återvinning av en bil som nått slutet av sin livscykel har beträffande alla material förutom batteriuppsättningen beaktats i utsläppen vid tillverkningen av bilen (EEA 2018).

I kalkylatorn antas att användaren inte har importerat de bilar som jämförs på egen hand. Om det är fråga om import av en begagnad bil ska användaren kryssa för användargränssnittet i den aktuella punkten. Följaktligen krävs att användaren även ger exaktare uppgifter om bilens bilskatt. Annars räknas bilskatten för bilalternativet automatiskt på basis av det angivna anskaffningspriset.

Det är möjligt att hantera bilskatten separat i kalkylatorn, även om den är inkluderad i anskaffningspriset för bilar som köpts i Finland. Användaren betalar den på samma sätt som mervärdesskatten. Eftersom bilskatten är inkluderad i kalkylatorn, är det möjligt att jämföra importerade bilar. Bilskatten ingår inte i anskaffningspriset för importerade bilar, varvid kalkylatorn hjälper till att räkna ut bilskatten för sådana bilar. Som standard används värdet inte i beräkningen. Utgångspunkten är n procent av anskaffningspriset. Exakta koefficienter finns här: <https://autokalkulaattori.fi/data/data.json>.

Utgångspunkten är att användaren själv sparar exakta anskaffningspriser för bilarna som jämförs. I kalkylatorn används riktgivande standarduppgifter per storleksklass och drivkraft.

Användaren kan ange exakta kostnadsuppgifterna för det årliga serviceprogrammet genom att klicka på . Användaren kan välja standardserviceprogram enligt antingen ett el- eller bensinfordon, eller lämna serviceprogrammet utanför beräkningen genom att välja "Nej". Standardserviceprogram B har förhandsberäknats för att beskriva serviceprogrammet för en elbil. Genom att ändra grundpriset för årlig service och priset på ett set med däck samt intervallet för dessa uppdateras den årsspecifika tabellen automatiskt om användaren inte har ändrat dem manuellt.

Serviceprogram

Grundpris för årlig service

 €

Intervall mellan omfattande service (år)

Pris för ny däckuppsättning

 €

Bytesintervall för däcken (år)

Utsläpp från servicen

 kg CO2-ekv/100km

1. år årlig service

 €

2. år årlig service

 €

3. år årlig service

 €

4. år årlig service

 €

5. år mer omfattande service

 €

6. år däckbyte

 €

7. år årlig service

 €

8. år årlig service

 €

9. år årlig service

 €

10. år mer omfattande service

 €

11. år årlig service

 €

12. år däckbyte

 €

13. år årlig service

 €

14. år årlig service

 €

15. år mer omfattande service

 €

Tillbaka

Spara

Kostnader för annat än serviceåtgärder uppskattas i punkten "Övriga årliga kostnader".

I slutet av de fordonsspecifika uppgifterna ges användaren även möjlighet att ändra de standarduppgifter i beräkningen som inte är fordonsspecifika. Dessa ingångsdata behandlas i kapitel 2.2.

2.4. Uppgifter om bränsle

I kalkylatorn används prisuppgifterna för olika bränslen från hösten 2019 som standard. Användaren kan fritt ändra priserna enligt prisläget för den aktuella dagen.

Bränslen

Bensin

Pris

 €/l

El

Pris

 €/kWh

[Visa närmare uppgifter](#)

När du klickar på "Visa mer detaljerade uppgifter" visas fler fält där utsläppskoefficienter och den årliga prisutvecklingen kan anges.

Bensin

Pris

 €/l

Direkta utsläpp

 kg CO₂-ekv/L

Utsläpp vid tillverkning och anskaffning

 kg CO₂-ekv/L

Årlig prisutveckling

 %

Med direkta utsläpp avses de olika bränslenas utsläpp vid användning per enhet. LCA-tillägg avser växthusgasutsläppen vid anskaffningen och tillverkningen av råmaterial till bränslen (kg CO₂e/enhet). I utsläppskoefficienterna för bensin och diesel ingår i detta sammanhang inte utsläppseffekten av biokomponenterna i bränslen som säljs vid bensinstationer. Den beräknas separat i kalkylatorn enligt bränslenas blandningsförhållande, som förändras med tiden (se kapitel 4.1).

De direkta och indirekta utsläppen från bensin och diesel är hämtade ur publikationen Lutsey (2017). Uppgifterna om naturgasens livscykel är hämtade ur Ricardos (2016) rapport. Läckage vid anskaffningen av naturgas är inkluderade och motsvarar det uppskattade läget för gasen i distributionsnätet i Mellaneuropa, där gasen från Rysslands rörsystem ingår. I verkligheten varierar utsläppen under produktionen av naturgas per naturgaskälla. Det finns ingen exakt uppskattning av utsläppen från den ryska naturgasen.

Standardutsläppskoefficienterna för biodiesel är de samma som för vanlig diesel och inkluderar den mängd biokomponenter i biodiesel som distributionsskyldigheten anger. I kalkylatorn kommer på så vis användare av biodiesel till samma slutresultat som användare av vanlig diesel. Bakgrunden till denna lösning är Finlands beräkningsregler för inblandningsskyldigheten för biobränslen och det faktum att mängden biodiesel med hållbara produktionskedjor är begränsad globalt. Finlands nuvarande regler för skyldigheten att blanda in biobränslen i bensin och diesel leder till en situation där man på systemnivå inte kan uppnå mer utsläppsminskningar med biodiesel som tankas separat. Om en bilist låter bli att tanka separat biodiesel måste distributionen hur som helst ökas med den mängd biobränsle som motsvarar distributionsskyldigheten. Om en bilist tankar en viss mängd biodiesel blir denna mängd inte inblandad i vanlig diesel (se även kapitel 2.6 och bilagan). Den knappa tillgången till biobaserade bränslen leder till att systemnivåtänkandet är motiverat med den mängd som begränsas av distributionsskyldigheten. Ingen större mängd än den som distributionsskyldigheten anger stannar i distributionen, eftersom den internationella efterfrågan leder den bort från användning i Finland.

Med kalkylatorn är det möjligt att göra en beräkning som baserar sig enbart på biodiesel när utsläppskoefficienten för livscykelutsläppen för den biokomponent som enligt inblandningsskyldigheten ska användas i diesel ändras i inställningarna för kalkylatorn (se kapitel 2.6 och 5.2.2).

Livscykelutsläppen från etanol varierar även mycket beroende på källan till och processtekniken för råmaterialet. Med utsläppskoefficienten för etanol avses i detta sammanhang utsläppen från höginblandad etanol (E85) som säljs separat. För närvarande finns det inga exakta uppgifter om vilken den genomsnittliga utsläppskoefficienten för etanol som säljs separat är i Finland. Den har antagits vara avfallsbaserad och uppnå 80 procents utsläppsminskningsfördelar jämfört med livscykelutsläppen från bensin. Däremot antas etanolen som omfattas av inblandningsskyldigheten uppfylla EU:s kommande hållbarhetskriterier för biobränslen (EU 2018), det vill säga utsläppsminskningen under dess livscykel i förhållande till bensin är 70 procent. Uppgiften om livscykelutsläppen från den etanol som enligt inblandningsskyldigheten ska användas för bensin kan definieras i inställningarna för kalkylatorn (se kapitel 2.6).

Precis som för biodiesel är den globala tillgången till klimatsäker etanol för trafiken knapp. Mängden etanol som tankas separat ingår även i beräkningen av bioandelen enligt Finlands distributionsskyldighet. Ju mer bioetanol som tankas separat, desto mindre biodiesel blandas in i diesel. Detta eftersom man i praktiken inte längre kan öka mängden etanol i 95E10-bensin från nuvarande nivå (se bilaga). Det är dock rimligt med tanke på utsläppskontrollen att öka användningen av avfallsbaserad etanol så länge som man tekniskt och ekonomiskt sett kan framställa den, eftersom den har bättre utsläppsfördelar än åkerbaserad etanol (se föregående stycke). Å andra sidan skulle det leda till ett felaktigt budskap till kalkylatorns användare om man fullt ut beaktade utsläppsminskningen på 80 procent för E85-bränsle.

Av ovannämnda skäl har man i kalkylatorn beslutat sig för en lösning där utsläppen för separat tankat E85-bränsle uppstår enligt följande: RE85-etanolens mängd (l) multiplicerad med dess utsläppskoefficient plus de utsläpp som uppstår när den etanolmängd som överskrider andelen biobränslen i bränslen enligt distributionsskyldigheten för RE85 för det aktuella året minskar motsvarande energimängd biodiesel i dieselbränslet (se beräkningsformeln i kapitel 4.1). Utsläppsminskningen jämfört med bensin ökar med tiden, när mängden biobränsle i dieseln ökar i takt med att bioandelen enligt distributionsskyldigheten ökar. Andelen etanol i E85 har uppskattats utifrån Lipastos uppgifter (VTT 2017), enligt vilka E85-etanol innehöll 72 procent etanol år 2016.

Livscykelutsläppen från biogas varierar mycket beroende på källan till och processtekniken för råmaterialet. Enligt uppgifter från Gasum är livscykelutsläppen från den biogas som bolaget säljer för närvarande 19 g CO_{2e}/MJ (Nevalainen 2019). Det betyder 0,95 kg CO_{2e}/kg, vilket i kalkylatorn har använts som standardutsläppskoefficient för biogas. Framöver är det möjligt att utsläppskoefficienten kommer att ändra, bland annat på basis av i hur hög grad man lyckas få in gödsel i produktionen av biogas.

