

NOTAT – DOKUMENTATION AF LASTBILS- VALGSMODELLEN – VERSION 2.0

Januar 2024
2022-3473

Indhold

1	Introduktion og opsummering af modellen.....	2
1.1	Opsætning af repræsentativ vognpark i 2023	2
1.2	Udskiftning af lastbiler som er for gamle eller har kørt for langt	3
1.3	Valg af drivmiddel for udskiftet lastbil.....	3
1.4	Ændringer siden version 1.0.....	4
2	Drivmiddel teknologier	5
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	Levetidsomkostning – TCO-beregning.....	13
5.1	Faste omkostninger.....	14
5.1.1	Lastbilens anskaffelsespris	14
5.1.2	Depotopladning.....	16
5.2	Variable omkostninger	18
5.2.1	Kilometerafhængige og tidsafhængige omkostninger....	18
5.2.2	Kørselsdage	20
5.2.3	Opladningstid	21
5.2.4	Kørselstid	22
5.2.5	Brændstofudgifter.....	23
5.2.7	Vejafgifter	25



1 Introduktion og opsummering af modellen

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

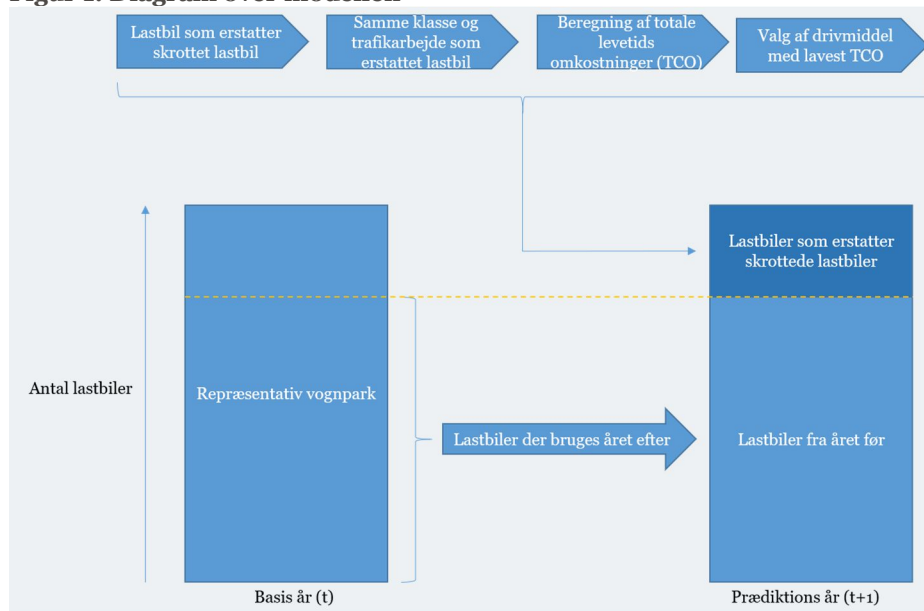
LVM er en model, der forudsiger fordelingen af lastbiler på forskellige drivmiddelklasser i fremtiden. Dette gøres igennem følgende tre trin, som skitseres i figur 1:

1. Opsætning af repræsentativ vognpark i 2023 (basis år)
2. Udskiftning af lastbiler som er for gamle eller har kørt for langt
3. Valg af drivmiddel for udskiftet lastbil

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

Hvert trin 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 2023

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 (se afsnit 3.1) og 8 drivmiddelstyper: diesel 1, diesel 2, diesel 3, gas 1, gas 2, gas 3, batteri og brint. I alt betyder dette, at lastbilsvalgsmodellen arbejder med 72 kategorier.

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 4.

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 drivmiddelstype, som er billigst at køre i, set over hele lastbilens levetid.

Der udregnes en "Total Cost of Ownership" (TCO) for hver af de otte drivmiddelstyper. I modellen udgøres TCO af to delkomponenter – faste omkostninger og variable omkostninger. De faste



omkostninger er anskaffelsesprisen på lastbilerne og for batterilastbilerne udgifter til anlæg af depotladning. Anskaffelsesprisen på gas-, brint- og batterilastbiler er højere end for diesellastbiler initialt, men det antages, at forskellen mellem dem bliver mindre i fremtiden. Anskaffelsen af gaslastbiler er forbundet med den laveste merpris, herefter kommer batterilastbilen, mens merprisen for brintlastbilerne er størst. Anskaffelsespriserne for diesellastbiler er leveret af Færdselsstyrelsen og med udgangspunkt i litteratur fra bl.a. ICCT (International Council on Clean Transportation) udregnes priser for gas, el og brint.

