

# ANVÄNDARHANDLEDNING OCH BERÄKNINGSGRUNDER FÖR LASTBILSKALKYLATORN – LASTBILAR OCH PAKETBILAR

Heikki Liimatainen<sup>1</sup>, Riku Viri<sup>1</sup>, Joonas Munther<sup>2</sup>, Jyri Seppälä<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Tammerfors universitet

<sup>2</sup> Finlands miljöcentral

<sup>3</sup> Finlands klimatpanel

6.6.2023

## Innehåll

<b>1. SYFTE OCH GRUNDPRINCIPER.....</b>	<b>1</b>
<b>2. INGÅNGSDATA OCH ANVÄNDARGRÄNSSNITT.....</b>	<b>2</b>
2.1. ALLMÄNT.....	2
2.2. FORDONSSPECIFIKA UPPGIFTER.....	2
2.3. UPPGIFTER OM BRÄNSLE .....	8
2.4. UPPGIFTER OM FORDONETS FÖRBRUKNING .....	10
2.5. FORDONSOBEROENDE STANDARDUPPGIFTER FÖR BERÄKNINGEN .....	11
2.6. TILLÄGGSUPPGIFTER OCH INSTÄLLNINGAR .....	13
<b>3. ANALYSENS RESULTAT OCH TOLKNING AV DET .....</b>	<b>14</b>
<b>4. BERÄKNINGSFORMLER.....</b>	<b>15</b>
4.1. GRUNDER FÖR BERÄKNINGEN AV UTSLÄPP.....	15
4.2. BERÄKNING AV KOSTNADER .....	18
<b>5. UTVIDGNING AV ANVÄNDNINGEN AV KALKYLATORN .....</b>	<b>19</b>
5.1. KÄNSLIGHETSANALYS .....	19
5.2. BEDÖMNING AV EFFEKTERNA AV SEPARAT ANVÄNDNING AV BIODIESEL OCH BIOGAS .....	19
<b>LITTERATUR.....</b>	<b>21</b>

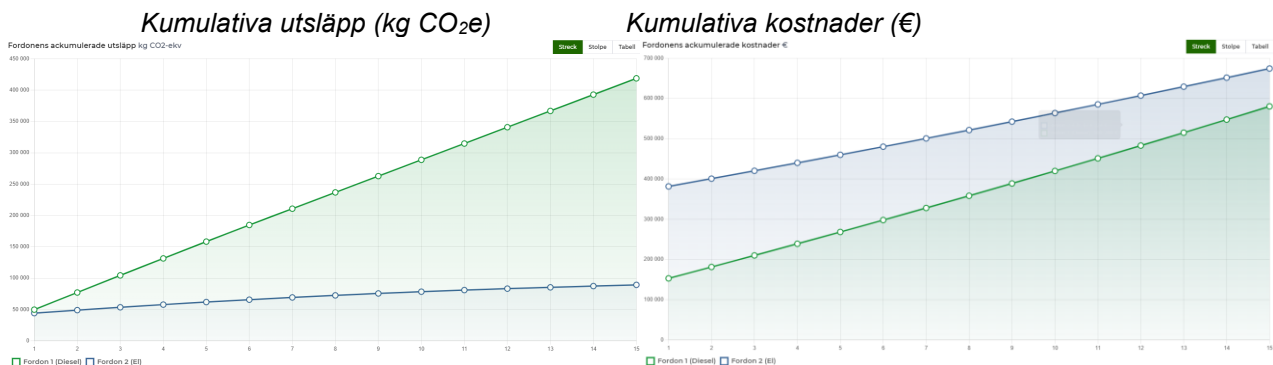
## 1. SYFTE OCH GRUNDPRINCIPER

Lastbils kalkylatorn är en webbaserad kalkylator avsedd för att hjälpa företag att fatta beslut om köp av paket- och lastbilar. 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 1–9 olika bilalternativ med varandra. Resultaten visas grafiskt som årliga kumulativa utsläpp och kostnader. 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 de ingångsdata som angetts för de olika bilalternativen och som användaren fritt kan ändra. 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.

Lastbils kalkylatorn består av följande delområden:


- Innehavstid i år
- Fordonsspecifika uppgifter
- Uppgifter om fordonets förbrukning
- Standarduppgifter oberoende av bilvalet i beräkningen
- Tilläggsuppgifter och inställningar
- 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

Efter vissa fält och rubriker på webbplatsen finns en ikon som hänvisar till ytterligare information , och när du klickar på den öppnas ytterligare information för att hjälpa 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 "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. Fordonsspecifika uppgifter