Biogas ingår i dagsläget i distributionsskyldigheten. Därför får inte de som använder gasbil fullt ut ta del av utsläppsfördelarna med separat tankad biogas. Utsläppen från separat tankad biogas uppskattas på följande sätt: mängden tankad biogas multiplicerad med utsläppskoefficienten för biogas plus de utsläpp som uppstår när den mängd biogas som överskrider gasens bioandel enligt distributionsskyldigheten för det aktuella året minskar motsvarande mängd biogas i den gas som distribueras (se beräkningsformeln i kapitel 4.1). Utsläppsminskningen jämfört med naturgas ökar med tiden, när mängden biogas ökar i takt med att bioandelen enligt distributionsskyldigheten ökar.

Utsläppskoefficienterna för elens livscykel representerar den genomsnittliga utsläppskoefficienten för el som produceras i Finland. Effekten av andelen importerad el på utsläppskoefficienterna är således inte inkluderad. Uppgifterna om livscykelutsläppen från importerad el är troligtvis mindre än koefficienterna för livscykelutsläppen från el som producerats i Finland, eftersom över 70 procent av elen under de senaste åren har kommit från Norden (Finsk Energiindustri 2019) och man framöver allt tydligare föreställer sig att elen kommer från andra ställen än Ryssland. Till exempel var koefficienten för livscykelutsläppen från elproduktionen i Sverige år 2013 cirka 2,5 gånger mindre än utsläppskoefficienten för el som producerades i Finland (Moro och Lonza 2018).

Som standarduppgift för utgångsläget för utsläppsberäkningarna av elanvändningen har utsläppskoefficienten för de direkta specifika utsläppen från produktionen använts, vilket motsvarar den genomsnittliga utsläppskoefficienten för den inhemska elproduktionen som upprätthålls av Fingrid för år 2021. Den har fastställts i samarbete med Statistikcentralen och Finsk Energiindustri rf. Medelvärde för utsläppskoefficienterna för el producerad i Finland var då 81 g CO_{2e}/kWh (Fingrid 2022). Utsläppskoefficienten för anskaffning och framställning av råmaterial för Finlands el har på basis av Moros och Lonzas (2018) publikation uppskattats vara 16 g CO_{2e}/kWh. Uppgiften anger läget år 2014, och därför kan värdet antas ha varit aningen lägre år 2021.

Enligt Lehtiläs m.fl. 2021 bedömning av det politiska scenariot (WAM) kommer utvecklingen av de specifika utsläppen från el att vara snabb. Enligt den kommer de specifika utsläppen av de direkta utsläppen att vara under 10 g CO_{2e}/kWh redan år 2025. I detta avseende sker förändringen i kalkylatorns standardscenario aningen långsammare så att de specifika utsläppen från elproduktionen minskar lineärt från 2022 års värde på 80 g CO_{2e}/kWh till värdet 10 g CO_{2e}/kWh fram till år 2030. Därefter minskar det till värdet 5 g CO_{2e}/kWh år 2035, där det stannar när man går framåt i tiden. De specifika utsläppen från övriga faser av elproduktionens livscykel utvecklas från 2021 års värde på 15 g CO_{2e}/kWh till värdet 10 g CO_{2e}/kWh fram till år 2030 och därifrån lineärt till värdet 5 g CO_{2e}/kWh år 2035, där de sedan stannar.

Det är möjligt att ange en lämplig framtida prisutveckling för olika bränslen. För samtliga bränslen anges som standard att deras pris årligen kommer att stiga med 1,5 procent.

2.5. Uppgifter om fordonets förbrukning

Användaren har möjlighet att fylla i olika bränslekombinationer som förbrukningsuppgifter per hundra körda kilometer. Det förutsätts att de uppgifter som användaren anger motsvarar den faktiska förbrukningen. Med bensen avses den 95E10-bensen som säljs på bensinstationer och med etanol den RE85-etanol som säljs.

Användaren har även möjlighet att ändra de uppgifter om förbrukning som tillverkaren har angett så att de motsvarar den faktiska förbrukningen i de fall där de värden som tillverkaren angett inte har anpassats efter nordliga förhållanden. Här finns en karta till hjälp, där användaren kan klicka med musen på sin bostadsort, varefter korrigeringskoefficienten för bränslena uppdateras enligt temperaturförhållandena på orten. Korrigeringskoefficienten kan ändras även enligt det egna körsättet.

Tillverkaren anger bilarnas förbrukningsvärden endast i enlighet med en mätstandard (WLTP). Målet med WLTP är att så väl som möjligt beskriva de genomsnittliga körförhållandena, och inom EU korrigeras standardens CO₂-värde på basis av medeltemperaturen. Förbrukningen vid blandad körning och för laddhybrider förbrukningen vid viktad blandad körning är ett bra referensvärde för förbrukningen. Om användaren redan har en bil där kördatorn kan ge förbrukningsvärdena är det bra att använda dem som grund för beräkningen.

Fordon 2 El

[Radera fordon](#)

Fordonets storlek

Mellanstor

Drivkraft

El

Elförbrukning

17 kWh/100km

Korrigeringskoefficient för förbrukningen

Använd korrigeringskoefficient

Med hjälp av de preciserande alternativen kan du precisera effekten av ditt körsätt och din trafikmiljö på förbrukningen.

Trafikmiljö

Landsväg Stad

-15 0% 15

Körsätt

Ekonomiskt Aggressivt

-10 0% 10

KORRIGERINGSKOEFFICIENT FÖR FÖRBRUKNINGEN

1.26

El

1.1

Övriga bränslen

När man använder de förbrukningsvärden som tillverkaren angett kan man försöka precisera körbeteendets och trafikmiljöns inverkan på förbrukningen med hjälp av skjutreglagen invid.

Som standard görs ingen temperaturkorrigering alls, och temperaturen inverkar endast i liten grad på utsläppen från bilar med förbränningsmotor. När användaren anger de förbrukningsvärden som realiserats tidigare i fältet för förbrukningen beaktas samtliga faktorer som påverkar förbrukningen.

2.6. Fordonsoberoende standarduppgifter för beräkningen

Via inställningarna (se kapitel 2.2) öppnas de ingångsdata i kalkylatorn som är oberoende av fordonet och som användaren antas ändra endast i specialfall.

Inställningar

Elproduktion

Effektivitetskoefficient för
elöverföring och -distribution

Effektivitetskoefficient för
laddning

Utvecklingsscenario för
utsläppen från elproduktionen



Distributionsskyldighet

Som standard visar räknaren uppgifter för en period på 15 år. Aikajännettä on mahdollisuus kasvattaa ja vähentää painikkeilla.

Innehavstid i år

Standardgrafan är ett stapeldiagram, som kan ändras till exempelvis ett linjediagram. Ett linjediagram lämpar sig bättre för att undersöka skillnader mellan olika bilalternativ, i synnerhet med större tidsintervall. Resultaten kan också visas i tabellformat genom att välja "Tabell" i knapparna ovanför graferna.

För beräkningen av utsläppen från elproduktionen används tre variabler. Effektivitetskoefficienten för elöverföring och -distribution har som standard fastställts för att motsvara det genomsnittliga läget för Finlands elsystem (Honkapuro m.fl. 2015), det vill säga den är 0,97, medan den i Europa är 0,935 i genomsnitt (Lutsey 2017). Även svinn uppstår vid laddning av elbilar. Effektivitetskoefficienten för laddning är 0,93 i kalkylatorn, vilket motsvarar det genomsnittliga läget i Europa (Lutsey 2017).

I kalkylatorn antas att koefficienten för växthusgasutsläppen från elproduktionen (kg CO_{2e}/kWh) i referensscenariot utvecklas på det sätt som beskrivs i kapitel 2.4, och detta scenario anges som standarduppgift. Användaren kan valfritt skapa ett eget scenario för utsläppskoefficienten genom att spara årliga värden för varje år i inställningarna.

Tabell 1. Framtida utveckling av bioandelen i de bränslen som används i kalkylatorn.

| Nytt | Bensin | Diesel | Gas | Bränsle som säljs |
|-------|----------|-------------|----------|-------------------|
| | Etanol % | Biodiesel % | Biogas % | Bioandel % |
| 2023 | 10,0 | 17 | 50 | 13,5 |
| 2024 | 10,0 | 36 | 76 | 28 |
| 2025 | 10,0 | 37 | 78 | 29 |
| 2026 | 10,0 | 37 | 78 | 29 |
| 2027 | 10,0 | 38,5 | 80 | 30 |
| 2028 | 10,0 | 39,5 | 80,5 | 31 |
| 2029 | 10,0 | 40,5 | 81 | 32 |
| 2030 | 10,0 | 42,8 | 83 | 34 |
| | | | | |
| 2050 | 10,0 | 42,8 | 83 | 34 |

Andelarna biobränslen i fossil bensin och diesel förväntas utvecklas enligt de riktlinjer för distributionsskyldigheten som Finland upprättat (riksdagen 2022). Enligt lagen bör en sådan procentandel av distributionsmängden som beskriver biobränslenas energiinnehåll uppfyllas i den sammanlagda mängden distribuerad bensin och dieselbränslen. Utgångspunkten för bensinbilar är dock att man i dagens bilar inte kan tanka bensinblandningar med en etanolmängd som överskrider tio procent. Därför har man här antagit att 95E-bensin från och med nu används i de bilar som finns som alternativ (standardvärde 10 procent etanol). Detta bygger på antagandet att den nya bensinstandard E20 inte kommer ut på marknaden. Bioandelarna i diesel och biogas har extrapolerats fram till år 2030 på basis av de siffror som presenteras i WAM-scenariot i färdplanen för koldioxidsnål vägtrafik (VTT 2021b), varefter bioandelarna enligt distributionsskyldigheten förblir oförändrade (tabell 1). Om användaren ändrar värdet på distributionsskyldigheten mellan 2030 och 2050 beräknas värdena för de mellanliggande åren linjärt interpolerande.

