

# NOTAT – DOKUMENTATION AF LASTBILS- VALGSMODELLEN – VERSION 1.0

Marts 2023  
2022-3473

## Indhold

1	Introduktion og opsummering af modellen.....	2
1.1	Opsætning af repræsentativ vognpark i 2021 .....	3
1.2	Udskiftning af lastbiler som er for gamle eller har kørt for langt .....	3
1.3	Valg af drivmiddel for udskiftet lastbil.....	4
1.4	Udvidelse af vognparken .....	4
2	Drivmiddel teknologier .....	4
3	Repræsentativ vognpark.....	5
3.1	Antal lasbiler i basisår – opdeling på LVM-Klasser .....	5
3.2	Tildeling af årligt trafikarbejde.....	7
3.3	Tildeling af alder .....	9
3.4	Danske lastbiler, der kører i udlandet .....	10
4	Udskiftning af lastbiler .....	11
5	Udvidelse af vognparken .....	13
6	Levetidsomkostning – TCO beregning.....	14
6.1	Faste omkostninger.....	15
6.1.2	Lastbilens anskaffelsespris .....	15
6.1.2	Depotopladning .....	16
6.2	Variable omkostninger .....	18
6.2.1	Kilometerafhængige og tidsafhængige omkostninger ...	18
6.2.2	Kørselsdage .....	19
6.2.3	Opladningstid.....	20
6.2.5	Kørselstid .....	21
6.2.6	Brændstofudgifter .....	22
6.2.7	Vejafgifter .....	24
7	Bilag: Metodisk tilgang vedrørende skønnede priser for lastbiler .....	26



## 1 Introduktion og opsummering af modellen

I dette afsnit gives en kort introduktion til Lastbilsvalgsmodellen (LMV). Afsnitte giver et hurtigt overblik over modellen, mens en mere dybdegående beskrivelse kan findes i de efterfølgende afsnit.

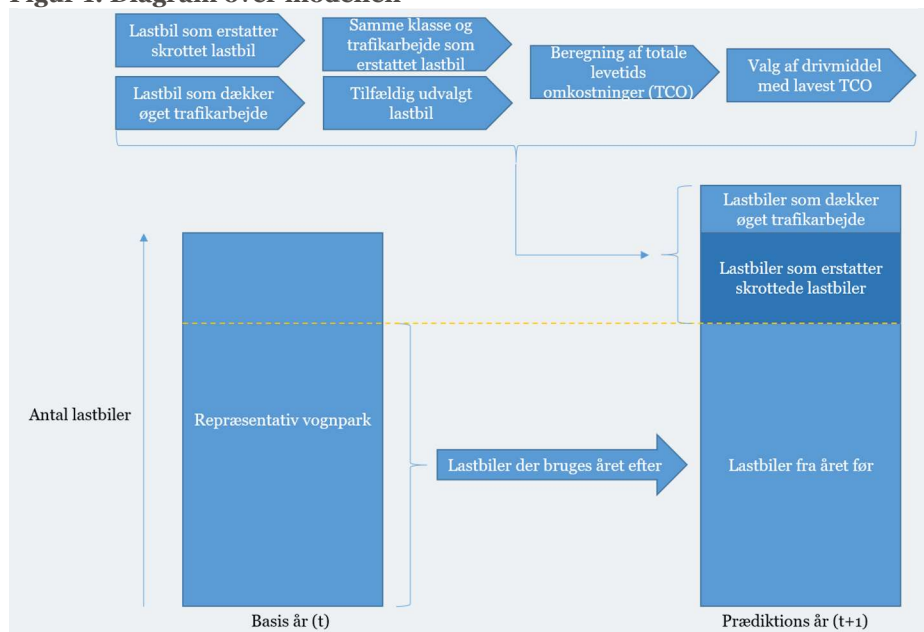
LVM er en model, der forudsiger fordelingen af lastbiler på forskellige drivmiddelklasser i fremtiden. Dette gøres igennem følgende fire trin som skitseres i figur 1:

1. Opsætning af repræsentativ vognpark i 2021 (basis år)
2. Udskiftning af lastbiler som er for gamle eller har kørt for langt
3. Valg af drivmiddel for udskiftet lastbil
4. Udvidelse af vognpark som følge af øget trafikarbejde

Ved at gennemføre de ovenstående steps er modellen i stand til at forudsige størrelsen af vognparken og fordelingen af vognparken på drivmiddelstyper.

Hver step bliver skitseret kort i det følgende og beskrives mere detaljeret i de efterfølgende afsnit.

Figur 1: Diagram over modellen



Anm.: Modellen skitserer Lastbilsvalgsmodellens grundlæggende opbygning. Størrelserne skitseret i ovenstående er ikke repræsentativ for de egentlig udskiftninger, som sker i modellen.

Kilde: Transportministeriet.



## 1.1 Opsætning af repræsentativ vognpark i 2021

Modellen starter med at danne en repræsentativ vognpark, som modellen bruger som basis for fremskrivningen. Dette gøres på baggrund af data fra Det Digitale Motorregister (DMR), hvor det fremgår, hvor mange lastbiler af forskellige typer der findes.

Alle lastbiler bliver derefter kategoriseret efter 9 LVM-klasser og 5 drivmiddelstyper: diesel 1, diesel 2, diesel 3, batteri og brint.<sup>1</sup> I alt betyder dette, at lastbilvalgsmodellen arbejder med 45 kategorier. Modellen indeholder på nuværende tidspunkt ikke gas-lastbiler.

For at kunne forudse, hvornår en lastbil skal udskiftes, har modellen brug for at vide, hvor langt lastbilen kører om året, og hvor gammel den er.

På baggrund af data fra DMR kendes trafikarbejdet opdelt på percentiler. Modellen tildeler hver lastbil et årligt trafikarbejde på baggrund af den fordeling. Det antages derefter, at lastbilen har samme årlige trafikarbejde i resten af dens levetid.

Derefter tildeles hver enkelt lastbil en alder. Dette gøres ved at give lastbilen en alder mellem nul og den gennemsnitlige levetid. Tildelingen bliver modelleret, så der tages hensyn til, at der er flere yngre lastbiler end ældre.

Den repræsentative vognpark uddybes i afsnit 3.

## 1.2 Udskiftning af lastbiler som er for gamle eller har kørt for langt

Da modellen nu har tildelt de enkelte lastbiler en alder og et årligt trafikarbejde, kan den ved at fremskrive år for år finde de lastbiler, som skal udskiftes, fordi de er blevet for gamle, eller fordi deres kilometerstand er blevet for stor. Ved udskiftning af lastbiler antages det, at den nye lastbil skal være af den samme LVM-klasse som den gamle, men at drivmidlet (fx diesel vs. batteri) kan skiftes.

Udskiftning af lastbilerne uddybes i afsnit 3.

---

<sup>1</sup> I modellen findes reelt også en hybrid-kategori. De facto regner modellen dog ikke på hybrid-kategorien, da der mangler priser for anskaffelse og drift af typen. Hybrid-kategorien er derfor prisfastsat sådan, at den aldrig vil blive valgt.



### 1.3 Valg af drivmiddel for udskiftet lastbil

Valget af drivmiddel er baseret på en antagelse om, at vognmanden er profitmaksimerende. Vognmanden vælger derfor den drivmiddelstyper som er billigst at køre i, set over hele lastbilens levetid.

Der udregnes en "Total Cost of Ownership" (TCO) for hver af de seks drivmiddelstyper. I modellen udgøres TCO af to delkomponenter – faste omkostninger og variable omkostninger. De faste omkostninger er anskaffelsesprisen på lastbilerne. Anskaffelsesprisen på brint- og batterilastbiler er væsentligt højere end for diesel-lastbiler, men det antages at forskellen mellem dem bliver mindre i fremtiden. Anskaffelsespriserne er leveret af Færdselsstyrelsen med udgangspunkt i litteratur fra bl.a. ICCT (International Council on Clean Transportation), jf. bilag.

De variable omkostninger indeholder udgifter til drivmiddel, lønninger, reparationer, kapacitetsomkostninger og dæk. De variable omkostninger er baseret på kørselsomkostninger for lastbiler fra de Transportøkonomiske Enhedspriser. Derudover er den kommende vejafgift også inkluderet med det lille vejnet fra 2025 og det store vejnet fra 2028. Generelt er driftsomkostningerne lavere for batterilastbiler, da fx brændstofpriserne er lavere.

TCO udregningen uddybes i afsnit 6.

### 1.4 Udvidelse af vognparken

I Lastbilsvalgsmodellen antages det, at et øget trafikarbejde slår direkte igennem på antallet af lastbiler. Udviklingen i trafikarbejdet er fremskrevet med Grøn Mobilitetsmodel (GMM, tidligere Landstrafikmodellen) og tager hensyn til indførelsen af vejafgiften. Vognparken udvides, så den relative størrelse mellem de 9 LVM-klasser forbliver uændret. Det antages dermed, at det øgede trafikarbejde fører til flere lastbiler, som har samme karakteristika som de lastbiler, der er i modellens startår. Valget af drivmiddel for de ekstra lastbiler baseres på en TCO-beregning på samme måde, som de lastbiler, som udskiftes løbende.

Udvidelse af vognparken uddybes i afsnit 4.

## 2 Drivmiddel teknologier

I LVM er der fem mulig drivmidler som vognmanden kan vælge mellem, når der skal vælges, hvilket drivmiddel en ny lastbil skal køre på. Disse drivmidler er:



1. Diesel 1
2. Diesel 2
3. Diesel 3
4. Batteri
5. Brint

Diesel 1-3 er alle klassiske diesellastbiler, hvor klassificeringen henviser til, hvor energieffektive de er. Diesel 1 er den mindst energieffektive, mens diesel 3 er den mest energieffektive. (Se afsnit 6.2.6.1). Diesellastbiler 2 og 3 er typisk dyrere at anskaffe end diesel 1.