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

De viktigaste uppgifterna att ange är bilens typ (paketbil, lastbil, kombination med påhängsvagn eller släpvagnskombination), drivkraft, årligt antal körkilometer, bränsleförbrukningen utan last, bränsleförbrukningen med last, andelen körda kilometer med last, anskaffningspris och batteriuppsättningens storlek. När du klickar på "Visa mer detaljerade uppgifter" öppnas tilläggsuppgifter som preciserar beräkningen. I tilläggsuppgifterna kan man ange även andra parametrar som påverkar beräkningen, såsom laddningsenhetens pris, servicekostnader, fordonets restvärde och andra merkostnader. 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	Diesel 
<a href="#">Radera fordon</a> 	
<b>Typ</b> 	
Lastbil 	
<b>Drivkraft</b> 	
Diesel 	
<b>Antal</b>	
1	st.
<b>Körkilometer per år</b>	
40 000	km
<b>Förbrukning av diesel utan last</b>	
14,1	l
<b>Förbrukning av diesel med last</b>	
27,4	l
<b>Förbrukning av biodiesel utan last</b>	
0	l
<b>Förbrukning av biodiesel med last</b>	
0	l
<b>Massa utan last</b>	
4 800	kg
<b>Massa med last</b>	
16 000	kg
<b>Andel av körningen med last</b>	
77	%
<b>Anskaffningspris</b> 	
125 000	€
Ytterligare kostnader <a href="#">Redigera</a> 	
<a href="#">Visa närmare uppgifter</a>	

Först anges bilens typ, som ger en utgångspunkt för uppskattningen av anskaffnings- och servicekostnaderna för bilen samt utsläppen vid tillverkning och användning. Det finns fyra olika storleksklasser för bilar i kalkylatorn, vilka överensstämmer med bilar som är vanliga vid transport av stycke gods: paketbil (totalmassa 3,5 t), varubil (16 t), kombination med påhängsvagn (44 t) och släpvagnskombination (76 t).

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

En *gasbil* kan drivas med naturgas eller biogas, varför inget separat alternativ för termen biogasbil finns bland drivkrafterna.

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 dieselmotor samt en elmotor och ett drivbatteri, som kan laddas med nätström via en extern elanslutning.

Bilarnas massa utan last beaktar batteriernas massa, varvid elbilarnas nyttolast är mindre än den för bilar med förbränningsmotor.

Uppgifterna om utsläpp vid tillverkningen av lastbilar med olika drivkraft har uppskattats på basis av TU Delft (Huismans 2018) och TU Munich (Wolff m.fl. 2020), som båda bygger på databasen ecoinvent (ecoinvent

2022). Utsläppen vid tillverkningen av elbilar har beräknats separat utan batteriuppsättningen och för tillverkningen av batteriuppsättningen, eftersom utsläppen vid batteritillverkningen utgör merparten av utsläppen från tillverkningen av en elbil och utsläppen vid tillverkningen av batteriet helt och hållet beror på batteriuppsättningens storlek. Utan utsläppen vid tillverkningen av batteriuppsättningen är utsläppen vid tillverkningen av en elbil cirka 15–20 procent lägre än utsläppen vid tillverkningen av en bil med förbränningsmotor.

Utifrån typen 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. Standardvärdena för antalet körkilometer har uppskattats på basis av uppgifterna i statistiken över varutransporter inom vägtrafiken och kostnadsindexet för lastbilstrafiken (Statistikcentralen 2012).

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



Fordon 2		EI	
<b>Radera fordon</b>			
<b>Typ</b>		<b>Andel av körningen med last</b>	
Lastbil	▼	77	%
<b>Drivkraft</b>		<b>Anskaffningspris</b>	
EI	▼	312 500	€
<b>Antal</b>		<b>Hemladdningsenhet</b>	
1	st.	50 000	€
<b>Körkilometer per år</b>		<b>Fordonsskatt</b>	
40 000	km	450	€
<b>Elförbrukning utan last</b>		<b>Övriga årliga kostnader</b>	
84	kWh	650	€
<b>Elförbrukning med last</b>		<b>Restvärde</b>	
106	kWh	0	€
<b>Massa utan last</b>		<b>Utsläpp vid tillverkning</b>	
5 920	kg	18,2	kg CO <sub>2</sub> -ekv
<b>Massa med last</b>		<b>Utsläpp från servicen</b>	
16 000	kg	18,6	kg CO <sub>2</sub> -ekv/100km
<b>Batteriuppsättningens storlek</b>		<b>Kostnader för serviceåtgärder</b>	
300	kWh	0,11	€/km
<b>Bytesintervall för batteriuppsättningen</b>			
1 000	tkm		
<b>Pris för byte av batteriuppsättning</b>			
200	€/kWh		
<b>Klimatkompensation för batteriuppsättningen</b>			
0	kg CO <sub>2</sub> -ekv		
<b>Ytterligare kostnader</b>	<b>Redigera</b>		

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

Fordonsskatten per biltyp kan sökas i Traficoms fordonsskatteräknare <https://www.traficom.fi/sv/transport/vagtrafik/fordonsskatteraknare>. Räkaren 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 ingår i uppskattningen i punkten Kostnader för serviceåtgärder nedan (€/km), vilken baserar sig på VTT:s (2021) uppskattningar av servicekostnaderna och Palomäkis (2013) uppskattning av däckkostnaderna.