I punkten i inställningarna finns en separat möjlighet att ange koefficienten för livscykelutsläppen från biokomponenten i diesel (kg CO₂e), eftersom den inte kan anges i samband med uppgifterna om bränslen (kapitel 2.4). Livscykelutsläppen från biokomponenten i diesel per liter har antagits vara 80 procent lägre än livscykelutsläppen per liter vid förbränning och tillverkning av fossil diesel. Utgångspunkten är att man i diesel i Finland blandar in sju procent traditionell biodiesel (s.k. FAME), som uppfyller kraven på utsläppsminskningar för nya anläggningar enligt RED-direktivet (70 procent lägre utsläpp från nya anläggningar än anläggningar för fossil diesel). Resten av den biodiesel som omfattas av blandningsskyldigheten är paraffinisk diesel, med vilken man uppnår utsläppsminskningar på 80–90 procent jämfört med traditionell biodiesel (utsläppsminskningar som uppgetts av Neste och UMP Kymmene).

I kalkylatorn antas inte att bilens förbrukning ändras när andelen biodiesel ökar, eftersom energiinnehållet i paraffinisk biodiesel motsvarar energiinnehållet i fossil diesel (36 MJ/liter).

I inställningarna kan även koefficienten för livscykelutsläppen från biokomponenten i bensin (etanol) ändras (kg CO₂e). Dess värde varierar årligen beroende på råvarubasen. I detta sammanhang antas utsläppen vara i medeltal 60 procent lägre än livscykelutsläppen per liter från fossil bensin.

Användaren kan även ändra energiinnehållet i de olika bränslena.

Fossila bränslen

| | | |
|---|------|---------------------------|
| Koefficient för livscykelutsläppen från etanol inblandad i bensin | 0,90 | kg CO ₂ -ekv/L |
| Koefficient för livscykelutsläppen från biokomponenten i diesel | 0,69 | kg CO ₂ -ekv/L |
| Energiinnehåll i bensin | 32 | MJ/L |
| Energiinnehåll i etanol | 21 | MJ/L |

Längst ner i inställningarna kan även följande standarduppgifter ändras:

Andra variabler

| | | |
|---|------|-----------------------------|
| Koefficient för utsläppen vid tillverkning av en elbils batteriuppsättning | 70 | kg CO ₂ -ekv/kWh |
| Årlig prisnedgång på en ny batteriuppsättning | 4 | % |
| Årlig utveckling av utsläppskoefficienten för tillverkning av en batteriuppsättning (%) | 3,35 | % |
| Räntenivå för bundet kapital | 2 | % |

Standardutsläppskoefficienten för bilens elbatterier beskriver de växthusgasutsläpp som uppstår vid anskaffningen och tillverkningen av råmaterialen till ett batteri. Utsläppskoefficienten varierar mycket mellan olika forskningsresultat (ICCT 2018). Variationsintervallet är 56–200 kg CO₂e/kWh, där de största värdena gäller batterier tillverkade i Asien. En viktig faktor som förklarar variationen är hur ren energi som används i tillverkningen och därför varierar utsläppen från tillverkningen av batterier mellan olika länder och världsdelar. Romare och Dahllöf (2017) har i sina undersökningar bedömt att energiutsläppen står för åtminstone 50 procent av koefficienten för livscykelutsläppen för en batteriuppsättning. I detta sammanhang har ett genomsnittresultat från färsk forskning (Bieker 2021 och Green NCAP 2022) använts som är endast 70 CO₂e/kWh (se bilaga).

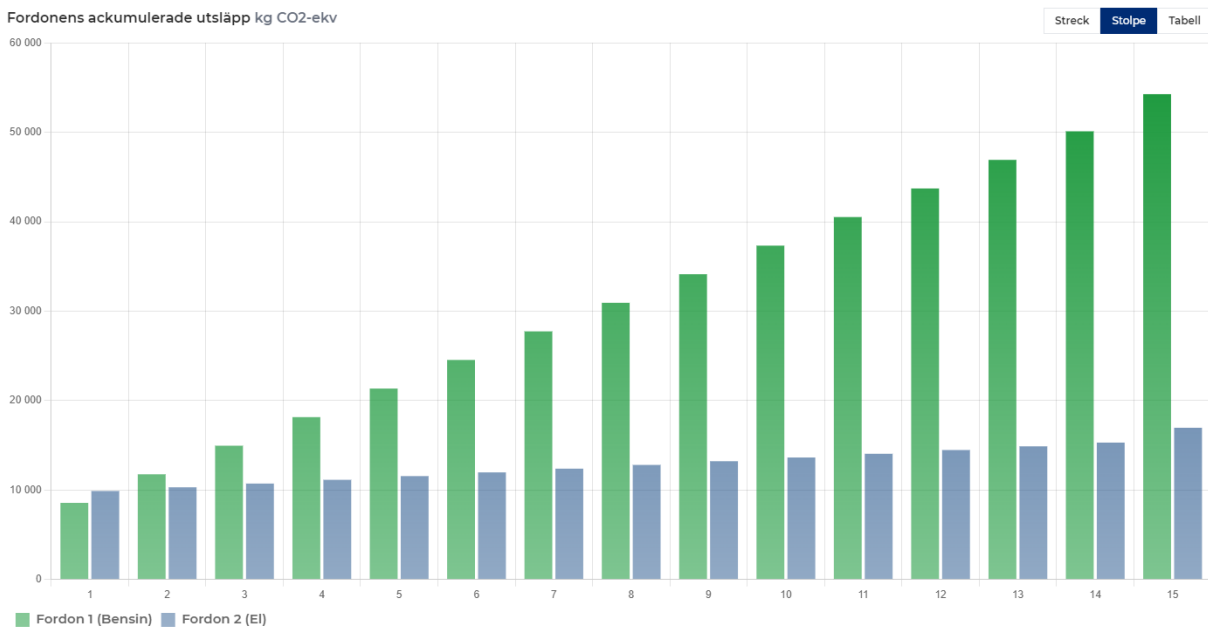
Det uppskattade priset på en ny batteriuppsättning som anges som standard motsvarar nuläget (300 euro/kWh) (se kapitel 2.3). Priset har antagits sjunka med omkring fyra procent per år. Utsläppskoefficienten för tillverkningen av en batteriuppsättning har på motsvarande sätt antagits minska med 3,35 procent per år.

För kostnadsberäkningen (se kapitel 4.2) är det möjligt att ändra räntenivån för det förväntade kapitalet. Standardvärdet är 2 procent.

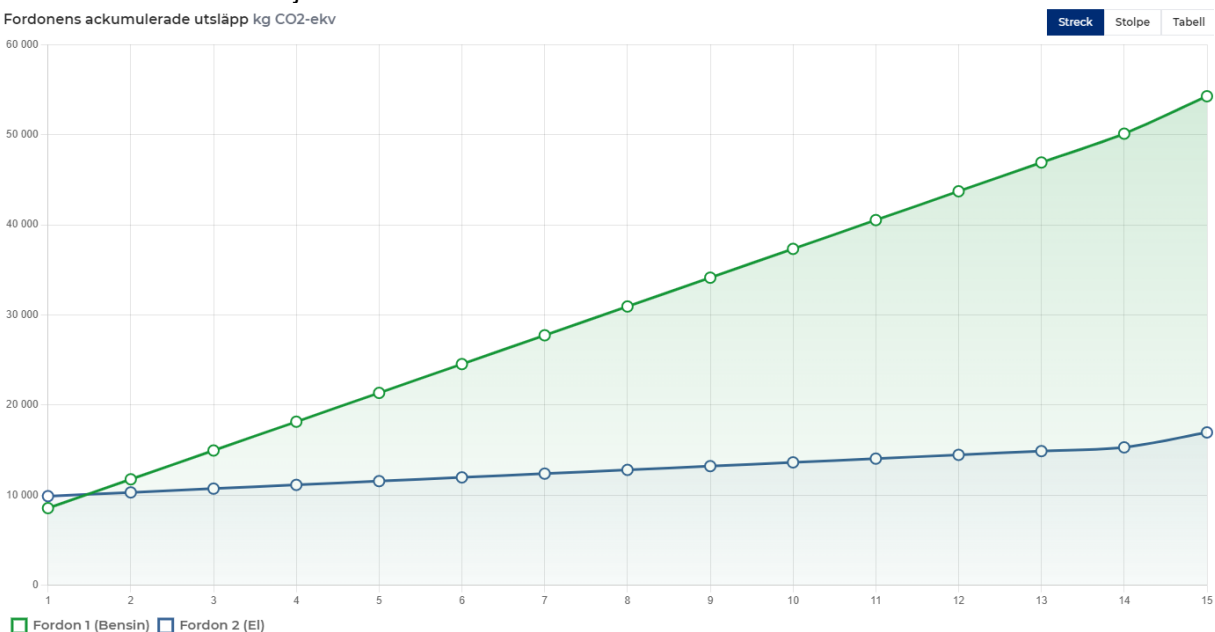
3. ANALYSENS RESULTAT OCH TOLKNING AV DET

Analysens utsläppsresultat visas som standard i den högra kanten av applikationen. Utsläppen under hela livscykeln för de olika bilalternativen räknas ihop för varje år, varvid de så kallade kumulativa utsläppen visas antingen som staplar (standard), linjer eller tabell (användaren kan ändra visningsformatet som staplar till linjer eller tabell) i förhållande till tiden. Ju mindre växthusgasutsläppen är, desto bättre är bilen för klimatet. Vid skärningspunkten för de olika bilalternativens kumulativa utsläpp förändras rangordningen mellan alternativen. Motsvarande visningsätt och tolkning av resultaten gäller för kostnaderna.

På bilden nedan är utsläppen från elbilen redan efter två brugsår mindre än från den bensinbil som man jämför med. Siffervärdena för varje år visas när kursorn placeras på respektive stapel eller linje.



Linjediagrammet visar samma information som stapeldiagrammet ovan, men på ett mer välbekant sätt. Vid användning av linjediagram bör man beakta att val som ger liknande resultat visas ovanpå varandra, varvid det kan vara svårt att skilja resultaten för olika fordon från varandra.