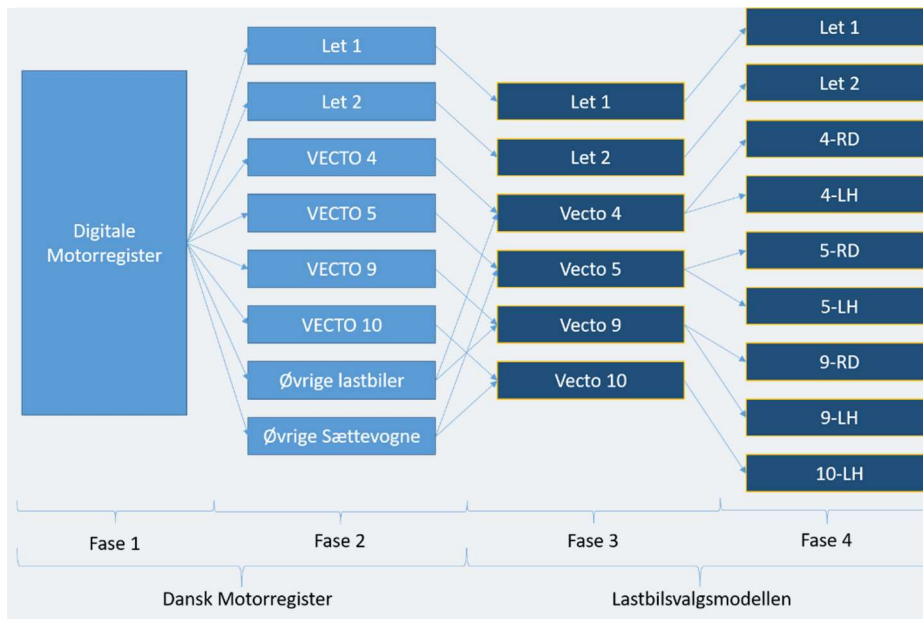
Batterilastbiler er lastbiler, som via et elektrisk batteri bliver drevet af el. Ligeledes er brintlastbiler, lastbiler der ved hjælp af en brændselscelle drives af brint.

### **3 Repræsentativ vognpark**

#### **3.1 Antal lasbiler i basisår – opdeling på LVM-Klasser**

Der opstilles en repræsentativ vognpark for basisåret 2021. Basisåret tager udgangspunkt i data om lastbiler/sættevognstrækkere fra det Digitale Motorregistre (DMR). Da lastbiler findes i mange størrelser og bruges til mange forskellige kørselsopgaver, opdeles bestanden i forskellige kategorier. Dette gør det muligt at modulere, at nogle typer af lastbiler er nemmere at omstille end andre, da prisen på denne omstilling kan variere betragteligt. Processen med at kategorisere lastbiler til LVM-klasser er skitseret i figur 3.1.

**Figur 3.1: Skitsering af karakterisering af lastbiler på LVM-klasser.**



Anm.: Skitse af processen, der skaber den repræsentative vognpark.  
Kilde: Transportministeriet.

I fase 1 hentes alle danske lastbiler/sættevognstrækkere, som vejer mere end 3,5 ton ind fra DMR.

I fase 2 bliver lastbilerne opdelt på baggrund af deres vægt, og om det er en sættevognstrækker eller lastbil. VECTO-grupperne er en klassificering ud fra vægt og akselantal. Fx vejer lastbiler i VECTO 4 under 18 ton (for diesel) og har en 4x2 akselkonfiguration, som betyder, at den har 2 aksler med træk på den ene aksel.

I fase 3 fordeles øvrige lastbilerne/sættevognstrækkerne, til de resterende grupper. Øvrige lastbiler er lastbiler som vejer mere end 26 ton eller har akselkonfigurationer forskellig fra 4x2 eller 6x2.

Da LVM kun har prisinformationer om lastbiler under 26 ton og med akselkonfigurationer 4x2 eller 6x2, er der behov for at dele de øvrige lastbiler ud på de resterende LVM-klasser. Derfor er de øvrige lastbiler blevet fordelt ligeligt mellem VECTO gruppe 4 og 9. Ligeledes er de øvrige sættevognstrækkere fordelt ligeligt mellem VECTO gruppe 5 og 10.<sup>2</sup>

I fase 4 fordeles de forskellige grupper ud på, om det henholdsvis er en lastbil som kører regionalt (RD) eller langdistance (LH). Det

---

<sup>2</sup> Denne antagelse vil formentligt lede til en overvurdering af omstillede lastbiler til batteri eller brint, da "øvrige lastbiler" typisk er de tunge lastbiler, som formentligt vil være sværere at omstille, end den kategori de er blevet tildelt.



er ikke muligt ud fra DMR at lave denne klassifikation. Derfor er der ud fra data fra European Environment Agency skønnet en salgsfordeling i 2020. Derefter er det antaget, at fordelingen i flåden mellem RD og LH er den samme som slagsfordelingen i 2020.

LVM opererer dermed med ni lastbilsklasser, hvis karakteristika fremgår af tabel 3.1. Disse ni klasser vil fremover blive omtalt som LVM-klasser.

**Tabel 3.1: Lastbilsklasser i LVM**

LVM-klasse	Lastbil/sættevognstrækker	Vægt (ton)*	Batterikapacitet for ellastbiler (kWh)	Antal i basisår
Let 1	Lastbil	3,5-4	35	104
Let 2	Lastbil	4-12	125	7.637
4-RD	Lastbil	<18	200	5.795
4-LH	Lastbil	<18	300	2.028
	Sættevognstrækker			
5-RD	ker	<18	300	3.723
	Sættevognstrækker			
5-LH	ker	<18	400	71
9-RD	Lastbil	<26	300	4.986
9-LH	Lastbil	<26	450	5.682
	Sættevognstrækker			
10-LH	ker	<26	450	11.455
SUM				41.481

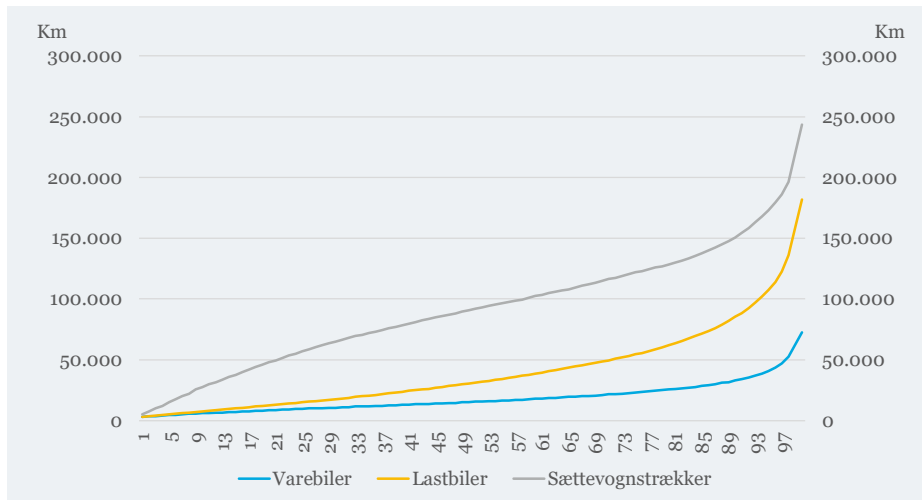
Anm.: \*For en diesellastbil i klassen. En batterilastbil må vejer 2 ton mere.  
Kilde: Transportministeriet.

### 3.2 Tildeling af årligt trafikarbejde

Til at tildele lastbilerne et årligt trafikarbejde tager LVM udgangspunkt i trafikarbejdet opdelt på percentiler for tre lastbilstyper: Varebiler, Lastbiler og Sættevognstrækkere, *jf. figur 3.2*. Fordelingen er fundet ved at se, hvor langt danske lastbiler kører på to år. Dette er opgjort ved brug af DMR-data, hvor det er muligt at følge lastbilens kilometerstand i mellem to syn, som lovmæssigt skal foregå en gang årligt. Til synet noteres den aktuelle kilometerstand og det årlige trafikarbejde kan dermed approksimeres.<sup>3</sup>

**Figur 3.2. Fordeling i km, på tværs af lastbilstyper**

<sup>3</sup> Lastbilerne kan i realiteten blive synet oftere end en gang årligt. Vognmanden har dog et incitament til at få synet vognen så tæt et års mellemrum som muligt. Beregningen vurderes derfor at være retvisende.



Anm.:

Kilde: Transportministeriet på baggrund af det digitale Motorregister 2017-2019.

Fremfor at tildele lastbilerne deres faktiske trafikarbejde, får de forskellige LVM-klasser tildelt et trafikarbejde på baggrund af den DMR-kategori som matcher dem bedst. Det skyldes, at lastbiler typisk kører mere, når de er nye, end når de er ældre. Da det antages, at lastbilerne har det samme trafikarbejde i alle år, og at nye lastbiler har samme trafikarbejde, som de lastbiler de erstatter, ville den løbende udskiftning gøre, at størstedelen af de nye biler ville have et lavt årligt trafikarbejde.

Tildelingen betyder, at fx LVM-klassen, let 1, blevet tildelt trafikarbejde på baggrund af DMR-kategorien "Varebil", *jf. tabel 3.2.*

**Tabel 3.2: Tildeling af trafikarbejde til LVM-klasser**

LVM-klasse	Trafikarbejde tildelt på baggrund af DMR kategori
Let 1	Varebil
Let 2	Varebil
4-RD	Lastbil
4-LH	Lastbil
5-RD	Lastbil
5-LH	Sættevognstrækker
9-RD	Lastbil
9-LH	Sættevognstrækker
10-LH	Sættevognstrækker

Anm.:

Kilde: Transportministeriet.