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.

Batteribytesintervallet är i slutändan användarspecifika initialdata, även om standardvärdet är inställt på 1 000 000 km. Det bör noteras att frekvensen för batteribyte inte bara beror på kilometer utan också på antalet laddningscykler. Livslängden för litiumjärnfosfatbatterier i lastbilar har uppskattats till 3000–7000 laddningscykler (Nyqvist och Olsson 2021; Mauler et al. 2022; Teichert et al. 2023), då den genomsnittliga körprestandan skulle vara mellan 143 och 333 km per laddningscykel. I praktiken varierar batteritiden bland annat beroende på storleken på bilens batterier, deras kylsystem och slutanvändarens egna laddningsmetoder. En betydande del av batterikapaciteten kan fortfarande finnas kvar efter 1 000 000 kilometers körning. Det är också värt att fråga om detta från bilförsäljarna.

Batteriuppsättningarnas bytesintervall är i sista hand en användarspecifik ingångsuppgift, även om ett standardvärde på 500 000 km har angetts. Det kan noteras att bytesintervallet för batteriuppsättningen inte beror enbart på antalet kilometer utan även på antalet laddningar. Livslängden på en lastbils batteriuppsättning har uppskattats till 3 000 laddningscykler (Nyqvist och Olsson 2021), varvid den genomsnittliga körprestationen skulle vara 167 kilometer per laddningscykel. I praktiken kan bytesintervallen vara betydligt längre bland annat på basis av batteriuppsättningens storlek, kylningssystemet för det och slutanvändarens laddningssätt. I princip kan en stor del av batteriuppsättningens kapacitet mycket väl finnas kvar ännu efter 500 000 körkilometer. Det lönar sig också att fråga om saken av bilförsäljaren.

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. 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 (Bieker 2021). 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).

Utgångspunkten är att användaren själv sparar exakta anskaffningspriser för bilarna som jämförs. Som standard innehåller kalkylatorn vägledande standarddata efter storleksklass och drivkraft. Prispremien för gaslastbilar jämfört med diesel beräknas vara 1,3 gånger högre för skåpbilar och leveransbilar (CNG) och 1,4 gånger högre för fordonskombinationer (LNG). Prispremien för laddhybrider beräknas bli 2 gånger högre och för eldrivna lastbilar 2,5 gånger. I kalkylatorn används riktgivande standarduppgifter per storleksklass



och drivkraft. Pristillägget för gaslastbilar jämfört med diesel har uppskattats till 1,2-faldigt för paketbilar och varubilar (CNG) samt 1,3-faldigt för fordonskombinationer (LNG). Pristillägget för laddbara hybrider har uppskattats till 1,5-faldigt och för ellastbilar till 2-faldigt. Anskaffningspriserna har uppskattats på basis av flera källor. Paketbilarnas anskaffningspriser har kontrollerats i bilaffärernas prislistor. Beträffande lastbilar har VTT:s (2021a) uppskattningar samt olika forskningsartiklar (Nyqvist och Olsson 2021, Guerrero m.fl. 2020, Gunawan och Monaghan 2022, Mauler m.fl. 2022, ITF 2022) använts som källor. I forskningsartiklarna har kombinationer med påhängsvagn vanligtvis behandlats, och därför har uppgifterna om läget för varubilar och kombinationer med släpvagn uppskattats utifrån dem. Beträffande anskaffningspriset på ellastbilar bör beaktas att prisskillnaden jämfört med dieselalternativet i forskningslitteraturen vanligtvis är under 2-faldig. Det verkliga anskaffningspriset kan dock vara betydligt högre än 2-faldigt, eftersom produktionsmängderna av ellastbilar ännu är små och efterfrågan sannolikt betydligt större än utbudet (IEA 2022).

Användaren kan ställa in exakta årliga merkostnader i punkten *merkostnader* och *"redigera"*.

### Ytterligare kostnader

1. År	<input type="text" value="0"/> €	2. År	<input type="text" value="0"/> €
3. År	<input type="text" value="0"/> €	4. År	<input type="text" value="0"/> €
5. År	<input type="text" value="0"/> €	6. År	<input type="text" value="0"/> €
7. År	<input type="text" value="0"/> €	8. År	<input type="text" value="0"/> €
9. År	<input type="text" value="0"/> €	10. År	<input type="text" value="0"/> €
11. År	<input type="text" value="0"/> €	12. År	<input type="text" value="0"/> €
13. År	<input type="text" value="0"/> €	14. År	<input type="text" value="0"/> €
15. År	<input type="text" value="0"/> €		

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.

### 2.3. Uppgifter om bränsle

I kalkylatorn används prisuppgifterna för olika bränslen från hösten 2022 som standard. Användaren kan fritt ändra priserna enligt prisläget för den aktuella dagen.