Det tredje alternativet i räknaren, tabellen, beskriver fordonens sammanlagda utsläpp för varje år. I tabellens medelvärdesrad beskrivs fordonets genomsnittliga årliga utsläpp. Även kostnaderna kan granskas som en tabell med samma logik.

Fordonens ackumulerade utsläpp kg CO₂-ekv

Streck Stolpe **Tabell**

| År | Fordon 1 (Bensin) | Fordon 2 (El) |
|--------------------------|-------------------|---------------|
| 2023 (1) | 8556 | 9883 |
| 2024 (2) | 11752 | 10299 |
| 2025 (3) | 14949 | 10716 |
| 2026 (4) | 18145 | 11132 |
| 2027 (5) | 21341 | 11549 |
| 2028 (6) | 24538 | 11965 |
| 2029 (7) | 27734 | 12381 |
| 2030 (8) | 30930 | 12798 |
| 2031 (9) | 34127 | 13214 |
| 2032 (10) | 37323 | 13631 |
| 2033 (11) | 40519 | 14047 |
| 2034 (12) | 43716 | 14464 |
| 2035 (13) | 46912 | 14880 |
| 2036 (14) | 50108 | 15296 |
| 2037 (15) | 54261 | 16955 |
| Kostnader i utsläpp / år | 3617 | 1130 |

4. BERÄKNINGSFORMLER

4.1. Grunder för beräkningen av utsläpp

Uppgifterna om utsläpp vid tillverkningen av bilar med olika drivkraft per storleksklass är hämtade ur Europeiska miljöbyråns publikation (EEA 2018). Utsläppen vid biltillverkningen inkluderar även utsläppen vid anskaffningen och tillverkningen av material samt effekterna av monteringen av bilen och återvinningen av material. Utsläppen vid anskaffningen och tillverkningen av material till ett batteri är inte inkluderade, inte heller klimatkompensationen för batteriuppsättningen. De beaktas separat som egna punkter i beräkningen.

Uppskattning av livscykelutsläpp

Utsläppen för varje bilalternativ efter n bruksår beräknas på följande sätt:

$$KP_n(a) = \text{AutoVP}(a) + \text{AkkuVP}(a) + PP_1(a) + \dots + PP_n(a) + \text{AutoH}(a) + \text{AkkuU}(a) + \text{AkkuH}(a) + HP_n \quad (1)$$

där

- $KP_n(a)$ = växthusgasutsläpp från bilalternativ a i ton koldioxidekvivalenter efter n bruksår (kg CO₂e)
- $\text{AutoVP}(a)$ = utsläpp från anskaffningen och tillverkningen av råmaterialen till bilalternativ a samt utsläppen från tillverkningen av bilen (kg CO₂e)
- $\text{AkkuVP}(a)$ = utsläpp från anskaffningen och tillverkningen av råmaterialen till elbatteriet i bil a samt utsläppen från tillverkningen av batteriuppsättningen (kg CO₂e)
- $PP_i(a)$ = utsläpp vid användningen av bil a :s bränslen år i
- $\text{AutoH}(a)$ = utsläpp vid kassering (skrotning) av bil a
- $\text{AkkuU}(a)$ = utsläpp som uppstår när elbatteriet i bil a förnyas (kg CO₂e)
- $\text{AkkuH}(a)$ = klimatkompensation för återvinningen efter att elbatteriet i bil a har kasserats (negativa utsläpp, kg CO₂e)
- HP_n = Utsläpp från underhållsverksamhet efter n bruksår (kg CO₂e)

Värdena på variablerna $\text{AutoVP}(a)$, $\text{AutoH}(a)$ och $\text{AkkuH}(a)$ i ekvation (1) fås direkt som indata för respektive bilalternativ. Utsläppen från batterier som förnyas minskar lineärt så att de efter 15 år är 60 procent av de ursprungliga. Här antas att batteriteknologin utvecklas och att energiutsläppen från tillverkningen av batterier minskar med 80 procent. Det kan noteras att Romare och Dahllöf (2017) i sina undersökningar har bedömt att energiutsläppen står för åtminstone 50 procent av koefficienten för livscykelutsläppen för en batteriuppsättning.

Utsläppen från en batteriuppsättning beräknas på följande sätt:

AkkuVP(*a*) = koefficient för livscykelutsläppen vid tillverkningen av elbatterierna i bil *a* (kg CO₂e/kWh) *
batteriernas storlek (kWh) (2)

Utsläpp vid användning av E95-bensin

Utsläppen vid användning av E95-bensin i personbil *a* (kg CO₂e) för respektive år *i* beräknas på följande sätt:

$PPE95_i(a) = [(SBP+VBP) * (1-SB_i) + (SEP_i+VEP_i) * SB_i] * VA * K(E95)/100$ (3)

där

PPE95_{*i*}(*a*) = utsläpp vid användningen av E95-bensin i bil *a* år *i*

SBP = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av bensin (kg CO₂e/liter)

VBP = koefficient för livscykelutsläppen för bensin från anskaffning av olja till distribution (kg CO₂e/liter)

SB_{*i*} = andel (%) biobränsle (etanol) enligt distributionskyldigheten år *i*

SEP_{*i*} = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av etanol (kg CO₂e/liter) år *i*

VEP_{*i*} = koefficient för livscykelutsläppen för etanol från anskaffning av råmaterial till distribution (kg CO₂e/liter) år *i*

VA = årligt antal körkilometer (km)

KE95(*a*) = bil *a*:s förbrukning av E95-bensin per 100 km (inkluderar andelen etanol enligt distributionskyldigheten).

I ekvation 3 hämtas SBP- och VBP-värdena för bensin direkt från kalkylatorns standardvärden, som visas för användaren (vyn på sidan 8). De antas hållas konstanta framöver. Utsläppskoefficienten för etanol (SEP + VEP) som presenteras i samma sammanhang motsvarar standardutsläppskoefficienten för den RE85-etanol som använts, där etanolen uppnår utsläppsminskningar på 70 procent jämfört med livscykelutsläppen från bensin.

Utsläpp vid användning av diesel och biodiesel

De årliga utsläppen vid användning av en diesebil beräknas med en motsvarande ekvation som ekvation 3 (PPD_{*i*}(*a*)), men i vilken utsläppskoefficienterna för diesel och biodiesel (SDP, VDP, SBDP, VBDP) används istället för koefficienterna för bensin och etanol.

Utsläppen från biodiesel som tankas separat beräknas i standardläget på motsvarande sätt som för diesel (se kapitel 2.5). Utsläppseffekterna av biodiesel som tankas separat utan distributionskyldighetens inverkan kan beräknas på det sätt som beskrivs i kapitel 5.2.2.

Utsläpp vid användning av bränslen för bensin- och dieselhybrider

Utsläppen vid användning av bränslen för bensin- och dieselhybridbilar beräknas på motsvarande sätt som utsläppen vid användning av bränslen för bensin- och dieserbilar.

Utsläppseffekter av E85-etanol

Enligt kapitel 2.5 uppstår utsläppseffekterna av E85-etanol som tankas separat via följande beräkningssteg. Först beräknas E85-bränslets utsläpp med den använda litermängden enligt ekvation 3 (PPE85_{*i*}(*a*)). Andelen etanol i E85 uppskattas till 80%. Användning av etanol i E85 minskar livscykelutsläppen från bensin med 80 procent, det vill säga $SEP + VEP = 0,3 * (21/32) * (SEB + VEB)$, där (21/32) är relationstalet för energiinnehållen i etanol och bensin per liter bränsle.

I det andra steget i fallet med E85 beräknas ett utsläppstillägg, som uppstår när överflödigt etanol slår ut användningen av biodiesel i diesel. Med andra ord minskas användningen av biodiesel med lika mycket som den mängd etanol som överskrider procenten för biobränsle i enligt distributionsskyldigheten ett visst år. Detta utsläppstillägg för utslagningen av biodiesel, $PLBD_i(a)$, räknas ihop med utsläppen från E85 ($PPE85_i(a)$), varvid resultatet blir de totala utsläppseffekterna för användning av E85 i bil a för respektive år i ($KPPE85_i(a)$), det vill säga

$$KPPE85_i(a) = PPE85_i(a) + PLBD_i(a) = PPE85_i(a) + SMFD_i(a) * [(SFDP+VFDP) - (SDP_i+VDP_i)] \quad (4)$$

där

$PPE85_i(a)$ = utsläpp vid användningen av E85-etanol i bil a ($VA * KE85(a)$) år i

$SMFD_i(a)$ = ökning av fossil diesel på grund av E85-användning av bil a i distributionsskyldigheten för diesel år i

$SFDP$ = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av fossil diesel (kg CO₂e/liter)

$VFDP$ = koefficient för livscykelutsläppen för fossil diesel från anskaffning till distribution av biodiesel (kg CO₂e/liter)

SDP_i = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av biodiesel (kg CO₂e/liter) år i

VDP_i = koefficient för livscykelutsläppen för biodiesel från anskaffning till distribution av biodiesel (kg CO₂e/liter) år i

VA = årligt antal körkilometer (km)

$KE85(a)$ = bil a :s förbrukning av E85-etanol per 100 km.

I ekvation (4) räknar man först ut $SMFD$ med hjälp av energimängderna för bensin och etanol i E85 per liter. Energimängden i bensin $BE = 32 * (1-0,80) = 6,86$ MJ och energimängden i etanol $EE = 21 * 0,80 = 16,8$ MJ. I beräkningen antas således att det i en liter RE85 till volymen finns 0,72 procent etanol och resten bensin. Procentuellt sett finns det alltså 28 procent energi från bensin och 72 procent energi från etanol i en liter E85. För varje år i borde bioandelen enligt distributionsskyldigheten vara X_i procent av det bränsle som distribueras. Den överskridande mängden etanol är därför $(EE - (BE+FF)*X_i)$ % av den mängd E85-etanol som tankas. Denna mängd måste ännu ändras för att motsvara energimängden i diesel och bensin, det vill säga

$$SMFD_i(a) = (EE - (BE+FF)*X_i)/X_i * VA * KE85(a) * 23,2/36 \quad (5)$$

där 36 är energimängden i diesel (MJ/l) och 23,2 är energimängden i E85 (MJ/l).