For hver LVM-klasse tildeles der på skift et årligt trafikarbejde til 100 lastbiler af gangen. Den første lastbil får et årligt trafikarbejde, der svarer til den 1. percentil for klassen, og den sidste hvad der





svarer til den 100. percentil. Fx vil den første lastbil i gruppen 4-RD få tildelt et trafikarbejde på 3.000 km årligt, mens at den sidste lastbil får tildelt et årligt trafikarbejde på 182.000 km. I det tilfælde, at der resterer mindre end 100 lastbiler at tildele trafikarbejde, bliver trafikarbejdet til disse fordelt uniformt omkring den 50. percentil. Altså hvis der resterer 6 lastbiler, så tildeles disse henholdsvis den 14., 29., 43., 57., 71. og 86. percentil.

Da levetidsomkostningerne diskonteres, vil antagelsen om uændret trafikarbejde henover levetiden føre til færre batteri-/hybridlastbiler, end hvis man indførte et faldende trafikarbejde over årene, da de variable omkostninger da ville være højere i starten, hvor diskonteringen er lavere.

### 3.3 Tildeling af alder

For at kunne estimere, hvornår en lastbil skal udskiftes, er der behov for at vide, hvor gamle lastbilerne er i den eksisterende vognpark, og hvor gamle lastbilerne forventes at blive.

Alt efter LVM-klassen tildeles den enkelte lastbil en alder på mellem 0 og den gennemsnitlige tidslevetid for klassen, *jf. tabel 3.3*. Dette aldersspænd bliver initialt fordelt uniformt på lastbilerne.

**Tabel 3.3: Gennemsnitlig tidlevetid og kilometerlevetid**

LVM-klasse	Gennemsnitlig tidslevetid (år)	Gennemsnitlig kilometerlevetid (km)
Let 1	13,3	248.996
Let 2	13,3	248.996
4-RD	13,8	563.209
4-LH	13,8	563.209
5-RD	10,5	931.962
5-LH	10,5	931.962
9-RD	13,8	563.209
9-LH	13,8	563.209
10-LH	10,5	931.962

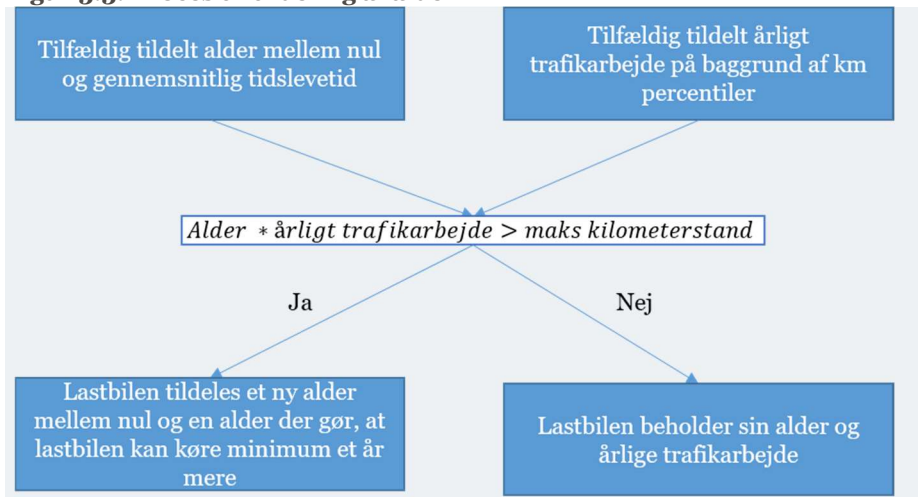
Anm.: Gennemsnitlig levetid er baseret på COWI's (2021) opdatering af kørselsomkostningerne i de Transportøkonomiske Enhedspriser.  
Kilde: Transportministeriet.

Denne fordeling betyder dog, at der er lige mange lastbiler i alle aldersgrupper. Det passer ikke med virkeligheden, hvor der er flere nye lastbiler end gamle. For at tage hensyn til den skæve fordeling korrigeres den initiale fordeling som skitseret i figur 3.3. For hver lastbil beregnes kilometerstanden som alderen ganget det årlige



trafikarbejde. For de lastbiler, hvor kilometerstanden er højere end den gennemsnitlige kilometerlevetid, gives tilfældigt en ny alder, sådan at lastbilen som minimum kan køre et år mere. Denne korrektion gør, at der kommer flere nye lastbiler end gamle og at aldersfordelingen i LVM's vognpark kommer til at ligne aldersfordelingen i den virkelige vognpark.<sup>4</sup>

**Figur 3.3. Proces til tildeling af alder**



Anm.: Skitsering viser, hvordan alderen på en lastbil bliver korrigeret for de lastbiler, som har for høj en kilometerstand i forhold til den gennemsnitlige kilometerlevetid. Denne korrektion er med til at sikre, at der er flere unge lastbiler end gamle.

Kilde: Transportministeriet.

### 3.4 Danske lastbiler, der kører i udlandet

Da den kilometerbaserede vejafgift kun gælder for danske veje, vil incitamentet til at skifte til et grøn drivmiddel være mindre for de lastbiler, som kører regelmæssigt i udlandet. LVM antager derfor, at 1 pct. af LVM-klasse 4-RD, 4-LH, 9-RD og 9-LH lastbilerne har international kørsel. Ligeledes antages det, at 8 pct. af LVM-type 5-RD, 5-LH og 10-LH kører internationalt. Andelene er antaget på baggrund af tidligere grænsetællinger ved grænsen til Tyskland. Hvilke lastbiler som kører internationalt inden for en LVM-klasse bliver udvalgt tilfældigt, således at der tages hensyn til, at det er mere sandsynligt, at en lastbil har international kørsel, hvis den har et stort årligt trafikarbejde.

---

<sup>4</sup> Aldersfordelingen i den virkelige vognpark indeholder lastbiler, som er væsentligt ældre end LVM's. Derudover er den virkelige aldersfordeling afhængig af årlige salgstal, som er konjunkturfølsomme. Det betyder, at der kan være flere lastbiler, som er fx to år gamle, end et år gammel. Dette er der ikke i LVM.



Sandsynligheden for at en lastbil kører internationalt er:

$$p(\text{international} = 1 \mid \text{årligt trafikarbejde} = j \text{ og LVM klasse} = i) \\ = \text{andel international}_i + \text{differentiering}_{ij}$$

Hvor at differentiering gør, at det er 4 pct. mindre sandsynligt, at lastbiler med et årligt trafikarbejde svarende til første percentil køre internationalt i forhold til lastbiler med et årligt trafikarbejde svarende til medianen. Ligeledes er det 4 pct. mere sandsynligt for de lastbiler, som har et trafikarbejde svarende til den 100. percentil.<sup>5</sup> De resterende percentiler ligger der imellem

Slutteligt antages det, at de lastbiler, der kører internationalt, kører 50 pct. af tiden uden for Danmark. Dermed bliver lastbilerne kun pålagt vejafgiften for 50 pct. at de kørte kilometer.

Værdisætningen af andelen af danske lastbiler, som kører internationalt, og hvor stor en del af trafikarbejdet, som køres i Danmark, rummer en høj grad af usikkerhed. Det er dog en forventning om, at andelen af danske lastbiler, som kører meget internationalt, er begrænset, da en dansk lastbil typisk vil være dyrere i drift sammenlignet med en ikke-danske lastbil. Effekten på modellens resultat er også begrænset, da antagelsen kun påvirker forholdsvis få lastbiler. Alt andet lige vil en større andel af lastbiler, som kører internationalt, betyde, at færre lastbiler omstilles til brint/batterilastbiler, da det vil betyde, at flere lastbiler i mindre grad bliver påvirket af vejafgiften.

## 4 Udskiftning af lastbiler

I modellen antages det, at en lastbil bliver udskiftet, når den bliver for gammel, eller har kørt for langt. Den maksimale levetid for alder og kilometerstand fremgår af tabel 3.3. De skrottede lastbiler erstattes med en lastbil i samme LVM-klasse, som har samme årlige trafikarbejde, men kan variere på drivmidlet. Ovenstående antager altså, at når vognmanden erstatter en lastbil, så køber han en, som ligner den, som han havde i forvejen.

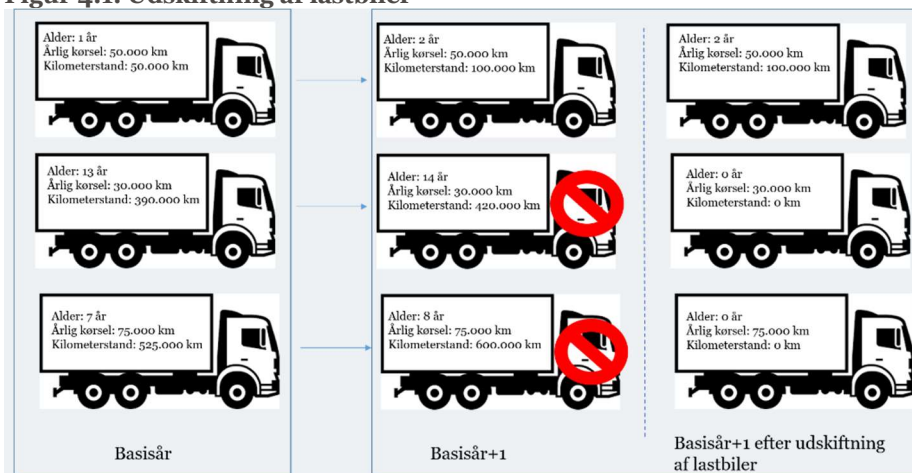
---

<sup>5</sup> Differentieringen udregnes konkret som:  $\text{differentiering}_{ij} = (\text{km percentil}_{ij} - 49,5) * \frac{(\text{andel international}_i + 50)}{49,5 * 100}$ . Km percentil er percentilen for lastbilens årlige trafikarbejde. Formlen tager hensyn til nul-indeksering i Python.