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 statsvejnettet fra 2025 og hele vejnettet fra 2028. Generelt er driftsomkostningerne lavere for batterilastbiler, da fx brændstofpriserne er lavere.

TCO-beregningen uddybes i afsnit 5.

1.4 Ændringer siden version 1.0

Lastbilsvalgsmodellen er siden KF23 blevet opdateret på en række områder.

Metodisk er modellen stort set uændret fra version 1.0. Modellen udvider dog ikke længere flådestørrelsen, da lastbilsflåden har været forholdsvis konstant i mange år.¹ Derudover er TCO-beregningen nu ændret således, at vognmænd kan prædiktere, at de skal betale vejafgiften fra 2025, hvorfor vejafgiften allerede giver et incitament i 2024.

Modellen indeholder nu også muligheden for at vælge gaslastbiler. Disse er implementeret på samme måde som de resterende teknologier.

Derudover er stort set alle input i modellen opdateret. Det vil sige, at modellen er opdateret med nye priser for indkøb af lastbiler, batteristørrelser, energiforbrug osv. Basisåret for modellen er desuden opdateret til 2023.

¹ Se Bil707 i Statistikbanken.



2 Drivmiddel teknologier

I LVM er der otte mulige 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. Gas 1
5. Gas 2
6. Gas 3
7. Batteri
8. 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 dyrere at anskaffe end diesel 1. Gas 1-3 henviser til lastbiler, som med en gasmotor bliver drevet af certificeret biogas tanket fra gasledningsnettet². Klassificeringen af gas 1-3 henviser som for diesellastbilerne til, hvor energieffektive de er. I modellen antages det, at nogle LVM-klasser er CNG lastbiler, mens andre er LNG-lastbiler.³

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

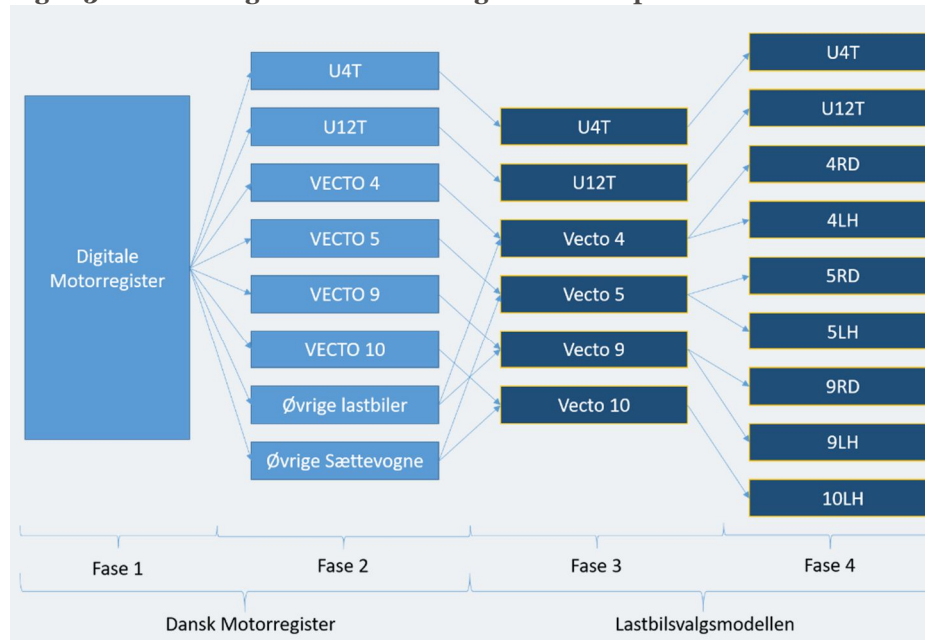
Der opstilles en repræsentativ vognpark for basisåret 2023. Basisåret tager udgangspunkt i data om lastbiler/sættevognstrækkere fra det Digitale Motorregistre (DMR). Da lastbiler findes i mange størrelser og bruges til mange forskellige kørselsopgaver, opdeles bestanden i forskellige kategorier. Dette gør det muligt at modellere, at nogle typer af lastbiler er nemmere at omstille end andre,

² I ledningsnettet er gassen i praksis en blanding af naturgas og biogas, men brændstofleverandøren kan købe oprindelsesgarantier, hvilket dokumenterer, at den anvendte gas kan siges at være biogas.