Utsläpp vid användning av bränslen för gasbilar

De totala utsläppen från användningen av bränslen för gasbil ka beräknas på basis av de mängder naturgas, biogas och bensin som används per 100 kilometer:

$$KPPi(ka) = [(SPMK + VPMK) * KMK(ka) + KPPBK_i(ka) + (SP95E * VP95E) * K95E(ka)] * VA/100 \quad (6)$$

där

$SPMK$ = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av naturgas (kg CO₂e/kg)

$VPMK$ = koefficient för livscykelutsläppen för naturgas från anskaffning till distribution av gasen (kg CO₂e/kg)

$KMK(ka)$ = gasbil ka :s förbrukning av naturgas (kg) per 100 km

$KPPBK_i(ka)$ = effekten av de totala utsläppen från användning av biogas i gasbil ka år i

$SP95E$ = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av E95-bensin (kg CO₂e/liter)

$VP95E$ = koefficient för livscykelutsläppen för E95-bensin från anskaffning av olja till distribution (kg CO₂e/liter)

$KE95(ka)$ = bil ka :s förbrukning av 95E-bensin (l) per 100 km

VA = årligt antal körkilometer (km).

Biogas omfattas i dagens läge av distributionsskyldigheten. Därför bildas de totala effekterna av användningen av biogas från utsläppen vid användningen av biodiesel som distribueras i diesel och det

indirekta utsläppstillägget för den mängd biogas som överskrider bioskyldigheten. Användningen av naturgas i vägtransporter är så låg, varför förändringen förväntas ske i mängden biodiesel som distribueras. Tillägget uppstår när den aktuella biogasmängden minskar gasens biogasandel. De totala utsläppseffekterna från biogasen i gasbil ka ($KPPBK_i(ka)$) för varje år i beräknas på samma sätt som för E85-etanol, dvs.:

$$KPPBK_i(ka) = [(PPBK_i(ka) + VLBK_i(ka)) + (1 - JB_i) * ((SPMK + VPMK) - (SPBK + VPBK))] * KEK(ka) * VA/100 \quad (7)$$

där

- $PPBK_i(ka)$ = bil ka :s utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av biogas ($VA * KPK(ka)$) i år i
- $VPBK$ = koefficient för livscykelutsläppen för biogas från anskaffning till distribution av gasen (kg CO_2e/kg)
- JB_i = andel biobränsle (%) enligt distributionsskyldigheten år i
- $SPMK$ = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av naturgas (kg CO_2e/kg)
- $VPMK$ = koefficient för livscykelutsläppen för naturgas från anskaffning till distribution av gasen (kg CO_2e/kg)
- $KEK(ka)$ = bil ka :s förbrukning av gas (l) per 100 kilometer (samma förbrukning med naturgas och biogas)
- VA = årligt antal körkilometer (km).

Utsläpp vid användning av elbilar och bränslen för laddbara hybrider

För laddbara bensinhybrider beräknas utsläppen från körningen på basis av den mängd el som skaffas utanför bilen och den använda bensinmängden. Utsläppen för bensin beräknas med ekvation 3. Utsläppen från förbrukad köpt el beräknas på samma sätt som för elbilar (sa). De beräknas på följande sätt:

$$PPI(sa) = [(SSP + VSP) * (1 / SHT) * (1 / SLT)] * SK(sa) * VA / 100 \quad (8)$$

där

- SPS = direkt utsläppskoefficient för elproduktionen (kg CO_2e/kWh)
- VPS = livscykelutsläpp från de bränslen som används i elproduktionen (kg CO_2e/kWh)
- SHT = effektivitetskoefficient för systemet för elanskaffning
- SLT = effektivitetskoefficient för elladdning
- $SK(sa)$ = bil sa :s elförbrukning (kWh) per 100 kilometer
- VA = årligt antal körkilometer (km).

Utsläppen från laddbara dieselhybrider beräknas på motsvarande sätt som för laddbara bensinhybrider. Istället för bensin används diesel.

4.2. Beräkning av kostnader

De kumulativa kostnaderna för en bil inkluderar inköpskostnaderna för bilen, det vill säga investeringskostnaden, bilskatten, fordonsskatten, de årliga kostnaderna och för elbilar byte av batteriuppsättning. I de årliga kostnaderna ingår tanknings- eller laddningskostnaderna, fordonsskatten, räntan på investeringen samt service. Räntekostnaden för investeringen har beräknats med två procents ränta på bilens anskaffningspris.

Utöver ovanstående är det möjligt att även uppskatta ett restvärde för bilen. Det finns inte som standardvärde i kalkylatorn, utan användaren kan valfritt ange fordonets restvärde i det fält som är avsett för det. I sådana fall tar kalkylatorn bort det angivna beloppet för det sista året i det valda granskningsintervallet.

För elbilar är beräkningsformeln för de kumulativa kostnaderna under användningen:

$$KK_n(sa) = INV - J + AV + V + \sum_{i=1}^n (W_{c,i}K_i + M_i + AJV_i + r^i * (INV - J)) \quad (9)$$

där

- $KK_n(sa)$ = kumulativa kostnader för användning av elbilen för n år, €
- INV = pris, det vill säga investeringskostnad, €
- AV = bils katt, €
- J = restvärde, €
- V = kostnad för byte av batteriuppsättning, €
- $W_{c,i}K_i$ = elpriset €/kWh multiplicerat med elförbrukningen kWh/år, det vill säga laddningskostnaderna, € per år
- M = servicekostnader, € per år
- AJV = fordonsskatt, € per år
- r = ränta på investeringen, %
- n = granskningsintervallet i antal år.

För laddbara hybrider:

$$KK_n(h) = INV - J + AV + \sum_{i=1}^n (W_{t,i}K_i + W_{c,i}K_i + M_i + AJV_i + r^i * (INV - J)) \quad (10)$$

där

- $KK_n(a)$ = kumulativa kostnader för användning av en bil som inte är en elbil för n år, €
- INV = pris, det vill säga investeringskostnad, €
- AV = bils katt, €
- J = restvärde, €
- $W_{t,i}K_i$ = bränslepriset €/l multiplicerat med bränsleförbrukningen l/år, det vill säga tankningskostnaderna, € per år
- $W_{c,i}K_i$ = elpriset €/kWh multiplicerat med elförbrukningen kWh/år, det vill säga laddningskostnaderna, € per år
- M = servicekostnader, € per år
- AJV = fordonsskatt, € per år
- r = ränta på investeringen, %
- n = granskningsintervallet i antal år.

För övriga bilar:

$$KK_n(a) = INV - J + AV + \sum_{i=1}^n (W_{t,i}K_i + M_i + AJV_i + r^i * (INV - J)) \quad (11)$$

där

- $KK_n(a)$ = kumulativa kostnader för användning av en bil som inte är en elbil för n år, €
- INV = pris, det vill säga investeringskostnad, €
- AV = bils katt, €
- J = restvärde, €
- $W_{t,i}K_i$ = bränslepriset €/l multiplicerat med bränsleförbrukningen l/år, det vill säga tankningskostnaderna, € per år
- M = servicekostnader, € per år
- AJV = fordonsskatt, € per år
- r = ränta på investeringen, %
- n = granskningsintervallet i antal år.

5. UTVIDGNING AV ANVÄNDNINGEN AV KALKYLATORN

5.1. Känslighetsanalys

Standarduppgifterna i kalkylatorn kan ändras, och efter ändringarna visas resultaten för både utsläpp och kostnader omedelbart i grafer.

På utsläppen från elbilar inverkar ursprunget för den el som används vid laddning kraftigt. För känslighetsanalysen kan man välja till exempel extremfall där elen har producerats med till exempel vindkraft ($10 = 0 + 10 \text{ g CO}_2\text{e/kWh}$) eller kol ($1\,390 = 1\,029 + 361 \text{ g CO}_2\text{e/kWh}$), eller använda den genomsnittliga utsläppskoefficienten för europeisk el ($351 = 296 + 45 \text{ g CO}_2\text{e/kWh}$). Koefficienterna för livscykelutsläppen från vind- och kolkraft är hämtade ur publikationen Koffi m.fl. (2017). Den genomsnittliga koefficienten för Europas elproduktion är hämtad ur EEA:s (2018) publikation (EU20:s direkta utsläppskoefficient år 2016) och livscykelutsläppen från uppströmsaktiviteter ur publikationen Moro och Lunza (2018).

Det råder stor osäkerhet beträffande elbilsbatterier, vilket framför allt beror på batteriernas ursprung. Batterier tillverkade i Asien har större utsläpp, eftersom utsläppen från den energi som används vid tillverkningen av dem är större där. Ett för känslighetsanalysen lämpligt variationsintervall för utsläppskoefficienten för batteritillverkningen är 60–100 kg CO₂e/kWh (jfr kapitel 2.6).

Det finns tämligen stora variationer i utsläppen från tillverkningen av olika bilar i samma storleksklass och även med samma drivkraft. Därför är det vid jämförelse av olika bilalternativ även skäl att bedöma resultatets känslighet genom att ändra utsläppskoefficienten för tillverkningen.

Utsläppskoefficienterna för biobränslen är förknippade med variationer som beror på tillverkningstekniken och råvarubasen samt vilkas effekter man kan undersöka genom att göra avvikelser i utsläppsminskningarna med exempelvis variationsintervallet 60–80 procent i förhållande till fossila bränslen.