Ovenstående tilgang er illustreret med et eksempel i figur 4.1, hvor der er taget udgangspunkt i lastbil af klassen 9-LH, som har en antaget makslevetid på 13,8 år eller godt 560.000 km. I basisåret findes tre lastbiler med forskellig alder, årlig trafikarbejde og kilometerstand. Modellen fremskriver nu et år frem, hvilket betyder, at alle tre lastbiler er blevet et år ældre og at kilometerstanden er steget med deres årlige trafikarbejde. Det undersøges nu, om der er lastbiler i bilparken, som skal udskiftes. Den første lastbil er hverken blevet for gammel eller kørt for langt. Derfor udskiftes lastbilen ikke og den kører videre. Lastbil 2 har derimod opnået en alder, som overskrider den maksimale alder og den udskiftes derfor. Lastbil 2 erstattes med en identisk lastbil, som har samme årlige trafikarbejde. Valget af drivmiddel kan dog variere, og drivmidlet med den laveste levetidsomkostning vælges (se afsnit 6 om TCO-beregning). Da lastbilen er ny, sættes alderen til nul og det samme gøres for kilometerstanden. Den tredje lastbil udskiftes også, idet kilometerstanden nu er større end den maksimale kilometerstand for lastbilklassen. Denne lastbil erstattes på samme måde som lastbil 2.

Da LVM's nuværende basisår er 2021 er det første år, hvor modellen udskifter lastbiler 2022.

Figur 4.1. Udskiftning af lastbiler



Anm.: Skitsen viser udskiftningen af lastbiler i LVM. Der er taget udgangspunkt i en LVM-klasse 9-LH, med forskellige årlige trafikarbejde og initial alder. Maks levetiden for en LVM-klasse 9-LH er 13,8 år og maks kørsel er godt 560.000 km. De lastbiler, som er blevet for gamle eller har kørt for langt erstattes med en lignende lastbil, men hvor drivmidlet kan variere.

Kilde: Transportministeriet.



## 5 Udvidelse af vognparken

På grund af en generel økonomisk vækst i samfundet forventes det, at der skal bruges flere lastbiler i fremtiden til at betjene transportefterspørgslen. LVM fremskriver dette ved at tage udgangspunkt i et indekseret trafikarbejde, udregnet på baggrund af GMM. Fx antages det, at trafikarbejdet i 2026 er 1,41 procentpoint højere end i 2025, *jf tabel 5.1*. Udviklingen tager hensyn til en faldende efterspørgsel, pga. vejafgiften, i forhold til et scenarie, hvor der ikke er en vejafgift.

**Tabel 5.1: Indekseret trafikarbejde**

År	Indekseret trafikarbejde
2021	100,00
2022	101,51
2023	103,01
2024	104,52
2025	106,02
2026	107,44
2027	108,85
2028	110,26
2029	111,68
2030	113,09

Anm.: Det indekserede trafikarbejde er baseret på beregninger fra GMM, hvor der tages hensyn til, at den km-baserede vejafgift vil mindske transportefterspørgslen. Fra 2025 og frem er der antaget en konstant vækst på 1,413 procentpoint om året.

Kilde: Transportministeriet på baggrund af beregninger fra GMM.

For at dække det ekstra trafikarbejde tilføjes nye lastbiler til modellen.

Først fremskrives trafikarbejdet inden for de enkelte klasser med det indekserede trafikarbejde. Det antages dermed, at der kommer mere trafik, men at fordelingen mellem LVM-klasserne er uændret.

Til at udføre det ekstra trafikarbejde i hver LVM-klasse, lægges der sekventielt en lastbil mere til LVM-klasserne. Lastbilens årlige trafikarbejde, trækkes tilfældigt fra fordelingen af årligt trafikarbejde som LVM-klassen tilhører, *jf. figur 3.2*. Dette gøres dog uden tilbagelægning, således at når den 55. percentil trækkes, kan den først trækkes igen, når alle percentiler er blevet tildelt én gang. Modellen tilfører nye lastbiler, indtil det ønskede trafikarbejde er dækket. Drivmidlet for de ny lastbiler vælges på samme måde, som for de lastbiler, der tilføres for at erstatte skrottede lasbiler.



## 6 Levetidsomkostning – TCO beregning

Valget af drivmiddel i LVM er bestemt ud fra en udregning af den totale omkostning ved at drive lastbilen i dens levetid (Total Cost of Ownership (TCO)). Det drivmiddel, som har den laveste TCO, bliver valgt som drivmiddel for den nye lastbil.

TCO'en beregnes som:

$$TCO_{idjt} = \text{Faste omkostninger}_{iat} + \sum_{\tau=0}^{\text{Levetid}} (\text{Variable omkostninger}_{idjt}) * \delta_{\tau}$$

Hvor at  $i$ =LVM-klassen,  $d$ =drivmiddel,  $j$ =årligt trafikarbejde,  $t$ =købstidspunkt,  $\delta$ =diskonteringsfaktor og  $\tau$ = tidspunkt i lastbilens levetid.

Faste omkostninger er anskaffelsesprisen på lastbilen og afhænger af, hvilken LVM-klasse, som skal købes, hvilket drivmiddel, og på hvilket tidspunkt lastbilen bliver købt. For batterilastbiler indgår også omkostninger til at etablere depotopladning (se afsnittet 5.1.1 om depotopladning).

Variable omkostninger afhænger ligeledes af LVM-klassen, drivmiddelstypen, og hvor langt lastbilen kører om året og indeholder driftsomkostninger og vejafgifter. Bemærk, at de variable omkostninger ikke skifter over tid, men er konstant i alle lastbilens leveår. Det antages dermed, at vognmanden ikke er i stand til at forudse, hvad fremtiden bringer, og vognmandens bedste bud på variable omkostninger, er hvad han giver, det år han anskaffer sig lastbilen.

Vejafgiften er håndteret på samme måde. Det betyder, at en lastbil som bliver udskiftet i 2024, ikke tager hensyn til, at der kommer en vejafgift i 2025. En korrektion af dette vil betyde, at modellen vil prædikere flere brint/batterilastbiler.

Diskonteringsfaktoren,  $\delta_{\tau}$ , udregnes som:

$$\delta_{\tau} = \frac{1}{(1+r)^{\tau}}$$

Hvor  $r$  er diskonteringsrenten som sættes til 6,5 pct. Diskonteringsrenten er derfor sat højere, end hvad der normalt bruges i samfundsøkonomiske beregninger. Dette valg er taget, da det findes rimeligt, at erhvervslivet arbejder med en kortere tidshorisont



og større risikoaversion end samfundet, og med lavere tålmodighed i forhold til forrentningen af deres investering. Da batteridrevne lastbiler har lavere driftsomkostninger end diesellastbiler, ville en lavere diskonteringsrente betyde, at LVM ville forudsige flere batteri- eller brintlastbiler.

Hvert element i TCO-beregningen uddybes i det følgende.

## 6.1 Faste omkostninger

I LVM medregnes to fasteomkostninger i TCO beregningen. Lastbilens anskaffelsespris og prisen på opsætning af depotopladning for batterilastbiler. Prisfastsættelsen af begge præsenteres i henholdsvis afsnit 6.1.2 og 6.1.3.

### 6.1.2 Lastbilens anskaffelsespris

Færdselsstyrelsen har estimeret priser for de forskellige lastbiler baseret på samtaler med producenter og international litteratur som dækker området. En nærmere beskrivelse kan læses i notatet: Metodiske tilgange vedrørende skønnede priser for lastbiler.

Grundlæggende er der taget udgangspunkt i en basispris for en diesellastbil i år 2022, da dette er første år hvor modellen udskifter lastbiler. Derefter antages det, at prisen på diesellastbiler vil være stigende i perioden, da krav til producenterne om at mindske udledningerne fra deres salg (CO<sub>2</sub>-udledningskrav til nysalg af lastbiler), vil kunne få dem til at øge prisen på diesellastbiler for at gøre alternativer mere attraktive. Med udgangspunkt i basisprisen er det derfor antaget, at diesellastbilen koster 10 pct. mere i 2025 og yderligere 5 pct. mere i 2030, *jf. tabel 6.1*.

**Tabel 6.1: Sammenhæng mellem priser på diesellastbiler og batteri/brintlastbiler**

	2022	2025	2030
			Basis Diesel *
Diesel 1	Basis Diesel	Basis Diesel * 1,1	(1,1*1,05)
		Basis Diesel * 1,02 *	Basis Diesel * 1,02 *
Diesel 2	Basis Diesel * 1,02	1,1	(1,1*1,05)
		Basis Diesel * 1,05 *	Basis Diesel * 1,05 *
Diesel 3	Basis Diesel * 1,05	1,1*	(1,1*1,05)
			Basis Diesel * 1,2 *
	Basis Diesel * 1,7 + batteristørrelse *	Basis Diesel * 1,4 * 1,1 + batteristørrelse *	(1,1*1,05) + batteri- størrelse * 1.800
Batteri	2.600 kr./kWh	2.300 kr./kWh	kr./kWh



	Ydelse (KW) * 3.500	Ydelse (KW) * 3.500	Ydelse (KW) * 3.000
	kr./KW + batteristør-	kr./KW + batteristør-	kr./KW + batteristør-
<b>Brint</b>	<b>relse * 2.600 kr./kWh</b>	<b>relse * 2.300 kr./kWh</b>	<b>relse * 1.800 kr./kWh</b>

Anm.:

Kilde: Færdselsstyrelsen og Transportministeriet.

Prisen på en batterilastbil kan opdeles i to elementer; prisen for lastbilen og prisen på batteriet. Prisen på lastbilen er fundet ved at gange en faktor på henholdsvis 1,7, 1,4 og 1,2 i henholdsvis 2022, 2025 og 2030 på prisen for en diesellastbil. Prisen på batteriet findes ved at gange størrelsen på batteriet med prisen pr. KWh, som er henholdsvis 2.600 kr./KWh, 2.300 kr./KWh og 1.800 kr./KWh i henholdsvis 2022, 2025 og 2030.<sup>6</sup> Prisen på batterier forventes at falde blandt andet på grund af teknologisk udvikling og stordriftsfordele.