³ LVM-klasserne 5RD, 5 LH og 10LH antages at være LNG lastbiler. Resten antages at være CNG.

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. LVM-typerne U4T og U12T svarer til hhv. Let 1 og Let 2 i dokumentationsnotat 1.0.
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 10.⁴

I fase 4 fordeles de forskellige grupper ud på, om det henholdsvis er en lastbil, som kører regionalt (RD) eller langdistance (LH). Det 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 salgsfordelingen 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, 2023
U4T	Lastbil	3.5-4	100	121
U12T	Lastbil	4-12	336	6.266
4RD	Lastbil	<18	336	6.034
4LH	Lastbil	<18	336	2.111
	Sættevognstrækker			
5RD	ker	<18	600	3.763
	Sættevognstrækker			
5LH	ker	<18	600	71
9RD	Lastbil	<26	540	5.014
9LH	Lastbil	<26	540	5.715
	Sættevognstrækker			
10LH	ker	<26	600	11.805
SUM				40.900

Anm.: *For en diesellastbil i klassen. En batterilastbil må vejer 2 ton mere. Batteristørrelser er baseret på Energistyrelsens Energikatalog. ** Batteristørrelser er i tabellen angivet i værdier fra 2021, men fremskrives ved at foretage en lineær interpolation mellem hhv. 2021 og 2025 samt 2025 og 2040.

Kilde: Transportministeriet.

3.2 Tildeling af årligt trafikarbejde

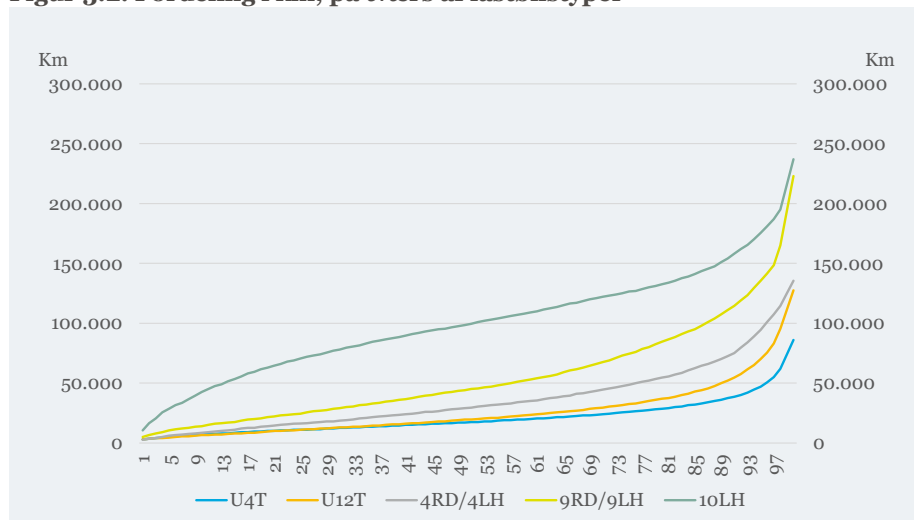
Til at tildele lastbilerne et årligt trafikarbejde tager LVM udgangspunkt i trafikarbejdet opdelt på percentiler for seks lastbilstyper, *jf.*

⁴ 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.



figur 3.2. Fordelingerne 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.⁵

Figur 3.2. Fordeling i km, på tværs af lastbilstyper



Anm.: U4T er tildelt trafikarbejde på baggrund af varebiler på 3T eller derover, da der ikke tilstrækkelige observationer i DMR af lastbiler på mellem 3,5-4T.