#### Bränslen

**Diesel**

Pris

 €/l

**Biodiesel**

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.

#### Diesel

Pris

 €/l

Direkta utsläpp

 kg CO<sub>2</sub>-ekv/L

Utsläpp vid tillverkning och anskaffning

 kg CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>e/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 motsvarande mängd biobränsle. 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 systemnivåtankandet är motiverat med den mängd som begränsas av blandningsskyldigheten. Ingen större mängd än den som blandningsskyldigheten 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 punkten Inställningar (se punkt 2.6 och 5.2).

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<sub>2</sub>e/MJ (Nevalainen 2019). Det betyder 0,95 kg CO<sub>2</sub>e/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. I kalkylatorn har 0,93 kg CO<sub>2</sub>-ekv./kg använts som biogasemissionsfaktor.

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 på utsläppskoefficienterna för el producerad i Finland var då 81 g CO<sub>2</sub>e/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<sub>2e</sub>/kWh. Uppgiften representerar 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<sub>2e</sub>/kWh redan år 2030. I detta avseende sker förändringen i kalkylatorns standardscenario aningen långsammare så att de specifika utsläppen från elproduktionen minskar lineärt från 2023 års värde på 80 g CO<sub>2e</sub>/kWh till värdet 10 g CO<sub>2e</sub>/kWh fram till år 2035. Därefter minskar det till värdet 5 g CO<sub>2e</sub>/kWh år 2040, där det stannar när man går framåt i tiden. De specifika utsläppen från övriga faser av elproduktionens livscykel utvecklas från 2023 års värde på 15 g CO<sub>2e</sub>/kWh till värdet 10 g CO<sub>2e</sub>/kWh fram till år 2035, där de sedan stannar.

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

#### **2.4. Uppgifter om fordonets förbrukning**

Användaren har möjlighet att fylla i olika uppgifter om energiförbrukning per hundra körda kilometer. Det förutsätts att de uppgifter som användaren anger motsvarar den faktiska förbrukningen. Om användaren redan har en bil där kördatorn kan ge förbrukningsvärdena är det bra att använda dem som grund för beräkningen. Förbrukningsuppgifterna har uppskattats på basis av samma källor som anskaffningspriserna och dessutom med hjälp av de förbrukningsfunktioner som Tammerfors universitet utvecklat (Liimatainen och Pöllänen 2011, Jahangir Samet m.fl. 2021).

En lastbils totalmassa har stor inverkan på energiförbrukningen, så förbrukningen anges både med och utan last. Andelen körning utan last har på basis av statistiken över varutransporter inom vägtrafiken uppskattats utifrån 23 procent av antalet körkilometer. Förbrukningen vid lastat fordon har uppskattats för ett så gott som fullastat fordon.

Typ 

Drivkraft 

Antal

 st.

Körkilometer per år

 km

Förbrukning av diesel utan last

 l

Förbrukning av diesel med last

 l

Förbrukning av biodiesel utan last

 l

Förbrukning av biodiesel med last

 l

## 2.5. 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



Som standard visar räknaren uppgifter för en period på 15 år. Det är möjligt att öka eller minska tidsintervallet. 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<sub>2</sub>e/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 %
<b>2023</b>	10,0	17	50	13,5
<b>2024</b>	10,0	36	76	28
<b>2025</b>	10,0	37	78	29
<b>2026</b>	10,0	37	78	29
<b>2027</b>	10,0	38,5	80	30
<b>2028</b>	10,0	39,5	80,5	31
<b>2029</b>	10,0	40,5	81	32
<b>2030</b>	10,0	42,8	83	34
.....	.....	.....	.....	.....
<b>2050</b>	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 E10-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).

I punkten i inställningarna finns en separat möjlighet att ange koefficienten för livscykelutsläppen från biokomponenten i diesel (kg CO<sub>2</sub>e), 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 avsnittet i inställningarna kan även koefficienten för livscykelutsläppen från biokomponenten i bensin (etanol) ändras (kg CO<sub>2e</sub>). Dess värde varierar årligen beroende på råmaterialbasen. 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 biokomponenten i diesel

0,69	kg CO <sub>2</sub> -ekv/L
------	---------------------------

Längst ner i inställningarna kan även följande standarduppgifter ändras:

### Andra variabler

Koefficient för utsläppen vid tillverkning av en elbils batteriuppsättning

70	kg CO <sub>2</sub> -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 batteriet. Utsläppskoefficienten varierar mycket mellan olika forskningsresultat (ICCT 2018). En viktig faktor som förklarar variationen är hur ren energi som används i tillverkningen. 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 CO<sub>2e</sub>/kWh (se Seppälä m.fl. 2023).

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.

## 2.6. Tilläggsuppgifter och inställningar

I övre högra hörnet i lastbils kalkylatorn 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.