Prisen for en brintlastbil er ligeledes fundet i to step. Først ganges lastbilens effekt (målt i KW) med prisen på en brændselscelle pr. KW. Derefter tages der hensyn til, at en brintlastbil har et mindre batteri. Batteriprisen er fundet på samme måde som for batterilastbilen.

Da der kun er fremskrevet priser for tre år, er der foretaget en lineær interpolation mellem årene for at finde en pris i alle år mellem 2022 og 2030. Fra 2031 og frem, er der fremskrevet med den gennemsnitlige udvikling i lastbilprisen i perioden 2022-2030 ganget med en faktor på 0,75. Der ganges med en faktor for at tage hensyn til, at de teknologiske potentialer for prisreduktioner forventes at være størst i starten.

### **6.1.2 Depotopladning**

Depotopladning skal forstås som den opladning, der foregår ved vognmanden når lastbilen ikke er i brug. I LVM antages det, at der skal anlægges depotopladning første gang en lastbil bliver konverteret til en ellastbil. Det vil altså sige, at hvis en ellastbil skal udskiftes til en ny ellastbil, skal der ikke anlægges depotopladning på ny, mens der indgår omkostninger til anlæg af depotopladning, når en dieselbil udskiftes med en elbil.

---

<sup>6</sup> KWh-prisen er estimeret af Færdselsstyrelsen baseret på rapport fra ICCT (Total cost of ownership for tractor trailers in europe – Battery electric versus diesel) og priser fra Scania.





Prisen på anlæg af depotopladning er fundet ved at tage udgangspunkt i ”Total Cost of Ownership for Tractor-Trailer in Europe: Battery Electric versus Diesel (ICCT), 2021”. Her præsenteres priser på anlæg af lynladning (350 KW) og natladning (100 KW), på henholdsvis ca. 1.800.000 kr. og 527.000 kr. i 2020 og ca. 1.300.000 kr. og 380.000 kr. i 2030.

I LVM antages det, at en lastbil vil have 8 timer til natladning og at lastbilen som minimum har 20 pct. kapacitet på batteriet ved påbegyndt opladning. Den nødvendige opladningskapacitet findes derved ved at sige:

$$N\ddot{o}dvendig\ kapacitet_i = \frac{Batterikapacitet_i * 0,80}{8\ timer}$$

Dette giver fx, at der skal etableres en natlader på 45 KW til en lastbil af LVM-kategorien 9-LH, jf. tabel 6.2. For LVM-klasse Let-1 og Let-2 er der valgt en højere effekt end nødvendigt, da effekten ellers var for lav.

Prisen for opladeren er fundet ved at finde prisen for 1 KW ud fra ICCT-priserne og tage hensyn til at prisen pr. KW er lidt højere ved en lav effekt, end den er ved en høj effekt. Prisudviklingen er fundet ved at finde det gennemsnitlige årlige prisfald ved ICCT-priserne. Fra 2030 og frem antages at prisen holdes på 2030-niveauet.

**Tabel 6.2: Pris for depotopladning**

LVM-klasse	Opladningskapacitet ved natladning (KW)	Pris 2022 (kr.)	Pris 2030 (kr.)
Let 1	15*	75.963	58.683
Let 2	15*	75.963	58.683
4-RD	20	101.230	78.202
4-LH	30	151.681	117.177
5-RD	30	151.681	117.177
5-LH	40	202.023	156.067
9-RD	30	202.023	156.067
9-LH	45	227.153	175.481
10-LH	45	227.153	175.481

Anm.: Priserne opgjort i 2021-priser. Priserne og prisudviklingen er baseret på priser opgjort af ICCT (Total Cost of Ownership for Tractor-Trailer in Europe: Battery Electric versus Diesel, 2021). \*For klasse Let 1 og Let 2 er blevet valgt kapacitet på 15 KW da det blev vurderet, at det ville være svært at skaffe opladning med en mindre kapacitet.

Kilde: Transportministeriet.



## 6.2 Variable omkostninger

De variable omkostninger i LVM opgøres som følgende:

$$\begin{aligned} \text{Variable omkostninger}_{idjt} &= \text{Kilometerafhængige omkostninger}_{idj} \\ &+ \text{Tidsafhængige omkostninger}_{idjt} \\ &+ \text{Brændstofudgift}_{idjt} + \text{Vejafgifter}_{idjt} \end{aligned}$$

De kilometerafhængige- og tidsafhængige omkostninger dækkes i det følgende, mens brændstofudgifterne og vejafgifter dækkes i afsnit 6.2.6 og 6.2.7.

### 6.2.1 Kilometerafhængige og tidsafhængige omkostninger

LVM tager udgangspunkt i kørselsomkostninger til lastbiler i de Transportøkonomiske Enhedspriser (TE). Da de Transportøkonomiske Enhedspriser kun angiver de variable omkostninger for en gennemsnitlig lastbil, er det nødvendigt at anvende de detaljerede kørselsomkostninger, udarbejdet af COWI, som den repræsentative lastbil i de Transportøkonomiske Enhedspriser er beregnet på baggrund af. De detaljerede kørselsomkostninger kan tilgås fra DTU's hjemmeside<sup>7</sup>. I de detaljerede kørselsomkostninger er der tre typer af lastbiler og en type af store varebiler, som er blevet koblet til lastbilsklasserne, der anvendes i LVM, jf. tabel 6.3. Klasserne i de Transportøkonomiske enhedspriser matcher ikke direkte med klasserne i LVM.

Tabel 6,3: Sammenhæng mellem LVM-klasse og detaljeret kørselsomkostning fra TE

GMM	LVM-klasse	Vægt (ton)	Kategori i detaljerede kørselsomkostninger
Type 1	Let 1	<4	Stor varebil
Type 2	Let 2	<12	Stor varebil
Type 3 eller 4	4-RD	<18	Lastbil med anhænger
Type 3 eller 4	4-LH	<18	Lastbil med anhænger
Type 5	5-RD	<18	Sættevognstog
Type 5	5-LH	<18	Sættevognstog
Type 3 eller 4	9-RD	<26	Lastbil med anhænger

<sup>7</sup> <https://www.man.dtu.dk/forskningsbaseret-raadgivning/teresa-og-transportoekonomiske-enhedspriser>



<b>Type 3 eller 4</b>	<b>9-LH</b>	<b>&lt;26</b>	<b>Lastbil med anhænger</b>
<b>Type 5</b>	<b>10-LH</b>	<b>&lt;26</b>	<b>Sættevogntog</b>

Anm.: Tabellen viser, hvilken detaljeret kørselsomkostning som er knyttet til hver lastbiltype i LVM.  
Kilde: Cowi og Færdselsstyrelsen.

Denne matchning betyder eksempelvis, at LVM antager, at en klasse 4-LH lastbil vil have udgifter på 0,31 kr./km til dækslid, jf. tabel 6.4.

**Tabel 6.4: Variable omkostninger for diesellastbil i 2023**

LVM- klasse	Kilometerafhængige omkostninger (kr./km)		Tidsafhængige omkostninger (kr./time)			
	Repara- tion	Dæk	Repara- tion	Kapacitet	Faste af- gifter	Løn
<b>Let 1</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>2,7</b>	<b>42,7</b>	<b>8,4</b>	<b>292,0</b>
<b>Let 2</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>2,7</b>	<b>42,7</b>	<b>8,4</b>	<b>292,0</b>
<b>4-RD</b>	<b>0,79</b>	<b>0,31</b>	<b>20,5</b>	<b>59,7</b>	<b>5,9</b>	<b>292,0</b>
<b>4-LH</b>	<b>0,79</b>	<b>0,31</b>	<b>20,5</b>	<b>59,7</b>	<b>5,9</b>	<b>292,0</b>
<b>5-RD</b>	<b>0,45</b>	<b>0,18</b>	<b>14,9</b>	<b>51,9</b>	<b>5,0</b>	<b>292,0</b>
<b>5-LH</b>	<b>0,45</b>	<b>0,18</b>	<b>14,9</b>	<b>51,9</b>	<b>5,0</b>	<b>292,0</b>
<b>9-RD</b>	<b>0,79</b>	<b>0,31</b>	<b>20,5</b>	<b>59,7</b>	<b>5,9</b>	<b>292,0</b>
<b>9-LH</b>	<b>0,79</b>	<b>0,31</b>	<b>20,5</b>	<b>59,7</b>	<b>5,9</b>	<b>292,0</b>
<b>10-LH</b>	<b>0,45</b>	<b>0,18</b>	<b>14,9</b>	<b>51,9</b>	<b>5,0</b>	<b>292,0</b>

Anm.: Tabellen viser variable omkostninger fordelt på de forskellige LVM-klasser. Alle omkostninger – med undtagelse af lønomkostninger – antages at være konstante i beregningsperioden. I modellen antages det, at batterilastbilens reparationsomkostninger er 65 pct. af diesellastbilens.

Kilde: Transportministeriet baseret på de Transportøkonomiske Enhedspriser.