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

Da DMR ikke tillader at opdele lastbiler på regional kørsel (RD) eller langdistance kørsel (LH), tildeles LVM-type 4RD og 4LH samme årlige trafikarbejde og tilsvarende for hhv. 5RD og 5LH samt 9RD og 9LH. Lastbiler kører typisk mere, når de er nye, end når de er ældre, men i LVM antages det, at det årlige trafikarbejde er konstant over lastbilens levetid. 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. Hvis man i stedet anvendte det faktiske trafikarbejde, ville nye lastbiler få tildelt et lavt årligt trafikarbejde, da de ofte erstatter gamle lastbiler som har et lavt årligt trafikarbejde. Det skyldes antagelsen om, at nye lastbiler har samme trafikarbejde, som de lastbiler de erstatter, og at det er konstant i alle år.

For hver LVM-klasse tildeles der på skift et årligt trafikarbejde til 100 lastbiler ad gangen. Den første lastbil får et årligt trafikarbejde,

⁵ 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.



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 4RD få tildelt et trafikarbejde på 2.500 km årligt, mens at den sidste lastbil får tildelt et årligt trafikarbejde på 135.500 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 batterilastbiler, end hvis man indførte et faldende trafikarbejde over årene, da de variable omkostninger da ville være højere i starten, hvor diskonteringen er lavere. Effekten er omvendt for gas og brintlastbiler, da de er dyrere at drifte.

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 nul og den gennemsnitlige levetid for klassen, *jf. tabel 3.2*. Dette aldersspænd bliver initialt fordelt uniformt på lastbilerne.

Tabel 3.2: Gennemsnitlig tidslevetid og kilometerlevetid

LVM-klasse	Matcher med i TE	Gennemsnitlig tidslevetid (år)	Gennemsnitlig kilometerlevetid (km)
U4T	Varebil over 3 ton, diesel	12,9	274.888
U12T	Lastbil uden anhænger < 12 t	14,8	365.426
4RD	Lastbil uden anhænger > 12 t	13,8	469.562
4LH	Lastbil uden anhænger > 12 t	13,8	469.562
5RD	Trækker	10,5	931.962
5LH	Trækker	10,5	931.962
9RD	Lastbil med anhænger	13,8	656.856
9LH	Lastbil med anhænger	13,8	656.856
10-LH	Trækker	10,5	931.962

Anm.: Gennemsnitlig levetid er baseret på COWI's (2021) opdatering af kørselsomkostningerne i de Transportøkonomiske Enhedspriser. I LVM bruges de gennemsnitlige tidslevetider og kilometerlevetider som makslevetiden.

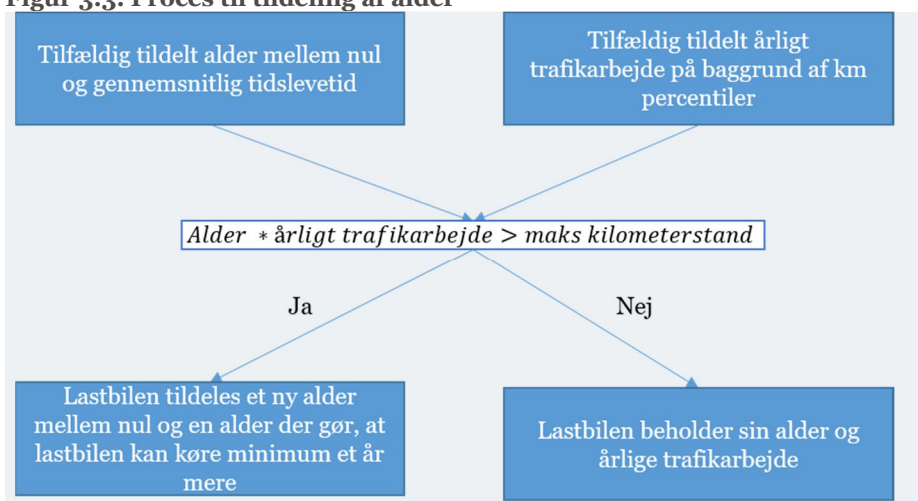
Kilde: Transportministeriet.