5.2. Bedömning av effekterna av separat användning av biodiesel, etanol och biogas

5.2.1 Distributionsskyldighetens effekter

Syftet med distributionsskyldigheten är att främja användningen av hållbara förnybara bränslen för att ersätta motorbensin, dieselolja och naturgas i trafiken. Distributionsskyldigheten för bränslen, som fastställer den totala mängden förnybar energi som distribueras i Finland, definieras i lagstiftningen. De delområden i distributionsskyldigheten som är centrala för beräkningen är följande:

1. Andelen förnybara bränslen: I lagstiftningen definieras hur energiandelen från förnybara källor utvecklas i energiförbrukningen i slutanvändningen av bränslen i trafiken. Den här minimiandelen har definierats i EU:s direktiv om förnybar energi (RED II). Finland har fastställt ambitiösare mål än EU i fråga om ökning av andelen förnybara energikällor i slutanvändningen av bränsle i trafiken. Finlands mål är att uppnå en andel på 34 procent förnybara bränslen i trafiken senast år 2030 (lag 13.4.2007/446, 5 §). I fråga om distributionsskyldigheten avses med energi från förnybara källor biobränslen eller biogas som producerats eller tillverkats med hjälp av bioråvaror, eller förnybara bränslen för trafiken i flytande form eller gasform som har annat än biologiskt ursprung, såsom syntetiska trafikbränslen som tillverkats med hjälp av förnybar energi (exempelvis så kallade elektrobränslen). I nuläget omfattar distributionsskyldigheten biodiesel, etanol och även biogas.

2. Hållbarhetskriterier för biobränslen: till lagen hör också att säkerställa att de biobränslen som används uppfyller hållbarhetskriterierna enligt RED II-direktivet. Till dessa kriterier hör exempelvis minskning av växthusgasutsläppen och användning av hållbara råmaterial. I kalkylatorn antas att etanol och biodiesel som används i trafiken i Finland under sin livscykel har 80 procent mindre utsläpp jämfört med fossila motsvarigheter. Detta är en ca 10 procent större utsläppsminskning än vad RED II-direktivet kräver av tillverkare av biobränslen (grunderna för de antagna värdena för Finlands del beskrivs närmare i kapitel 2.6).

Förverkligandet av distributionsskyldigheten på distributörsnivån förutsätter att distributörerna av bränsle iakttar de krav och mål som ställts upp i lagstiftningen. Distributörerna kan förverkliga sina skyldigheter på olika sätt. I Finland används tills vidare inte handel med utsläppsrätter i fråga om distributionsskyldighet för bränslen, men distributörer kan samarbeta och överföra så kallade "skyldighetsvärden" (Energimyndigheten 2023, avsnitt 2.14). Överföring av skyldighetsvärden innebär att en distributör kan överföra en del av sin

skyldighet till en annan distributör. Detta kan ske exempelvis när distributör A har överskridit sin distributionsskyldighet för förnybara bränslen och distributör B inte har uppnått den. Distributör A kan överföra en del av sitt överskott till distributör B, så att båda uppfyller sin skyldighet. Genom överföringar av skyldighetsvärden kan distributörer alltså förverkliga sina distributionsskyldigheter flexibelt. Behov av att överföra skyldighetsvärden framkommer i regel endast när en distributör inte klarar av att uppfylla sina skyldigheter. Den del av skyldigheten som uppfylls avdras då från bioandelen för den distributör som möjliggör överföringen. I förhållande till utsläppen ger detta scenario ingen ny utsläppsnytta inom Finlands gränser.

Om en distributör under ett kalenderår levererar mer förnybart bränsle för förbrukning än vad som stadgas i lagen om distributionsskyldighet, får distributören beakta den överskridande delen i beräkningen av distributionsskyldigheten för följande kalenderår. Den överförda mängden får dock vara högst 30 procent av den energimängd som motsvarar distributionsskyldigheten för det år då överskridningen skedde. På motsvarande sätt, om en distributör under ett kalenderår har levererat mer biobränslen, biogas eller förnybara bränslen för trafiken i flytande form eller gasform som har annat än biologiskt ursprung för förbrukning än vad som stadgas i lagen om distributionsskyldighet, får distributören beakta den överskridande delen i beräkningen av tilläggsskyldigheten för följande kalenderår. Den överförda mängden får dock vara högst 30 procent av den energimängd som motsvarar tilläggsskyldigheten för det år då överskridningen skedde. På grund av ovannämnda flexibilitet kan mängden biobränsle variera ganska mycket från år till år, men om man ser på utvecklingen av mängden biobränsle i trafiken under flera år motsvarar den distributionskyldighetens utveckling från år till år ganska exakt. Den årliga variationen i biobränslen har inte beaktats i kalkylatorn.

Biobränslen är dyrare än fossila bränslen, och distributörerna har därför försökt optimera sina utgifter genom att endast distribuera den mängd biobränslen som lagen förutsätter. Ur distributörens synvinkel kan det också vara lockande att sälja en produkt som används som biokomponent utanför Finlands gränser till ett högre pris och köpa överförda skyldighetsvärden från en annan distributör för att uppfylla sin distributionsskyldighet. Informationen om de distribuerade biobränslekomponenternas ursprung och mängder är inte offentlig, och de verkliga utsläppsminskningarna under livscykeln som förverkligas i Finland har därför inte kunnat beaktas i kalkylatorn.

Eftersom separat försäljning av biobränslen räknas med i uppfyllandet av distributionsskyldigheten, leder ovannämnda situation till att andelen biobränslen i användning i trafiken inte överskrider det värde som fastställs i distributionsskyldigheten. Därmed uppnår man i separat tankning av biobränslen inte nödvändigtvis den utsläppsnytta som man skulle uppnå om möjligheten att överföra skyldighetsvärden inte fanns.

Å andra sidan ska distributören säkerställa att köp av överförda skyldighetsvärden uppfyller kraven i lagstiftning och internationella regelverk. Distributören ska också analysera hur uppfyllandet av skyldigheter med hjälp av överföringar av skyldighetsvärden påverkar distributörens rykte, kundrelationer och långsiktiga konkurrenskraft. Det varierande marknadsläget kan bidra till att försvåra både försäljning av egna produkter utomlands och utvärdering av priserna för överföring av skyldighetsvärden. Distributören måste alltså följa marknadsläget med försiktighet och utvärdera helhetseffekterna på både kort och lång sikt. Av dessa orsaker är det rimligt att anta att marknadsanpassning inte nödvändigtvis förverkligas helt optimalt i förhållande till de ekonomiska aspekterna, i synnerhet på lång sikt. Det antagna värdet i kalkylatorn beskriver dock i praktiken nuläget, där den utsläppsminskning som uppnås genom separat tankning av biobränsle ersätter den bioandel som tillsätts i fossila bränslen fullt ut. I framtiden kan situationen se lite annorlunda ut, om distributörerna distribuerar mer biobränsle än vad lagen kräver. När separat tankning av biobränslen blir vanligare kan det påskynda denna utveckling.

5.2.2 Utvärdering av utsläppseffekterna av separat tankning ur användarens perspektiv

Av ovannämnda skäl beräknas i kalkylatorn som standard utsläppseffekterna av separat användning av biodiesel, biogas och etanol (E85) på systemnivå, där man utöver biobränslenas utsläpp under livscykeln lägger till de utsläppstillägg som distributionsskyldigheten ger till deras utsläpp (talen för distributionsskyldigheten anges i punkt 2.6). Om användaren vill se de beräknade utsläppen av bränslet i fråga utan inverkan av distributionsskyldigheten, kan användaren stänga av detta beräkningsantagande på

systemnivå (den andel som ska beaktas i distributionsskyldigheten ändras till värdet 0 %), så att beräkningen endast använder utsläppskoefficienterna för livscykeln för tillverkningen av biobränslen.

Distributionsskyldighet

Distributionsskyldighetens effekt på utsläppsberäkningen i

Andel som beaktas för distributionsskyldigheten

100 %

Distributionsskyldighetsprocent



Andel biobränsle i procent.

| 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|--------|------|------|------|------|------|
| 13,5 % | 28 % | 29 % | 29 % | 30 % | 31 % |
| 2029 | 2030 | 2050 | | | |
| 32 % | 34 % | 34 % | | | |

Etanol



Biodiesel



Biogas



LITTERATUR

Bieker, G. 2021. A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric cars. White Paper. The International Council on Clean Transportation (ICCT).

Finsk Energiindustri 2019. Elstatistik. <https://energia.fi/julkaisut/tilastot/sahkotilastot>.

Riksdagen 2019. Regeringens proposition till riksdagen med förslag till lag om främjande av användningen av biobrännolja och till lagar om ändring av lagen om främjande av användningen av biodrivmedel för transport och 2 § i lagen om biodrivmedel och flytande biobränslen. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/TaVM_29+2018.aspx.

EEA 2018. Overview of electricity production and use in Europe. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-2/assessment-4>.

Ellingsen, L. A.-W., Singh, B., Strømman, A.H. 2016. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. *Environmental Research Letters* 11(5):054010.

EU 2018. Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/2001 av den 11 december 2018 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor.

European Environment Agency (EEA) 2018. Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives. TERM 2018: Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) report. EEA Report No 13/2018. <https://www.eea.europa.eu/highlights/eea-report-confirms-electric-cars>.

Few, S., Schmidt, O., Offer, G. J., Brandon, N., Nelson, J., Gambhir, A. 2018. Prospective improvements in cost and cycle life of off-grid lithium-ion battery packs: An analysis informed by expert elicitations. *Energy Policy*, 114, 578–590. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.033>.

Fingrid 2022. Uppskattningar av koldioxidutsläppen från elproduktionen. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>.

Koffi, B., Cerutti, A., Duerr, M., Iancu, A., Kona, A., Janssens-Maenhout, G. 2017. CoM Default Emission Factors for the Member States of the European Union. EU.