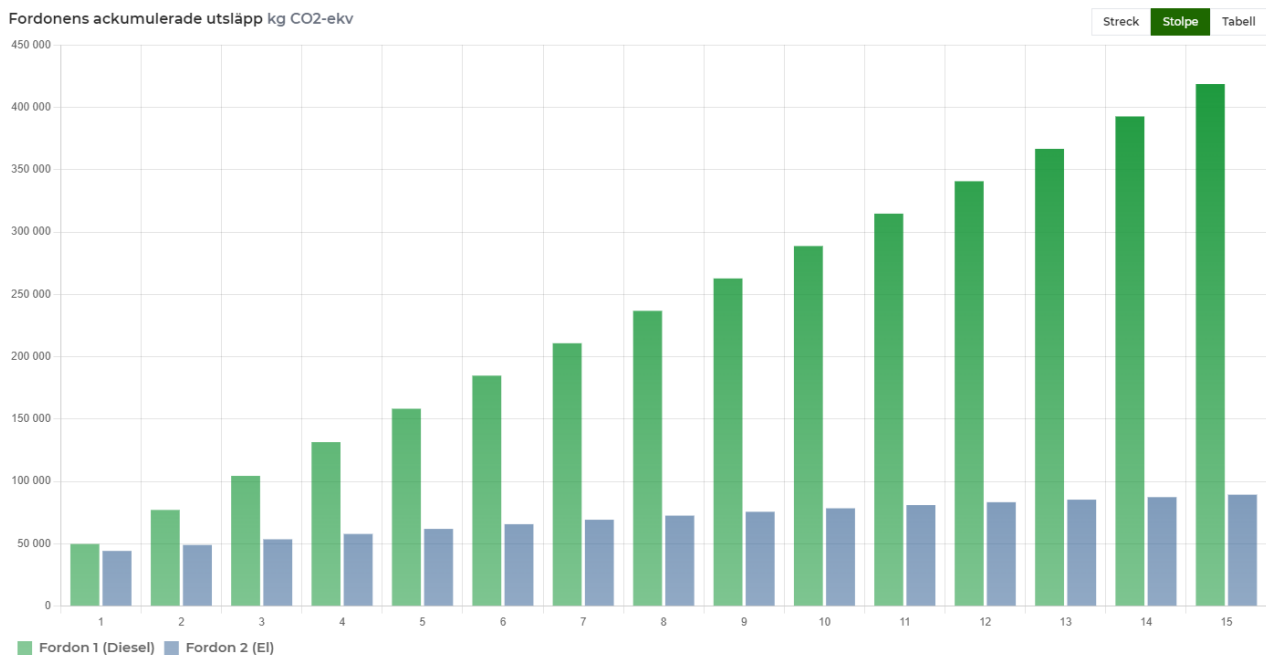
## UTSLÄPPS- OCH KOSTNADSKALKYLATOR FÖR PAKET- OCH LASTBILAR

 Inställningar

### 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.

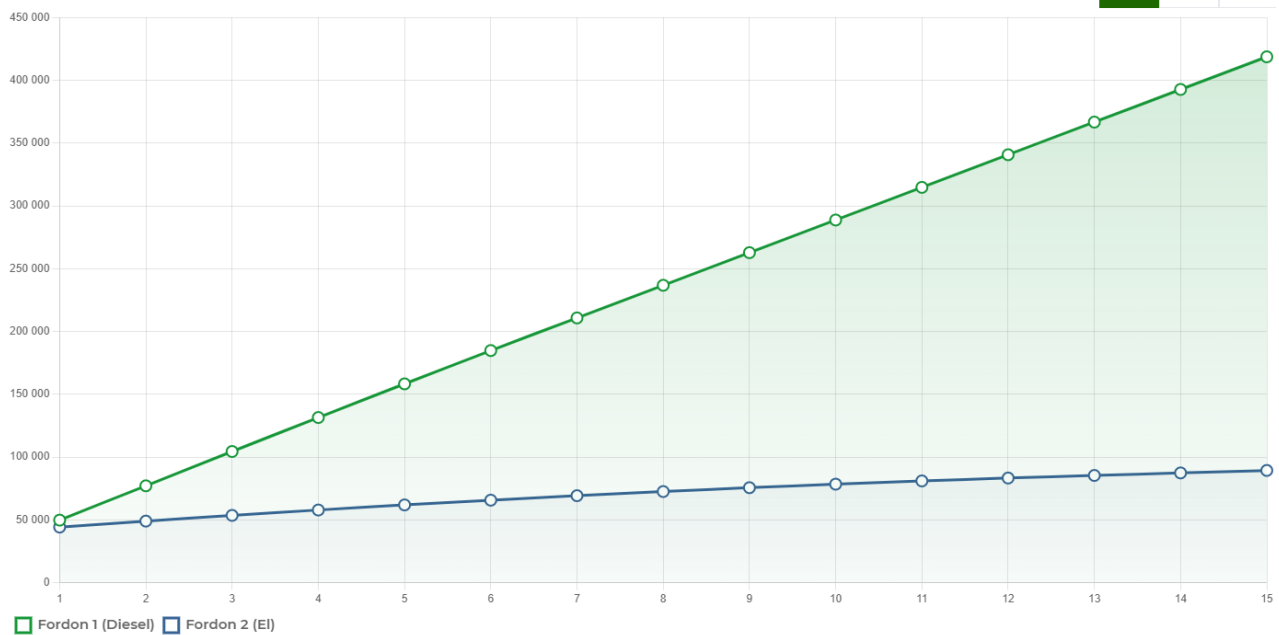
På bilden nedan är utsläppen från elbilen redan efter två bruksår mindre än från den bensinbil som man jämför med. Siffrvärdena för varje år visas när kursorn placeras på respektive stapel eller linje.