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.⁶

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 medregnes for danske veje, vil incitamentet til at skifte til et grønt drivmiddel være mindre for de lastbiler, som kører regelmæssigt i udlandet.⁷ LVM antager derfor, at 1 pct. af lastbilerne i LVM-klasse 4RD, 4LH, 9RD og 9LH har international kørsel. Ligeledes antages det, at 8 pct. af LVM-type 5RD, 5LH og 10LH kører internationalt. Andelen er antaget på baggrund af tidligere grænsetællinger ved grænsen til

⁶ 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.

⁷ Der findes også vejafgifter i bl.a. Tyskland, Belgien og Østrig. Disse må forventes, at blive CO₂-differentierede i fremtiden. Dette tages, der ikke hensyn til i denne version, hvilket vil føre til en undervurdering af nysalget af nulemissionslastbiler.



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.

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 differentiering gør, at det er 4 pct. mere sandsynligt, at lastbiler med et årligt trafikarbejde svarende til medianen kører internationalt i forhold til lastbiler med et årligt trafikarbejde svarende til første percentil. Det er yderligere 4 pct. mere sandsynligt at køre internationalt for de lastbiler, som har et trafikarbejde svarende til den 100. percentil.⁸ 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. af de kørte kilometer.

Forudsætningen om andelen af danske lastbiler, som kører internationalt, og hvor stor en del af trafikarbejdet, som køres i Danmark, rummer en høj grad af usikkerhed. Der 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-dansk lastbil. Effekten på modellens resultat er også begrænset, da antagelsen 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 3.2. De udgåede lastbiler erstattes med en lastbil i samme LVM-klasse, som har samme årlige trafikarbejde men kan variere på drivmidlet. Ovenstående antager

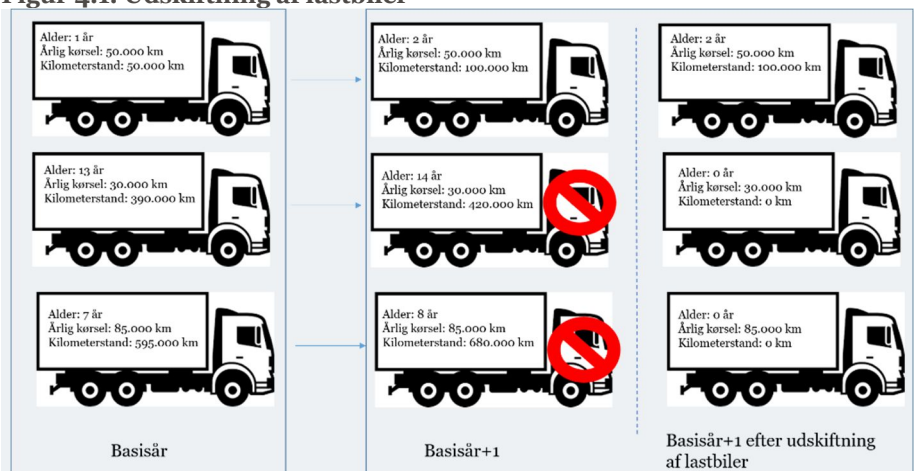
⁸ Differentieringen udregnes konkret som: $\text{differentiering}_{ij} = (\text{km percentil}_{ij} - 49,5) * \frac{(\text{andel international}_i + 50)}{49,5 * 100}$. Km percentil er percentilen for lastbilens årlige trafikarbejde. Formlen tager hensyn til nul-indeksering i Python.

altså, at når vognmanden erstatter en lastbil, så køber han en, som ligner den, som han havde i forvejen.

Ovenstående tilgang er illustreret med et eksempel i figur 4.1, hvor der er taget udgangspunkt i en lastbil af i LVM-klassen 9LH, som har en antaget makslevetid på 13,8 år eller godt 660.000 km. I basisåret findes tre lastbiler med forskellig alder, årligt 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 har 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 2023er det første år, hvor modellen udskifter lastbiler 2024.