Honkapuro S., Partanen, J., Haakana, J., Annala, S., Lassi, J. 2015. Selvitys sähkö- ja kaasuinfrastruktuurin energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista. Forskningsrapport från Lappeenranta yliopisto. https://energia.fi/files/1224/Selvitys_sahko-ja_maakaasuinfrastruktuurin_energiatehokkuuden_parantamismahdollisuuksista_2015.pdf.

ICCT (The International Council on Clean Transportation) 2018. Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions. Briefing Feb 28, www.theicct.org.

Lutsey, N. 2017. Integrating electric vehicles within U.S. and European efficiency regulation. Working paper 07. ICCT (The International Council on Clean Transportation).

Lehtilä, A., Koljonen, T., Laurikko, J., Markkanen, J., Vainio, T. 2021. Energijärjestelmän ja kasvihuonekaasujen kehitykset. Hiilineutraali Suomi2035 – Ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset. Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 2021:67.

Lempinen, T. 2021. Kuinka paljon maksaa sähkö- ja hybridautojen akkujen uusiminen? Alan insinöörit lyövät nyt eurot pöytään. *Ilta-Sanomat* 3.7.2021.

Moro, A., Lonza, L. 2018. Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles. *Transportation Research Part D* 64 (2018) 5–14.

Marmiroli, B., Messagie, M., Dotelli, D., Van Mierlo, D. 2018. Electricity Generation in LCA of Electric Vehicles: A Review. *Applied Science* (8) 1384. doi:10.3390/app8081384.

Nevalainen, O. 2019. Biokaasun elinkaariset päästöt, Gasum Oy. 26.10.2019.

Finlands klimatpanel 2019. Seppälä, J., Savolainen, H., Sironen, S., Soimakallio, S., Ollikainen, M. Päästövähennyspolku kohti hiilineutraalia Suomea – hahmotelma. Rapport från Finlands klimatpanel 7/2019.

Ricardo 2011. Preparing for Life Cycle CO₂ measure. Low carbon vehicle partnerships.

Ricardo 2015. Life cycle emissions from cars. Low carbon vehicle partnerships.

Ricardo 2016. The role of natural gas and biomethane in the transport sector. Report for Transport and Environment (T&E). ED 61479 | Issue Number 1 | Date 16/02/2016.

Romare, M., Dahllöf, L. 2017. The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries, IVL Swedish Environmental Research Institute, 2017. <http://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+life+cycle+energy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf>.

Statistikcentralen 2018. Koldioxidutsläpp av produktion av el och värme (nyttfördelningsmetod) – 13.3.2. Tabelltjänsten Energi 2018.

Statistikcentralen 2019. Konttinen, J.-P. Tieliikenteen ajokilometreissä edelleen hienoista kasvua. Statistikcentralen. http://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/tieliikenteen-ajokilometreissa-edelleen-hienoista-kasvua/?fbclid=IwAR3ofh2RxpXNgaGB1FhLlmwA0eJds_ou4h-sAzEpFhqeYMQODHVMvfKOA478.

VTT 2021. Polttoaineiden bio-osuudet tulevaisuudessa – syksyn 2021 tieliikenteen WAM-skenaario. Tieliikenteen laskentamalli. Opublicerad – erhållen från VTT.

BILAGA. ASPEKTER PÅ ALTERNATIVA DRIVKRAFTER

EI

Elen kan göras utsläppssnål med hjälp av förnybara energikällor och kärnkraft, och dess mängd begränsas inte av begränsad tillgång till en hållbar råvarubas. Detta är en viktig orsak till varför elbilar har visat sig vara en dellösning värd att beakta på vägen mot en utsläppsfri personbilstrafik. Till exempel inom energiindustrin i Finland tror man att elutsläppen kommer att halveras från nuvarande nivå under nästa årtionde och slutligen vara marginella under 2030-talet (Finsk Energiindustri 2018). Utsläppen vid användning av en elbil minskar därför snabbare med tiden än utsläppen från bensin och diesel, trots skyldigheten att blanda in biobränslen i dem. Detta har särskilt stor betydelse i Finland, där bilarna är länge i trafik. Om den nuvarande situationen fortgår även framöver, tas en bil som köps i dag ur trafik först år 2040.

Utsläppskoefficienten för växthusgasutsläppen från produktionen av nätelektricitet i Finland är redan nu i medeltal nästan tre gånger lägre än i Europa i genomsnitt. År 2016 var utsläppen från Finlands elproduktion 113 g CO₂ per producerad kWh, medan motsvarande siffra inom EU28 var 296 g/kWh då utgångspunkten är utsläppskoefficienter som beräknas utifrån energimetoden (EEA 2018a). I Finland är även svinnet från nätelektriciteten mindre än i Europa (Moro och Lonza 2018). Det kan noteras att anskaffningen av bränslen ökar utsläppen från elproduktionen med omkring 20 procent jämfört med de föregående direkta utsläppen (Moro och Lonza 2018).

En stor fördel med elbilar är även de lokala utsläppen, som ligger på noll. I stadsmiljö är dessa utsläpp fortfarande ett problem också i Finland, eftersom de har negativa hälsoeffekter. Hälsoeffekterna av en centraliserad elproduktion utgör endast en bråkdel av de hälsoeffekter som trafiken har i Nordeuropa (Stanaway m.fl. 2018). Även trafikbullret i tätorterna minskar tack vare elbilarna.

Problemet med elbilar är priset på batterierna och utsläppen från tillverkningen av dem. På grund av batterierna är livscykelutsläppen från tillverkningen av elbilar större än från tillverkningen av bilar med förbränningsmotor i samma storleksklass (bild 1). Utsläppsintensiteten för batterierna har dock minskat snabbare än väntat. Ännu i Europeiska miljöbyråns utredning om elbilars livscykel (EEA 2018b) uppskattades livscykelutsläppen från batteritillverkningen till omkring 111 kg CO₂e/kWh i genomsnitt. Romare och Dahllöf (2017) bedömer att livscykelutsläppen från batterier tillverkade i Asien är 120–150 kg CO₂e/kWh. I utredningen drogs slutsatsen att ungefär hälften av utsläppen från batterierna orsakas av den el som används vid tillverkningen.

Bieker (2021) uppskattar att utsläppsintensiteten under livscykeln för batterier tillverkade i Europa och USA år 2021 skulle ha varit endast 60 kg CO₂e/kWh i genomsnitt och 68 kg CO₂e/kWh för batterier tillverkade i Kina.

Internationella rådet för rena transporter (ICCT 2018) förutspår att utsläppskoefficienten för elproduktionen kommer att minska med över 30 procent fram till år 2030 i största delen av de länder som tillverkar batterier, vilket skulle betyda en utsläppsminskning på 17 procent inom batteritillverkningen. Om elen produceras utsläppsfritt, minskar batteriutsläppen per kWh med hälften.

När användningen av batterierna upphör har de vanligtvis ännu kvar 70–80 procent av sin kapacitet. ICCT (2018) lyfter fram möjligheten till ett "andra liv" för batterierna, till exempel som lager för el producerad med förnybara energikällor. De utsläpp från fossilbaserad energi som undviks med hjälp av lagringen minskar även utsläppen från batteritillverkningen. ICCT (2018) har hävdade att denna kompensation kunde vara flera tiotals procent av utsläppen från tillverkningen av det ursprungliga batteriet.

I och med att elbilarna blir vanligare förbättras återvinningen av batterierna och teknologin för den utvecklas så att också små mängder av råmaterialen i batterierna allt bättre kan tas tillvara. Romare och Dahllöf (2017) har uppskattat att effektivare återvinning minskar batteriernas livscykelutsläpp med 7–17 procent. Bieker (2021) har hävdade att utsläppskompensationen från återvinningen skulle vara cirka 14–25 procent av utsläppen från batteritillverkningen.

Batteriteknologin förväntas utvecklas så att en 50 procent högre energitäthet kommer att uppnås på kanske mindre än tio år. Dessutom kommer batteriernas livslängd att öka (ICCT 2018).

Trots de många positiva aspekterna med batterierna, kvarstår problemet att de kräver mängder av specialmetaller. Gruvverksamhet ger upphov till många miljöproblem, som inte hänger samman med klimatförändringen (se EEA 2018b). Även om återvinningen av batterierna effektiviseras, ökar mängden jungfruliga metallkoncentrat enormt till följd av behovet av dem i nya bilar.

Det kan bli brist på vissa metaller, såsom litium, inom batteritillverkningen, vilket begränsar elbilarnas världserövring. Trots risken för denna brist har man stora förhoppningar på elbilarna inom klimatpolitiken, och de har ansetts ha störst skalbarhetspotential inom koldioxidsnål personbilstrafik. För att denna förhoppning ska realiseras fullt ut krävs det dock en omvälvning inom batteriteknologin som leder till att man inte förlitar sig på knappa materialresurser.

Anskaffningspriset på elbilar förväntas sjunka till samma nivå som på bilar med förbränningsmotor i slutet av nästa årtionde. Tack vare förmånligare bränsle- och servicekostnader har bilisterna dock redan nu möjlighet att med tiden uppnå lägre totala kostnader för bilkörningen med en elbil.

Naturgas och biogas

Främjandet av gasbilar inom klimatpolitiken baserar sig på deras möjlighet att använda biogas. Naturgas och biogas används separat av bilar av typen bi-fuel som tillverkats för ändamålet och som vid behov även kan använda bensin. Även bensinbilar kan med hjälp av efterinstallation förmånligt konverteras till gasbilar.

Naturgas är en metan som ger cirka 20 procent lägre växthusgasutsläpp än bensin när man studerar endast de direkta utsläppen från förbränningen. Skillnaden minskar avsevärt när man undersöker växthusgasutsläppen under hela livscykeln för naturgas och bensin (Ricardo 2016). I naturgasens produktkedja sker metanläckage, vilkas mängd försämrar naturgasens växthusgasbalans. Naturgasen som säljs i Finland kommer från Ryssland, och vad beträffar den känner man inte till det exakta svinnet. Tillgången till naturgas är stor, men de stora utsläppen den orsakar gör den inte till en lösning för koldioxidsnål trafik.