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.



Fordonens ackumulerade utsläpp kg CO<sub>2</sub>-ekv



Det tredje alternativet i räkaren, 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 CO<sub>2</sub>-ekv

År	Fordon 1 (Diesel)	Fordon 2 (EI)
2023 (1)	49789	44240
2024 (2)	77110	49012
2025 (3)	104432	53561
2026 (4)	131485	57841
2027 (5)	158272	61897
2028 (6)	184790	65684
2029 (7)	210773	69248
2030 (8)	236757	72543
2031 (9)	262740	75615
2032 (10)	288723	78418
2033 (11)	314706	80997
2034 (12)	340690	83307
2035 (13)	366673	85355
2036 (14)	392656	87364
2037 (15)	418639	89335
Kostnader i utsläpp / år	27909	5956

## 4. BERÄKNINGSFORMLER

Beräkningsformlerna i kapitel 4 baserar sig på uppgifterna i bilkalkylatorn (Seppälä m.fl. 2023).

### 4.1. Grunder för beräkningen av utsläpp

Uppgifterna om utsläpp vid tillverkningen av lastbilar med olika drivkraft har uppskattats på basis av TU Delft (Huismans 2018) och TU Munich (Wolff m.fl. 2020), som båda bygger på databasen ecoinvent (ecoinvent 2022). Dessa 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 batteriet 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:

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

där

- $KP_n(a)$  = växthusgasutsläpp från bilalternativ  $a$  i ton koldioxidkvalenter efter  $n$  bruksår (kg CO<sub>2e</sub>)
- $\text{AutoVP}(a)$  = utsläpp från anskaffningen och tillverkningen av råmaterialen till bilalternativ  $a$  samt utsläppen från tillverkningen av bilen (kg CO<sub>2e</sub>)
- $\text{AkkuVP}(a)$  = utsläpp från anskaffningen och tillverkningen av råmaterialen till elbatteriet i bil  $a$  samt utsläppen från tillverkningen av batteriuppsättningen (kg CO<sub>2e</sub>)
- $PP_i(a)$  = 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 CO<sub>2e</sub>)
- $\text{AkkuH}(a)$  = klimatkompensation för återvinningen efter att elbatteriet i bil  $a$  har kasserats (negativa utsläpp, kg CO<sub>2e</sub>)
- $HP_n(a)$  = utsläpp från underhållsverksamhet efter  $n$  bruksår (kg CO<sub>2e</sub>) av bil  $a$

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:

$$\text{AkkuVP}(a) = \text{koefficient för livscykelutsläppen vid tillverkningen av elbatterierna i bil } a \text{ (kg CO}_2\text{e/kWh)} * \text{batteriernas storlek (kWh)} \quad (2)$$

### Utsläpp vid användning av diesel och biodiesel

De årliga utsläppen vid användning av en diesebil beräknas med följande ekvation 3 ( $PPD_i(a)$ ), men i vilken utsläppskoefficienterna för diesel och biodiesel ( $SDP$ ,  $VDP$ ,  $SBDP$ ,  $VBDP$ ) används istället för koefficienterna för bensen och etanol.

$$PP95E10_i(a) = [(SBP+VBP) * (1-SB_i) + (SEP_i+VEP_i) * SB_i] * VA * K95E10(a) / 100 \quad (3)$$

där

- $PP95E10_i(a)$  = utsläpp vid användningen av 95E10-bensen i bil  $a$  år  $i$
- $SBP$  = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av bensen (kg CO<sub>2e</sub>/liter)
- $VBP$  = koefficient för livscykelutsläppen för bensen från anskaffning av olja till distribution (kg CO<sub>2e</sub>/liter)
- $SB_i$  = andel (%) biobränsle (etanol) enligt distributionsskyldigheten år  $i$
- $SEP_i$  = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av etanol (kg CO<sub>2e</sub>/liter) år  $i$
- $VEP_i$  = koefficient för livscykelutsläppen för etanol från anskaffning av råmaterial till distribution (kg CO<sub>2e</sub>/liter) år  $i$
- $VA$  = årligt antal körkilometer (km)
- $K95E10(a)$  = bil  $a$ :s förbrukning av 95E10-bensen per 100 km (inkluderar andelen etanol enligt distributionsskyldigheten)

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 distributionsskyldighetens inverkan kan beräknas på det sätt som beskrivs i kapitel 5.2.2.