Figur 4.1. Udskiftning af lastbiler



Anm.: Skitsen viser udskiftningen af lastbiler i LVM. Der er taget udgangspunkt i en LVM-klasse 9LH, med forskellige årlig trafikarbejde og initial alder. Maks levetiden for en LVM-klasse 9LH er 13,8 år og maks kørsel er godt 660.000 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 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:

$$\begin{aligned} TCO_{idj\tau s} = & \text{Faste omkostninger}_{id\tau} \\ & + \sum_{s=0}^S (\text{Variable omkostninger}_{idj\tau}) * \delta_s \\ & + \sum_{s=0}^S \text{Vejafgift}_{idjt} * \delta_s \end{aligned}$$

Hvor i =LVM-klassen, d =drivmiddel, j =årligt trafikarbejde, s =leveår for lastbilen, $t=\tau + s$ (reelt LVM's beregningsår), δ =diskonteringsfaktor og τ = indkøbsår for lastbilen.

Faste omkostninger er anskaffelsesprisen på lastbilen og afhænger af LVM-klasse, drivmiddel og lastbilens købstidspunkt. For batterilastbiler indgår også omkostninger til at etablere depotopladning (se afsnit 5.1.1 om depotopladning).

Variable omkostninger afhænger ligeledes af LVM-klassen, drivmiddelstypen, hvor langt lastbilen kører om året og driftsomkostninger såsom reparationsudgifter, løn og brændstofudgifter. Bemærk, at de variable omkostninger ikke skifter over tid, men er konstante 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.

Dette gælder ikke for vejafgiften, hvor det antages, at vognmændene godt kan forudse konsekvenser af vejafgiften ud i fremtiden. Det betyder, at en lastbil, som bliver udskiftet i 2024, vil tage hensyn til, at der kommer en vejafgift i 2025. Dette er korrigeret siden dokumentationsnotat 1.0 og vil trække i retning af, at modellen vil prædiktere flere brint/batterilastbiler.

Diskonteringsfaktoren, δ_s , udregnes som:

$$\delta_s = \frac{1}{(1+r)^s}$$



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, større risikoaversion end samfundet og 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.

5.1 Faste omkostninger

I LVM medregnes to faste omkostninger i TCO-beregningen. Lastbilens anskaffelsespris og prisen på opsætning af depotopladning for batterilastbiler. Prisfastsættelsen af de to omkostningstyper præsenteres i henholdsvis afsnit 5.1.2 og 5.1.3.

5.1.2 Lastbilens anskaffelsespris

Færdselsstyrelsen har estimeret basispriser for en diesellastbil for de forskellige LVM-typer baseret på samtaler med producenter og international litteratur, som dækker området i 2023, *jf. tabel 5.1*. De mere energieffektive modeller af diesellastbiler er antaget at være hhv. 2 pct. og 5 pct. dyrere end type 1. Det tilsvarende er antaget for mere energieffektive gaslastbiler.

Tabel 5.1: Basispriser for diesellastbiler indhentet af Færdselsstyrelsen

	2023
U4T	288.822
U12T	367.213
4RD	708.197
4LH	813.115
5RD	760.656
5LH	891.803
9RD	760.656
9LH	970.492
10LH	970.492

Anm.: Priserne pr. 8. januar 2024. Transportministeriet undersøger løbende markedet og mindre afvigelser fra ovenstående kan derfor ikke forekomme, da modellen køres på nyeste tilgængelige priser. Priserne dækker kun u-opbyggede lastbilschassisser, altså f.eks. uden lad, kølekasse osv. Dette påvirker ikke modellens valg mellem drivmiddel, men TCO'erne vil generelt være for lave.

Kilde: Færdselsstyrelsen og Transportministeriet.



For antagelser omkring udviklingen i indkøbspriser er der taget udgangspunkt i ICCT's "A total cost of ownership comparison of truck decarbonization pathways in Europe" (2023).

Her antages det, at prisen på diesellastbiler vil være stigende i perioden 2023-2030, hvilket flugter med forventninger om, at krav til producenterne om at mindske udledningerne fra deres salg (CO₂-udledningskrav til nysalg af lastbiler) vil kunne få dem til at øge prisen på diesellastbiler for at gøre alternativer mere attraktive.⁹

Det antages ligeledes med udgangspunkt i ICCT (2023), at anskaffelsen af hhv. gas-, batteri- og brintlastbiler vil være forbundet med en prisfaktor i forhold til diesellastbilen, som varierer på tværs af både LVM-typer og år. Forudsætninger om anskaffelsespriser er vist i tabel 5.2.