Grundlæggende er der antaget, at lastbilerne på tværs af drivmidler har ens variable omkostninger på nær brændstofudgifter. Det er dog antaget, at batterilastbiler har reparationsomkostninger, som udgør 65 pct. af diesellastbilernes omkostninger i alle LVM-klasserne. Det skyldes, at det forventes, at en mere simpel drivlinje vil gøre drift og vedligehold billigere for en batterilastbil.<sup>8</sup>

### **6.2.2 Kørselsdage**

Som tidligere nævnt er det en ulempe ved batterilastbiler, at de kan være tvunget til at holde en ekstra pause, fordi lastbilen skal lade

---

<sup>8</sup> Se evt., Total cost of ownership for tractor-trailers in Europe: Battery electric versus Diesel, af ICCT

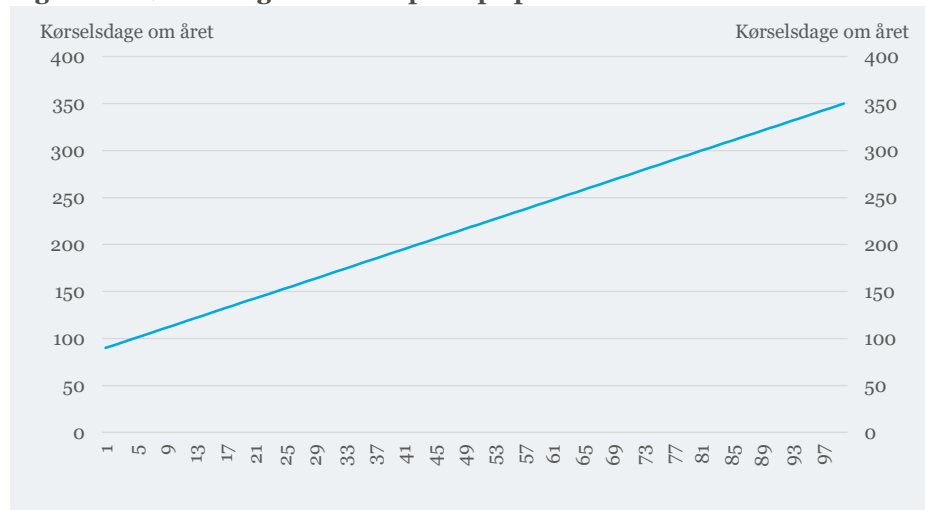


op. I dette regnestykke er det centralt, hvor langt lastbilen antages at køre pr. dag, da det er afgørende for den daglige opladningstid. Lastbilerne er blevet tildelt et årligt trafikarbejde, men for at bestemme, hvor langt de kører om dagen, skal det også bestemmes, hvor mange dage de kører.

I LVM antages det først og fremmest, at en lastbil på det 50. percentil kører 220 dage om året, og at en lastbil maksimalt kører 350 dage om året. Derudover antages det, at jo længere en lastbil kører årligt, desto flere dage vil den køre. Dette gøres for det første for at sikre, at en lastbil ikke kører mere om dagen, end hvad der er muligt, og for det andet for at sikre, at lastbiler, som har et lavt årligt trafikarbejde, ikke også har en meget lav daglig kørsel. Det synes mere sandsynligt, at lastbilen ikke kører så mange dage, men til gengæld længere når den kører.

På baggrund af de to punkter bliver der foretaget en lineær interpolation, således at der til hver percentil tilknyttes et årligt antal kørselsdage. Fx kører en lastbil i det 60. percentil 248 dage om året, jf. tabel 6.1.

**Figur 6.1. Kørselsdage om året opdelt på percentiler**



Anm.: Figuren viser, hvor mange dage LVM antager, en lastbil kører om året opdelt på fordeling af transportarbejdet (percentiler).

Kilde: Transportministeriet.

### 6.2.3 Opladningstid

En ulempe ved batteridrevne lastbiler er, at det tager længere tid at lade dem, end det tager at tanke fx en diesellastbil. Meget opladning vil kunne foregå om natten, men der vil ved en del transport være behov for at lade undervejs. Dette sker når batterikapaciteten



ikke kan dække en hel dags kørsel, hvilket særligt gælder for klasse 5-RD, 5-LH og 10-LH.

Grundlæggende antager modellen, at tankningstid for disellastbiler og brintlastbiler kan negligeres.

Da lastbilchauffører er pålagt at holde en pause på 45 minutter efter 4,5 timeres kørsel, antages det, at en del af opladningen vil kunne placeres i denne pause. I modellen er det antaget at Lastbilerne kan lader med 200 KW.

Opladningstiden for en batterilastbil findes som:

$$\text{Opladningstid}_{ij} = \frac{\text{Daglig kørsel}_{ij} * \text{Energiforbrug}_i - \text{Batterikapacitet}_i * \text{Batteriudnyttelse}}{\text{Opladningshastighed}}$$

Og hvor ekstra opladningstid defineres som:

$$\text{Ekstra opladningstid} = \begin{cases} \text{Opladningstid} & \text{hvis aktiv kørselstid} < 4,5 \text{ timer} \\ \text{Opladningstid} - 45 \text{ minutter} & \text{hvis aktiv kørselstid} \geq 4,5 \text{ timer} \end{cases}$$

LVM antaget batteriudnyttelsen er på 80 pct. Dette gøres primært for at tage hensyn til at lastbilen nogle gange vil være tvunget til at oplade tidligere end ønsket, fordi der er for langt til den næste ladeplads.

### 6.2.5 Kørselstid

Lastbilens daglige kørselstid kan opdeles i den aktive tid, hvor lastbilen kører på vejen, tiden der bliver brugt på pause, og tiden der potentielt skal bruges på opladning. På grund af køre- og hviletidsregler skal en chauffør holde 45 minutters pause efter 4,5 times kørsel.<sup>9</sup>

Lastbilens daglige aktive kørselstid er fundet ved at sige:

$$\text{Aktiv kørselstid} = \frac{\frac{\text{Årligt trafikarbejde}}{\text{Kørselsdag}}}{\text{Middelhastighed}}$$

---

<sup>9</sup> Regler for køre/hviletid siger at den daglige kørsel ikke må overstige 9/10 timer. Dette hvil gælder for alle drivmidler og er derfor ikke relevant i TCO-beregningen.



Det er antaget at middelhastigheden for lastbiler og sættevognstrækkere i modellen er henholdsvis 61 km/t og 66,1 km/t.

Den samlede tid, som vognmanden skal betale tidsomkostninger, er for diesellastbiler og brintlastbiler dermed (tankningstid ignoreres eller lægger i pausen):

$$Kørselstid_{diesel,brint} = \begin{cases} \text{Aktiv kørselstid} & \text{hvis Aktiv kørselstid} < 4,5 \text{ timer} \\ \text{Aktiv kørselstid} + 45 \text{ minutter} & \text{hvis Aktiv kørselstid} \geq 4,5 \text{ timer} \end{cases}$$

For batterilastbiler skal der tages hensyn til, at der skal bruges ekstra tid på at oplade (se afsnit 6.2.3 om opladningstid).

$$Kørselstid_{batteri} = \begin{cases} \text{Aktiv kørselstid} & \text{hvis Aktiv kørselstid} < 4,5 \text{ timer og opladningstid} = 0 \\ \text{Aktiv kørselstid} + \text{opladningstid} & \text{hvis Aktiv kørselstid} < 4,5 \text{ timer og opladningstid} > 0 \\ \text{Aktiv kørselstid} + 45 \text{ minutter} & \text{hvis Aktiv kørselstid} \geq 4,5 \text{ timer og Ekstra opladningstid} = 0 \\ \text{Aktiv kørselstid} + 45 \text{ minutter} + \text{Ekstra opladningstid} & \text{hvis Aktiv kørselstid} \geq 4,5 \text{ timer og Ekstra opladningstid} > 0 \end{cases}$$

### 6.2.6 Brændstofudgifter

Brændstofudgiften for en lastbil udregnes som:

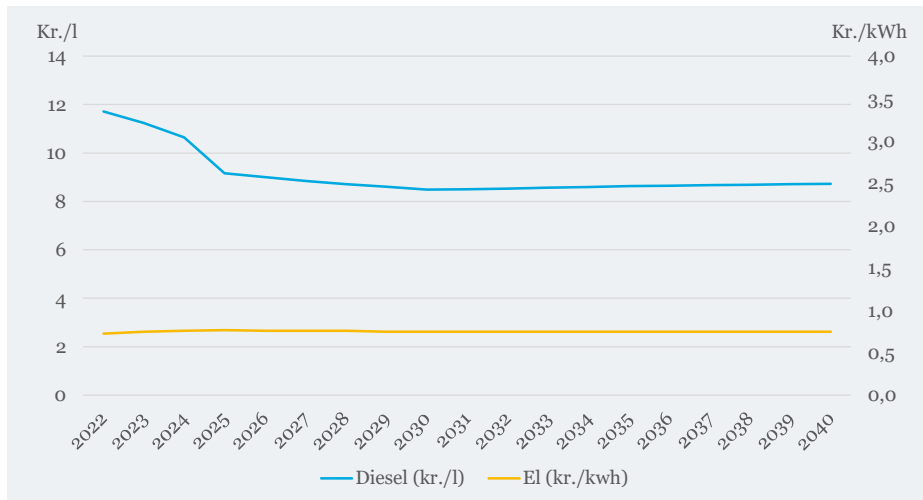
$$Brændstofsudgift_{idjt} = \frac{\text{Årligt trafikarbejd}_{ij}}{\text{Brændstofseffektivitet}_{idt}} * \text{brændstofspris}_{dt}$$

Fastlæggelse af årlig trafikarbejde præsenteres i afsnittet 3.2.

Brændstofseffektivitet beskrives i afsnit 5.2.4.

Prisen på diesel er baseret på en prisfremskrivning fra Energistyrelsen og går til 2050. Prisen er fundet ved at tage en rå-pris for diesel og lægge energiafgift, CO<sub>2</sub>-afgift og NOX-afgift til. Derudover er der tilføjet en merpris for at tage højde for iblanding af bio-brændstof. Den forventede pris på diesel fremgår af figur 6.2.

Figur 6.2. Diesel- og elpris 2022-2040



Anm.: Grafen viser den forventede pris for en liter diesel. Prædiktionen er baseret på data fra Energestyrelsen, hvor skatter og afgifter er lagt til. Elprisen er fra de transportøkonomiske enhedspriser. Elprisen er antaget konstant fra 2030 og frem.