### Utsläpp vid användning av bränslen för dieselhybrider

Utsläppen vid användning av bränslen för dieselhybridbilar beräknas på motsvarande sätt som utsläppen vid användning av bränslen för dieseldrivna bilar.

### 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:

$$KPPi(ka) = [(SPMK + VPMK) * KMK(ka) + KPPBK_i(ka) + (SP95E * VP95E) * K95E(ka)] * VA/100 \quad (4)$$

där

SPMK = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av naturgas (kg CO<sub>2</sub>e/kg)

VPMK = koefficient för livscykelutsläppen för naturgas från anskaffning till distribution av gasen (kg CO<sub>2</sub>e/kg)

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

KPPBK <sub>$i$</sub> ( $ka$ ) = effekten av de totala utsläppen från användning av biogas i gasbil  $ka$  år  $i$

SP95E = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av E95-bensin (kg CO<sub>2</sub>e/liter)

VP95E = koefficient för livscykelutsläppen för E95-bensin från anskaffning av olja till distribution (kg CO<sub>2</sub>e/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 <sub>$i$</sub> ( $ka$ )) för varje år  $i$  beräknas på följande sätt:

$$KPPBK_i(ka) = PPBK_i(ka) + PLBD_i(ka) = PPBK_i(ka) + SMFD_i(a) * [(SFDP + VFDP) - (SDP_i + VDP_i)] \quad (5)$$

där

PPBK <sub>$i$</sub> ( $ka$ ) = utsläpp vid användningen av biogas (VA \* KBK( $a$ )) i bil  $ka$  år  $i$

PLBD <sub>$i$</sub> ( $ka$ ) = utsläppstillägg för utträngning av biodiesel för användningen av bil  $ka$  år  $i$

SMFD <sub>$i$</sub> ( $a$ ) = en ökning av den fossila dieseln i distributionsskyldighetmängden för diesel som orsakas av användningen av biogas i bil  $ka$  år  $i$

SFDP = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av fossil diesel (kg CO<sub>2</sub>e/liter)

VFDP = koefficient för livscykelutsläppen för fossil diesel från anskaffning till distribution av biodiesel (kg CO<sub>2</sub>e/liter)

SDP <sub>$i$</sub>  = utsläppskoefficient för förbränningen (förbrukningen) av diesel i distributionsskyldigheten (kg CO<sub>2</sub>e/liter) år  $i$

VDP <sub>$i$</sub>  = koefficient för livscykelutsläppen av diesel i distributionsskyldigheten från anskaffning till distribution av biodiesel (kg CO<sub>2</sub>e/liter) år  $i$

VA = årligt antal körkilometer (km)

KBK( $a$ ) = förbrukningen av biogas i kg per 100 km för bil  $a$

Faktor SMFD <sub>$i$</sub> ( $a$ ) beräknas med följande ekvation (6), förutom att energiomvandlingen (21/36) ersätts med förhållandet mellan biogas och diesel (50/36), varvid förbrukningen av biogas i kilogram omvandlas till dieselliter.

$$SMFD_i(a) = ((EE - (BE + EE) * X_i) / X_i) * VA * KE85(a) * 23,2 / 36 \quad (6)$$

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

## 4.2. Beräkning av kostnader

De kumulativa kostnaderna för en bil inkluderar kostnaderna för anskaffning av 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:

$$KK_n(sa) = INV - J + AV + V + \sum_{i=1}^n (W_{c,i}K_i + M_i + AJV_i + r^i * (INV - J)) \quad (7)$$

där

$KK_n(sa)$  = kumulativa kostnader för användning av elbilen för  $n$  år, €

$INV$  = pris, det vill säga investeringskostnad, €

$AV$  = bilskatt, €

$J$  = 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:

$$KK_n(h) = INV - J + AV + \sum_{i=1}^n (W_{t,i}K_i + W_{c,i}K_i + M_i + AJV_i + r^i * (INV - J)) \quad (8)$$

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, €

$AV$  = bilskatt, €

$J$  = 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:

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

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, €

$AV$  = bilskatt, €

$J$  = 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

Innehållet i kapitel 5 baserar sig på dokumentet i bilkalkylatorn (Seppälä m.fl. 2023).

### 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 CO<sub>2</sub>e/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 skäl att även bedöma resultatets känslighet genom att ändra utsläppskoefficienten för tillverkningen.