Tabel 5.2: Forudsætninger om anskaffelsespriser i LVM

	2023	2030	2040
Diesel 1	D_i	$D_i * P_{i,2030}$	$D_i * P_{i,2030}$
Diesel 2	$D_i * 1,02$	$D_i * 1,02 * P_{i,2030}$	$D_i * 1,02 * P_{i,2030}$
Diesel 3	$D_i * 1,05$	$D_i * 1,05 * P_{i,2030}$	$D_i * 1,05 * P_{i,2030}$
Gas 1	$D_i * M_{G,i,j}$	$D_i * M_{G,i,j} * P_{i,2030}$	$D_i * M_{G,i,j} * P_{i,2030}$
Gas 2	$D_i * M_{G,i,j} * 1,02$	$D_i * M_{G,i,j} * 1,02 * P_{i,2030}$	$D_i * M_{G,i,j} * 1,02 * P_{i,2030}$
Gas 3	$D_i * M_{G,i,j} * 1,05$	$D_i * M_{G,i,j} * 1,05 * P_{i,2030}$	$D_i * M_{G,i,j} * 1,05 * P_{i,2030}$
Batteri	$D_i * M_{E,i,j}$	$D_i * M_{E,i,j} * P_{i,2030}$	$D_i * M_{E,i,j} * P_{i,2030}$
Brint	$D_i * M_{B,i,j}$	$D_i * M_{B,i,j} * P_{i,2030}$	$D_i * M_{B,i,j} * P_{i,2030}$

Anm.: I årstallene mellem 2023-2030 samt 2030-2040 foretages en lineær interpolering.

Kilde: Færdselsstyrelsen og Transportministeriet.

Hvor D_i er basisprisen for diesellastbil i LVM-gruppe i , som er indhentet af Færdselsstyrelsen. $M_{G,i,j}$, $M_{E,i,j}$ og $M_{B,i,j}$ er prisfaktoren for hhv. gas, batteri, og brintlastbiler, der afhænger både af årstal, j , og LVM-gruppe i . Disse fremgår af tabel 5.3. $P_{i,2030}$ er den forventede prisudvikling i basisprisen for diesellastbiler i perioden 2023 til 2030 i LVM-gruppe i . Efter 2030 forventes ikke nogen yderligere prisudvikling.

⁹ Det er uklart, i hvilket omfang prisudviklingen medregner kommissionens nyeste udspil omkring CO₂-krav til lastbiler.



Tabel 5.3: Prisfaktorer i forhold til basispris for diesel

	Gas			El			Brint		
	2023	2030	2040	2023	2030	2040	2023	2030	2040
U4T	1,08	1,04	1,04	1,88	1,11	1,02	3,52	1,65	1,37
U12T	1,01	0,99	0,98	1,95	1,04	0,93	2,49	1,27	1,07
4RD	1,01	0,99	0,99	2,21	1,14	1,00	3,70	1,30	1,09
4LH	1,01	0,99	0,99	2,21	1,14	1,00	3,70	1,30	1,09
5RD	1,05	1,01	1,01	2,33	1,08	0,95	3,20	1,17	1,05
5LH	1,07	1,04	1,03	2,60	1,24	1,14	3,91	1,23	1,10
9RD	1,01	0,99	0,99	2,21	1,14	1,00	3,70	1,30	1,09
9LH	1,01	0,99	0,99	2,21	1,14	1,00	3,70	1,30	1,09
10LH	1,07	1,04	1,03	2,60	1,24	1,14	3,91	1,23	1,10

Anm.:

Kilde: Transportministeriet pba. ICCT (2023). "A total cost of ownership comparison of truck decarbonization pathways in Europe".

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 2023 og 2030 samt 2030 og 2040.

5.1.2 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, når en lastbil udskiftes til en ellastbil.¹⁰

Prisen på anlæg af depotopladning er fundet ved at tage udgangspunkt i Engelhardt, J., Andersen, P. B., & Teoh, T. (2023). "Guidelines – Charging Infrastructure for Truck Depots". Her præsenteres prisskøn for anlæg af depotopladning for hhv. 22 kW (AC) 50 kW (DC) og 150 kW (DC). Prisskønnene inkluderer ladeudstyr, planlægning og administration, installation og tilslutning til elnettet, jf. tabel 5.4.