Biogasens utsläppsminskningar jämfört med fossilt bränsle beror på produktionstekniken och råvarans ursprung. Variationsintervallen för biogasens växthusgasminskningar enligt RED-direktivet är 14–78 procent för bioavfall och 72–202 procent för flytgödsel (EU 2018). De nettonegativa utsläppen från flytgödselbaserad biogas beror på att man genom verksamheten förhindrar metanutsläppen från gödseln.

I Finland är det möjligt att mångdubbla mängden biogas från den nuvarande nivån. Mutikainen m.fl. (2016) har uppskattat den tekniska och ekonomiska potentialen till 9,3 TWh, vilket skulle täcka behovet för cirka 1,5 miljoner personbilar. Det skulle vara vettigt att styra en del av denna biogaspotential till den tunga trafiken, där det annars är svårt att göra framsteg inom elektrifieringen. Därför är det en självklar dellösning att öka införandet av biogas i personbilar på vägen mot koldioxidsnål trafik.

Etanol

Etanol används som ett blandbränsle i bensin som säljs vid bensinstationer. I 98-oktanig 98E5-bensin finns det högst fem procent etanol och i 95-oktanig 95E10-bensin högst tio procent. Ursprunget till denna etanol varierar, men den genomsnittliga etanolblandningen ska uppfylla kriterierna för växthusgasutsläppsminskningar enligt EU:s direktiv om främjande av energi från förnybara energikällor (RED) (EU 2018). Globalt sett begränsas den ökade användningen av etanol av konkurrensen om jordbruksbaserade etanolbränslen inom matproduktionen.

Hindret för att öka användningen av etanol i bensin är bristen på en standard. Den standard som skulle behövas är E20 eller E30, som skulle definiera kvalitetskraven och analysmetoderna för bensin så att högst 20 eller 30 procent etanol kunde blandas in i bensin. Någon sådan är dock ännu inte under beredning. Utöver standarden skulle det även behövas bilar som kunde använda en bränsleblandning med högre etanolhalt. Dagens bilar är planerade för 95E10-bensin. Av ovannämnda skäl kommer utsläppen från dagens bensinbilar inte att minska trots den ökade skyldigheten att blanda in biobränslen (se punkten om biodiesel), eftersom den bränslesammansättning som används i dem i praktiken kommer att förbli oförändrad framöver.

I Finland säljs höginblandat etanolbränsle (E85) med 50–85 volymprocent etanol och resten motorbensin separat. I Finland är denna etanol tills vidare i stor utsträckning avfallsbaserad och har i bästa fall växthusgasutsläppsminskningar på hela 85 procent jämfört med bensin.

E85-bränsle kan användas i så kallade flexible fuel-bilar, där vanlig bensin kan användas som alternativ. I de flesta nyare bensinbilar kan man utöver detta installera ett E85-konverteringskit, varefter E85-bränsle kan användas i bilen. Det finns ingen uppskattning av potentialen för en avfallsbaserad bioråvarubas, men sett till bilbeståndets behov är dess storlek dock mycket begränsad.

Biodiesel

I diesel kan man som blandbränsle använda högst sju procents fettsyrametylestrar, som innehåller syre. Denna dieselkomponent, så kallad FAME (= Fatty Acid Methyl Ester), kan tillverkas av växtfett eller -olja. Möjligheterna för denna biodiesel beträffande minskningen av dieselbränslets växthusgasutsläpp är begränsade på grund av den låga blandningsmängden.

Paraffinisk dieselolja kan användas utan mängdbegränsning i stället för fossil dieselolja i dieselmotorer. Till paraffiniska dieseloljor hör bland annat de förnybara dieselbränslen som Neste har utvecklat, det vill säga NexBTL-bränslena, och UPM-Kymmene's talloljebaserade dieselbränsle BioVerno.

Finland har som mål att fram till år 2030 öka andelen energiinnehåll i biobränslen med 34 procent av den totala mängden energiinnehåll i motorbensin, dieselolja och biobränslen som levereras till distributörer och bevara denna nivå från detta år och framåt (riksdagen 2022). Rollen för paraffinisk biodiesel i Finlands mål beträffande skyldigheten att blanda in biobränslen är avgörande, eftersom inblandningen av biodieselkomponenten FAME och bioetanol i trafiken är begränsad. I praktiken betyder detta en cirka tre gånger större mängd paraffiniska biodieselkomponenter i distributionen av diesel år 2029 jämfört med nu.

Diesel används i klart större utsträckning i vägtrafiken i Finland än bensin på grund av den tunga trafikens behov. Enligt Statistikcentralen (2019) användes 56 489 TJ bensin i vägtrafiken år 2017, då användningen av diesel var 106 636 TJ. Det är besvärligare att elektrifiera den tunga trafiken än personbilstrafiken, och därför är klimatsäker biodiesel ett beaktansvärt alternativ för den tunga trafiken att övergå till en mer koldioxidsnål körprestation.

Eftersom den hållbara råvarubasen för paraffinisk biodiesel är begränsad och användningen av den borde styras i synnerhet till den tunga trafiken, är en övergång till användning av enbart paraffinisk biodiesel inom personbilstrafiken inte en skalbar lösning på vägen mot en klimatsäker personbilstrafik.

Väte

Väteekonomi har setts som en viktig lösning för framtidens koldioxidsnålhet som dock ännu låter vänta på sig. Väte lämpar sig som energikälla för elbilar. Det kan tillverkas av vatten med hjälp av energi, det fungerar som energilager och råmaterialen i det blir inte en flaskhals som för batterierna. Istället för orenheter resulterar energianvändningen i vatten.

De första serietillverkade vätgasbilarna är ute på marknaden, men priset på dem är ännu långt ifrån batterielbilarna. Ett hinder för en mer omfattande användning av väte i trafiken är dock de höga kostnaderna för produktionen och distributionen av ämnet. Helt ny infrastruktur borde byggas för distributionen av väte, och väte är utmanande att hantera, eftersom det är ett lättflyktigt ämne.

Power to x

Power-to-x-tekniken är en teknik under utveckling, med hjälp av vilken man kan tillverka syntetiskt bränsle som ersätter fossila bränslen. Som råvaror behövs koldioxid eller kväve från luft eller väte från vatten. Tillverkningsprocessen kräver mycket energi, som borde produceras helt utsläppsfritt. Slutprodukterna metan, metanol och dimetyleter kan användas i motorerna i moderna fartyg, lastbilar och personbilar.

Problemet med Power-to-x-tekniken är produkternas pris. Om det går att få ner kostnaderna tillräckligt mycket, skulle bränslet ha en enorm skalbarhetspotential på vägen mot koldioxidneutral trafik. Det nuvarande fordonsbeståndet kunde utnyttjas, och distributionssystemen för bränslena finns redan.

Litteratur

Bieker, G. 2021. A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric cars. White Paper. The International Council on Clean Transportation (ICCT).

EEA (European Environmental Agency) 2018a. CO₂ emission intensity – electricity generation. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity>.

EEA (European Environmental Agency) 2018b. Overview of electricity production and use in Europe. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-2/assessment-4>.

Riksdagen 2022. Regeringens proposition till riksdagen med förslag till lag om ändring och temporär ändring av lagen om främjande av användningen av förnybara drivmedel för transport. https://www.eduskunta.fi/SV/vaski/HallituksenEsitys/Documents/RP_174+2022.pdf.

Ellingsen, L. A.-W., Singh, B., Strømman, A.H. 2016. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. *Environmental Research Letters* 11(5):054010.

Finsk Energiindustri 2018. Energiateollisuus: Sähkö ja kaukolämmön päästöt vähenevät arvioitua nopeammin – ennakoitava politiikka mahdollistaa ilmastotoimet. https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energiateollisuus_sahkon_ja_kaukolammmon_paastot_vahenevat_arvioitua_nopeammin_ennakoitava_politiikka_mahdollistaa_ilmastotoimet.html.

EU 2018. Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/2001 av den 11 december 2018 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor.

ICCT (The International Council on Clean Transportation) 2018. Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions. Briefing Feb 28, www.theicct.org.

Kommunikationsministeriet 2018. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045. Liikenteen ilmastopoliitikan työryhmän loppuraportti. Kommunikationsministeriets publikationer 13/2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-559-0>; <https://www.lvm.fi/uusimmat-julkaisut>.

Marmioli, B., Messagie, M., Dotelli, D., Van Mierlo, D. 2018. Electricity Generation in LCA of Electric Vehicles: A Review. *Applied Science* (8) 1384. doi:10.3390/app808138.

Moro, A., Lonza, L. 2018. Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles. *Transportation Research Part D* 64 (2018) 5–14.

Mutikainen, M., Sormunen, K., Paavola, H., Haikonen, T., Väisänen, M. 2016. Ramboll Finland. Biokaasusta kasvua – Biokaasuliiketoiminnan ekosysteemien mahdollisuudet. Sitras utredningar 11/2016.

Ricardo 2016. The role of natural gas and biomethane in the transport sector. Final Report. Report for Transport and Environment (T&E). ED 61479, Issue Number 1, Date 16/02/2016.

Romare, M., Dahllöf, L. 2017. The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries, IVL Swedish Environmental Research Institute, 2017. <http://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+life+cycle+ener>

gy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf.

Stanaway, J. D., Afshin, A., Gakidou, E., Lim, S. S., Abate, D., Abate, K. H., Murray, C. J. L. 2018. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Stu. *The Lancet*, 392(10159), 1923–1994.

Statistikcentralen 2019. Liikenteen energiankulutus.
https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2018/html/suom0004.htm.