Utsläppskoefficienterna för biobränslen är förknippade med variationer som beror på tillverkningstekniken och råmaterialbasen 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 och biogas

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 punk 2.5, se mer Seppälä (2023)). 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



## 6. 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).
- Ecoinvent 2022. ecoinvent Database. <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/>.
- Finsk Energiindustri 2019. Elstatistik. <https://energia.fi/julkaisut/tilastot/sahkotilastot>.
- 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>.
- Guerrero, A. et al. 2020. Projecting adoption of truck powertrain technologies and CO2 emissions in line-haul networks. *Transportation research part D*, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102354>.
- Gunawan, T. & Monaghan, R. 2022. Techno-econo-environmental comparisons of zero- and low-emission heavy-duty trucks. *Applied Energy*, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118327>.
- Green NCAP 2022. Estimated Greenhouse Gas Emissions and Primary Energy Demand of Passenger Vehicles – 2nd edition. Life cycle methodology and data. Green NCAP, Switzerland.
- 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.
- Liimatainen, H. & Pöllänen, M. 2010. Trends of energy efficiency in Finnish road freight transport 1995–2009 and forecast to 2016. *Energy Policy*, 38, 12, 7676-7686, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.010>.
- Honkapuro S., Partanen, J., Haakana, J., Annala, S., Lassi, J. 2015. Selvitys sähkö- ja kaasuinfrastruktuurin energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista. Forskningsrapport från Lappeenrannan yliopisto. [https://energia.fi/files/1224/Selvitys\\_sahko-ja\\_maakaasuinfrastruktuurin\\_energiatehokkuuden\\_parantamismahdollisuuksista\\_2015.pdf](https://energia.fi/files/1224/Selvitys_sahko-ja_maakaasuinfrastruktuurin_energiatehokkuuden_parantamismahdollisuuksista_2015.pdf).
- Huisman, M. 2018. Electric trucks: wishful thinking or the real deal. The potential of electric tractor-trailers as a means of CO2 reduction in the Netherlands by 2030. Master's thesis. TU Delft. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:ec7af087-834b-4e50-a07d-1fd881167666/datastream/OBJ/download>
- 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](http://www.theicct.org).
- IEA 2022. Trends in electric heavy-duty vehicles. Global EV Outlook 2022. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022/trends-in-electric-heavy-duty-vehicles>.
- ITF 2022. Decarbonising Europe's Trucks – How to Minimise Cost Uncertainty. International Transport Forum.
- Jahangir Samet, M. et al. 2021. Road freight transport electrification potential by using battery electric trucks in Finland and Switzerland. *Energies* 14 (4), 823, <https://doi.org/10.3390/en14040823>.
- Lutsey, N. 2017. Integrating electric vehicles within U.S. and European efficiency regulation. Working paper 07. ICCT (The International Council on Clean Transportation).

Mauler, L. et al. 2022. Cost-effective technology choice in a decarbonized and diversified long-haul truck transportation sector: A U.S. case study. *Journal of energy storage*, <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103891>.

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.

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/app8081384.

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

Nyqvist, B., Olsson, O. 2021. The feasibility of heavy battery electric trucks. *Joule*, 5, 901-913. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.03.007>.

Palomäki, J.-M. 2013. Kuljetuskustannusten laskentasovellus. Examensarbete. Jyväskylän yrkeshögskola.

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 biobrännlen. [https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/TaVM\\_29+2018.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/TaVM_29+2018.aspx).

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>.

Seppälä, J., Munther, J., Viri, R., Liimatainen, H., Weaver, H., Ollikainen, M. 2023. Användarhandledning och beräkningsgrunder för bilkalkylatorn. Finlands klimatpanel. Version 6.6.2023. <https://www.ilmastopaneeli.fi/autokalkulaattori/>.

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

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

Statistikcentralen 2012. Kuorma-autoliikenteen kustannusindeksi. Käyttäjän käsikirja. [https://www.stat.fi/til/kalki/2012/kalki\\_2012\\_2012-12-04\\_men\\_001.html](https://www.stat.fi/til/kalki/2012/kalki_2012_2012-12-04_men_001.html)

Teichert, O., Link, S., Schneider, J., Wolff, S., Lienkamp, M. 2023. Techno-economic cell selection for battery-electric long-haul trucks. *eTransportation*, 16, 100225. <https://doi.org/10.1016/j.etrans.2022.100225>

Tilastokeskus 2012. Kuorma-autoliikenteen kustannusindeksi. Käyttäjän käsikirja. [https://www.stat.fi/til/kalki/2012/kalki\\_2012\\_2012-12-04\\_men\\_001.html](https://www.stat.fi/til/kalki/2012/kalki_2012_2012-12-04_men_001.html)

Tilastokeskus 2018. Sähkön ja lämmön tuotannon hiilidioksidipäästöt (hyödynjakomenetelmällä) -13.3.2. Energia 2018 –taulukkopalvelu.

VTT 2021. Kaupallisten ajoneuvojen rooli liikenteen ilmastopolitiikassa. Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 2021:34.

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



Wolff, S. et al. 2020. Scalable Life-Cycle Inventory for Heavy-Duty Vehicle Production. Sustainability 12(13). <https://doi.org/10.3390/su12135396>.