Kilde: Transportministeriet på baggrund af Energestyrelsen og de Transportøkonomiske Enhedspriser.

Elprisen er baseret på de Transportøkonomiske Enhedspriser, hvor det antages, at der betales en procesafgift i stedet for en energifgift for strømmen. Prisen fra 2030 og frem er antaget konstant.

Der er ikke antaget nogen eksplicit pris for brint til brintlastbiler. Brintlastbiler betaler for strøm ligesom batterilastbiler, men har i stedet en væsentlig dårligere effektivitet, som tager hensyn til det energitab som finder sted ved produktion af brint.

### 6.2.6.1 Brændstofeffektivitet

For at kunne udregne lastbilernes forbrug af drivmiddel er der behov for at kende deres energiforbrug. Energiforbruget er antaget for de 9 LVM- klasser af Færdselsstyrelsen. Fx antages det, at klasse 4-RD med drivmiddel diesel 1 kører 4,23 km/l og 0,82 km/kWh med en batterilastbil, *jf. tabel 6.5*.

**Tabel 6.5: Lastbilernes energiforbrug fordelt på LVM-klasser og drivmiddel, 2022**

LVM-klasse	Km/l			Km/kWh	
	Diesel 1	Diesel 2	Diesel 3	Batteri	Brint
Let 1	10,00	10,10	10,20	1,93	0,95
Let 2	7,00	7,10	7,20	1,35	0,66
4-RD	4,23	4,45	4,59	0,82	0,40
4-LH	3,37	3,55	3,66	0,65	0,32
5-RD	3,08	3,24	3,34	0,59	0,29
5-LH	3,38	3,56	3,68	0,65	0,32



<b>9-RD</b>	<b>3,80</b>	<b>4,00</b>	<b>4,13</b>	<b>0,74</b>	<b>0,36</b>
<b>9-LH</b>	<b>3,04</b>	<b>3,19</b>	<b>3,30</b>	<b>0,59</b>	<b>0,29</b>
<b>10-LH</b>	<b>3,29</b>	<b>3,46</b>	<b>3,57</b>	<b>0,64</b>	<b>0,31</b>

Anm.: Energiforbruget er opgjort i km/l for diesel og km/kWh for batteri og brint. I LVM antages det, at diesellastbilerne opnår en årligt energieffektivisering årligt på 2,5 pct. i årene 2022-2025 og 0,4 pct. fra 2026-2030. For batterilastbiler og brintlastbiler antages en årlig forbedring på 1 pct. i hele perioden.

Kilde: Færdselsstyrelsen.

I modellen er det antaget, at energiforbruget for alle drivmidler bliver forbedret. I perioden 2022-2025 antages det, at alle dieselkategorierne opnår en forbedring på 2,5 pct. årligt, mens der i perioden 2026-2030 antages en forbedring på 0,4 pct. årligt.

For batteri og brint antages en årlig forbedring på 1 pct. i perioden 2022-2030.

### 6.2.7 Vejafgifter

Modellen medregner som standard de vejafgiften på lastbiler, som der blevet indgået en politisk aftale om den 24. juni, 2022. Den takst, som LVM pt. medregner fremgår af den politiske aftale.<sup>10</sup>

For at kunne tildele den enkelte lastbil den rigtige vejafgift, er det nødvendigt at matche LVM-klasserne med kategorierne i vejafgiften. Fx er en LVM-klasse 9-LH placeret i vægtklassen 18-32 ton, *jf. tabel 6,7.*

Derudover skal drivmidlet matches med emissionsklasserne. Her er det antaget at fx diesel 1 er en emissionsklasse 1 og en batterilastbil er en emissionsklasse 5, *jf. tabel 6.7.*

**Tabel 6.7: Matchning af LVM-klasser og drivmidler med vægt- og emissionsklasser i vejafgiften.**

LVM-klasse	Vægtklasse	
	Diesel	Batteri/brint
Let 1	3,5-12 ton	3,5-12 ton
Let 2	3,5-12 ton	3,5-12 ton
4-RD	12-18 ton	18-32 ton
4-LH	12-18 ton	18-32 ton
5-RD	12-18 ton	18-32 ton
5-LH	12-18 ton	18-32 ton

<sup>10</sup> [aftaletekst-kilometerbaseret-vejafgift.pdf \(trm.dk\)](#)





<b>9-RD</b>	<b>18-32 ton</b>	<b>18-32 ton</b>
<b>9-LH</b>	<b>18-32 ton</b>	<b>18-32 ton</b>
<b>10-LH</b>	<b>18-32 ton</b>	<b>18-32 ton</b>
<b>Drivmidler</b>		
<b>Diesel 1</b>	<b>Emissionsklasse 1</b>	
<b>Diesel 2</b>	<b>Emissionsklasse 2</b>	
<b>Diesel 3</b>	<b>Emissionsklasse 3</b>	
<b>Batteri</b>	<b>Emissionsklasse 5</b>	
<b>Brint</b>	<b>Emissionsklasse 5</b>	

Anm.:

Kilde: Transportministeriet.

Vejafgiften gælder fra 2025-2027 på statsvejnettet og fra 2028 og frem for hele vejnettet. Lastbiler under 12 ton medtages i vejafgiften fra 2027. Derudover er vejafgiften differentieret på, hvorvidt man kører i en miljøzone eller ej. Vejafgiften udregnes derfor konkret som:

$$Vejafgift_{idt} = \text{årlig kørsel} * (vægt 1_i * sats 1_{idt} + vægt 2_i * sats 2_{idt})$$

Hvor  $i$  er LVM-klassen,  $d$  er drivmidlet og  $t$  er tidspunktet. Vægt 1 beskriver andelen af trafikarbejdet som køres uden for miljøzoner. Ligeledes beskriver vægt 2, hvor stor en del af trafikarbejdet der ligger i miljøzoner. Begge vægte er baseret på kørsler i GMM, og medregner den omvejskørsel, som en vejafgift forventes at påføre og værdierne fremgår af tabel 6,8. Sats 1 og 2 er satserne, som en lastbil skal betale henholdsvis uden for og inden for en miljøzone.

**Tabel 6.8: Fordeling af afgiftsdækket kørsel i land, by og miljøzoner**

LVM-klasse	Land (pct.)		By (pct.)		Miljøzoner (pct.)	
	2025-2027	2028-	2025-2027	2028-	2025-2027	2028-
År	2027	2027	2027	2027	2027	2027
<b>Let 1</b>	<b>60,0</b>	<b>75,0</b>	<b>9,5</b>	<b>17,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
<b>Let 2</b>	<b>60,0</b>	<b>75,0</b>	<b>9,5</b>	<b>17,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
<b>4-RD</b>	<b>60,0</b>	<b>75,0</b>	<b>9,5</b>	<b>17,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
<b>4-LH</b>	<b>60,0</b>	<b>75,0</b>	<b>9,5</b>	<b>17,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
<b>5-RD</b>	<b>71,5</b>	<b>81,0</b>	<b>8,5</b>	<b>13,50</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
<b>5-LH</b>	<b>71,5</b>	<b>81,0</b>	<b>8,5</b>	<b>13,50</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
<b>9-RD</b>	<b>60,0</b>	<b>75,0</b>	<b>9,5</b>	<b>17,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
<b>9-LH</b>	<b>60,0</b>	<b>75,0</b>	<b>9,5</b>	<b>17,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
<b>10-LH</b>	<b>71,5</b>	<b>81,0</b>	<b>8,5</b>	<b>13,50</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>



Anm.: Tabellen viser andelen af kilometer, der er kørt på veje, som er indeholdt i vejafgiften. Andelen baseres på kørsler fra GMM. For lasbiler er der taget et gennemsnit af GMM type 3 og 4. Tallene summere ikke til 100 pct., da vejafgiften kun dækker offentligt tilgængelige veje. Forskellen på 2025-2027 og 2028- er, at vejafgiften kun dækker statsvejenettet i 2025-2027.

Kilde: Transportministeriet på baggrund af GMM.

## **7 Bilag: Metodisk tilgang vedrørende skønnede priser for lastbiler**

I forbindelse med Transportministeriets arbejde med en model for beregning af markedsoptag af lav- og nulemissions lastbiler og i relation til arbejdet med en kilometerbaseret vejafgift, har Færdselsstyrelsen leveret baggrundsdata omkring lastbilpriser, energiforbrug samt en model for skønnet prisudvikling.

### **Grundlæggende om metode og baggrund**

Med baggrund i, at lastbiler handles mellem virksomheder (B2B) og egentlige listepriser ikke findes tilgængelige, er de af Færdselsstyrelsen skønnede priser et produkt af antagelser med baggrund i tilgængelig litteratur, samt en række uformelle drøftelser med relevante aktører på det nationale lastbilmarked.

Med henblik på et kvalificeret skøn af prisudviklingen, særligt for nulemissions-teknologierne i CO<sub>2</sub>-emissionsklasse 5 (el (BEV) og brintdrevne (FCEV) lastbiler), er priserne endvidere opdelt som en grundpris for køretøjet, en pris for køretøjernes batteripakke, samt en pris for brændselscelle-enheden (for FCEV).

For så vidt angår køretøjernes skønnede energiforbrug, er der for CO<sub>2</sub>-emissionsklasse 1 taget udgangspunkt i CO<sub>2</sub>-referenceemissioner, jf. artikel 1, stk. 2, i forordning (EU) 2019/1242<sup>11</sup>, som angivet i Kommissionens Gennemførelsesafgørelse (EU) 2021/781<sup>12</sup>, bilag II, for de køretøjstyper, hvor disse er tilgængelige. For de øvrige køretøjstyper, er der anvendt skøn på baggrund af erfaringsværdier.

---

<sup>11</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1242&from=DA>

<sup>12</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021D0781&from=EN>



For CO<sub>2</sub>-emissionsklasserne 2 og 3 er der anvendt en reduktion på henholdsvis 5% og 8%, som fastsat i Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv (EU) 2022/362<sup>13</sup>.

For CO<sub>2</sub>-emissionsklasse 4 har det ikke været muligt at finde eksempler på relevante teknologier, som findes introduceret på markedet eller er annonceret som prototyper mv.

Metoder og baggrund for forudsætningerne omkring prisudvikling mv. beskrives mere indgående nedenfor.

### **Anslåede markedspriser for basiskøretøjer**

Som basispris for de respektive køretøjsgrupper, er der anvendt priser for dieseldrevne lastbiler i CO<sub>2</sub>-emissionsklasse 1, da dieseldrivlinen er den eneste tilgængelige for alle typer på det aktuelle lastbilmarked.

De anslåede markedspriser for dieseldrevne lastbiler er indhentet ved dialog med sælgere, der repræsenterer tre større markedsaktører. Priserne er anslået med baggrund i basiskøretøjer, hvilket vil sige rå lastbilchassis uden opbygning. Priserne for lastbilernes opbygning til deres anvendelsesformål, som for eksempel opbygning med lukket kasse og køleanlæg, presenningsopbygning, renovationsaggregat, betonkanon etc., antages ikke at variere væsentligt i relation til drivlinen.

Der kan findes basispriser i forskellige internationale rapporter og i deres baggrundsmateriale, som for eksempel ICCT: Total Cost of Ownership for Tractor-Trailers in Europe: Battery Electric versus Diesel<sup>14</sup> eller OECD/ITF: Decarbonising Europe's Trucks - How to Minimise Cost Uncertainty<sup>15</sup>, fælles for disse er dog at de tager udgangspunkt i et europæisk eller globalt marked, samt i udstrakt grad anvender kostpriser (produktionspriser) frem for markedspriser. Endvidere dækker rapporterne ikke alle de efterspurgte køretøjstyper.

---

<sup>13</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021D0781&from=EN>

<sup>14</sup> <https://theicct.org/publication/total-cost-of-ownership-for-tractor-trailers-in-europe-battery-electric-versus-diesel/>

<sup>15</sup> <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/decarbonising-europes-trucks-minimise-cost-uncertainty.pdf>



Færdselsstyrelsen vurderer, at de leverede basispriser er anvendelige som grundlag for beregningen af prisudviklingen og markedsoptag af nye teknologier baseret på køretøjernes beregnede TCO (Total Cost of Ownership).

### **Beregnete markedspriser for køretøjer i CO<sub>2</sub>-emissionsklasserne 2 og 3**

Det har ikke været muligt at få lastbilforhandlernes bud på aktuelle markedspriser for CO<sub>2</sub>-emissionsklasserne 2 og 3. CO<sub>2</sub>-emissionsklasserne er først introduceret med det nye vignette-direktiv ((EU) 2022/362) i 2022, med henblik på anvendelse i relation til kilometerbaserede vejafgifter og derfor endnu ikke implementeret i lastbilforhandlernes prissætningsværktøjer.

Færdselsstyrelsen vurderer at den krævede CO<sub>2</sub>- reduktion, i forhold til referenceværdierne, på henholdsvis 5% og 8% vil kunne realiseres ved anvendelsen af aerodynamisk udrustning, avancerede førerassistentsystemer og udvikling af diesel-drivlinerne. Markedsprisen vil afhænge af priserne for udvikling og udstyr, samt den potentielle besparelse i relation til vejafgiften.

I de leverede priser er der indsat skøn på merprisen i procent (i forhold til basiskøretøjet). Der er tale om usikre skøn, som sandsynligvis vil kunne kvalificeres yderligere i løbet af de næste år.

### **Beregnete markedspriser for køretøjer i CO<sub>2</sub>-emissionsklasse 5 (nulemission)**

For nulemissionskøretøjerne (CO<sub>2</sub>-emissionsklasse 5) er der valgt batteridrevne ellastbiler (BEV) og brændselscelledrevne ellastbiler (FCEV), da disse teknologier umiddelbart synes at være de første til at introduceres på markedet. Særligt batteridrevne ellastbiler, som allerede er introduceret af flere producenter. Brintlastbilerne er annonceret markedsmodne hen mod slutningen af dette årti.

Da der er tale om drivlineteknologier, som enten er meget nye på lastbilmarkedet, herunder det danske marked, eller først introduceres om en årrække, er de skønnede priser i sagens natur usikre.

Ovennævnte rapporter behandler ligeledes priser for BEV og FCEV køretøjer, men også her er der tale om at der tages udgangspunkt i et europæisk eller globalt marked, samt i udstrakt grad anvendes kostpriser (produktionspriser) frem for markedspriser.



## Batteridrevne ellastbiler (BEV)

Aktørerne på det danske lastbilmarked synes alle at vurdere prisen for en batteridrevet ellastbil til være ca. tre gange dyrere end en tilsvarende dieselvariant. Eksempelvis vurderede Scania i slutningen af 2020, at en 2-akslet lastbil med en totalvægt på 20 ton respektive en 3-akslet lastbil med en totalvægt på 28 ton, begge med en motoreffekt på 230 kW og en batteripakke med 165 kWh kapacitet vil være 1,2 mil. kr. dyrere end en tilsvarende dieseldrevet lastbil og 1,7 mil. kr. dyrere med 300 kWh batterikapacitet. Denne motoreffekt mv. svarer nogenlunde til køretøjer i VECTO-undergrupperne 5-RD og 9-RD.

Færdselsstyrelsen har i relation til skøn af priserne for BEV-lastbiler, opdelt lastbilernes pris i en grundpris for køretøjet med elektrisk drivline og en pris for batteripakken i henhold til batteripakkens kapacitet.

På baggrund af Scantias prisindikationer for de to identiske køretøjer med forskellig batterikapacitet, kan batteriprisen beregnes til (2020):

$$(1.700.000 \text{ kr.} - 1.200.000 \text{ kr.}) / (300 \text{ kWh} - 165 \text{ kWh}) = 3.700 \text{ kr./kWh}$$

Hverken ICCT eller OECD/ITF angiver markedspriser for batteripakkerne. For at vurdere prisen for en BEV-lastbil, har ICCT fået Ricardo Strategic Consulting til at estimere de direkte fremstillingsomkostninger (DMC) for BEV-lastbiler. Ifølge ICCT-rapporten var fremstillingsprisen for batterier til lastbiler ca. 1.850 kr./kWh i 2020, med en forventet pris på ca. 1.150 kr./kWh i 2022 (et fald på ca. 35%).

Med baggrund i Scantias estimerede priser og ovennævnte antagne prisudvikling, har Færdselsstyrelsen anslået en batteripakkepris på det danske marked på 2.600 kr./kWh i 2022.

Batteripriserne for 2025 og 2030 er skønnet med baggrund i det procentvise fald i ICCT-rapporten, som er forudsat anvendelse af det mest konservative scenarie (se "Fig. 4. Three scenarios considered for the direct manufacturing costs of heavy-duty battery packs", side 11), med udgangspunkt i den anslagne danske markedspris på 2.600 kr./kWh (2022) .



De skønnede priser for lastbilernes grundpriser (uden batteripakke) er anslået på baggrund af både Scantias priser og ICCT-rapporten.

Til reference vurderer ICCT, at en typisk "Europa-trækker" (to-akslet sættevognstrækker), svarende til køretøjer i VECTO-undergruppe 5-LH vil koste 2.380.000 kr. i 2022. I henhold til de levede markedspriser anslås denne type køretøj at koste 2.485.000 kr. på det danske marked.

Færdselsstyrelsen anslår prisudviklingen for grundkøretøjet mere konservativt end ICCT, som forventer noget større prisfald end styrelsen, særligt frem mod 2025. På baggrund af drøftelser med de danske importører og generelle udfordringer med råvarer, vurderer Færdselsstyrelsen markedspriserne højere end ICCT, særligt frem mod 2030. Denne antagelse er naturligvis forbundet med stor usikkerhed.

Priserne for grundkøretøjet er angivet som en faktor i forhold til basiskøretøjet. Aktuelt er faktorerne anført til 1,7 (2020), 1,4 (2025) og 1,2 (2030). for at "ramme" ICCT-scenariet for den to-akslede sættevognstrækker, skal faktorerne sættes til ca. 1,7 (2022), 1,2 (2025) og 0,8 (2030).

### **Brændselscelledrevne ellastbiler (FCEV)**

Priserne for FCEV-lastbilerne er skønnet med stor usikkerhed, idet der alene findes prototyper fra få producenter i Europa på nuværende tidspunkt. Færdselsstyrelsen har på tidspunktet for udarbejdelsen af priserne ikke kendskab til relevante rapporter eller anden litteratur, der kunne danne baggrund for verificering af styrelsens antagelser.

De vurderede priser er beregnet efter samme metode som beskrevet ovenfor for BEV-lastbilerne, hvilket vil sige, at antagelsen for grundkøretøjet er den samme som for BEV-lastbilerne (den elektriske drivline er teknisk identisk). FCEV-lastbilerne har desuden en mindre batteripakke, ligesom BEV-lastbilerne. Derudover er tillagt et usikkert skøn for brændselscelle-enheden, under hensyn til elmotorens effekt.

### **Bemærkninger**

Den anvendte metode er følsom i relation til de anvendte basispriser, hvor særligt vurderingen af de aktuelle markedspriser for BEV-lastbiler og FCEV-lastbiler er usikker. Færdselsstyrelsen vil i den



forbindelse gøre opmærksom på, at der i forbindelse med ansøgninger om støtte fra støttepuljen på 50 mil. kroner, som pt. behandles af Energistyrelsen, er indberettet priser for såvel køretøjerne, der søges støtte til, som deres tilsvarende dieseldrevne pendant. Disse priser vil formentlig kunne kvalificere vurderingerne eller danne baggrund for justering af forudsætningerne for beregningerne.