¹⁰ Senere vil lastbiler formentlig kunne udnytte eksisterende depotopladning. Modelleringen, kan derfor føre til en undervurdering af ellastbiler i prædiktionens senere år.



Tabel 5.4: Prisskøn for depotopladning

	Lavt skøn	Højt skøn
22 kW (AC)	11.160	40.920
50 kW (DC)	122.760	200.880
150 kW (DC)	982.080	1.354.080

Anm.: Der er anvendt en kurs på 7,44 for at konvertere til DKK.

Kilde: Transportministeriet pba. Engelhardt, J., Andersen, P. B., & Teoh, T. (2023). "Guidelines – Charging Infrastructure for Truck Depots. European Copper Institute".

I LVM antages det, at en lastbil vil have 10 timer til natladning, og at lastbilen som minimum har 20 pct. kapacitet på batteriet ved påbegyndt opladning. Dertil lægges en faktor for effektiviteten af udstyret (η) til at tage højde for nedbrud. Effekten antages at være 90 pct. Den nødvendige opladningskapacitet findes derved ved:

$$\text{Minimum kapacitet}_i = \frac{\text{Batterikapacitet}_i * 0,80}{10 \text{ timer}} \frac{1}{\eta}$$

Dette giver den minimum nødvendige ladeeffekt, fx at der skal etableres en natlader på minimum 48 KW til en lastbil af LVM-kategorien 9LH. DTU (2023) anbefaler, at denne minimum ladeeffekt ganges med en faktor 1,5 for AC-ladere og faktor 2 for DC ladere for at tage højde for hhv. 1) dage med højere energibehov, 2) tilfælde hvor der skal lades på kortere tid og 3) ladekurver, hvor der lades langsommere, når batteriet er ved at være fuldt. Dette giver den anskaffede effekt, *jf. tabel 5.4*.

Prisen er fundet ved at tage et gennemsnit af DTU's høje og lave skøn og udlede prisen for 1 KW. Da DTU (2023) ikke fremskriver priserne, er der for den forventede prisudvikling taget udgangspunkt i et gennemsnitligt årligt prisfald fra ICCT (2021). "Total Cost of Ownership for Tractor-Trailer in Europe: Battery Electric versus Diesel".

Lastbilernes batteristørrelser forventes at stige i fremtiden, og disse er lagt ind på baggrund af Energistyrelsens Teknologikatalog for tung vejtransport. Større batterier trækker i retning af behov for højere ladeeffekt på depoterne, men det forventes dog, at effekten af prisudviklingen vil være dominerende, så det bliver billigere med tiden at anlægge opladning på depotet.



Tabel 5.4: Pris for depotopladning

LVM-klasse	Opladningskapacitet ved natladning (KW)		Pris (tusinde kr.)	
	2023	2030	2023	2030
U4T	14	15	16,5	14,5
U12T	60	70	496	441
4RD	60	70	496	441
4LH	60	70	496	441
5RD	110	140	916	897
5LH	110	140	916	897
9RD	100	110	792	690
9LH	100	110	792	690
10LH	110	140	916	897

Anm.: Priserne opgjort i 2023-priser, og er afrundet til nærmeste tusinde. Priserne er opgjort efter Engelhardt, J., Andersen, P. B., & Teoh, T. (2023). "Guidelines – Charging Infrastructure for Truck Depots. European Copper Institute" og prisudviklingen er baseret på ICCT (2021). "Total Cost of Ownership for Tractor-Trailer in Europe: Battery Electric versus Diesel". Priserne forventes at falde med ca. 3,2 pct. p.a. som følge af teknologisk udvikling.

Kilde: Transportministeriet.

5.2 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 5.2.5 og 5.2.6.

5.2.1 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 hjemmeside¹¹. I de detaljerede kørselsomkostninger er der fire typer af lastbiler og en type af store varebiler, som er blevet koblet til lastbilsklasserne, der anvendes i LVM, *jf. tabel 5.5*. Klasserne i de Transportøkonomiske Enhedspriser matcher ikke direkte med klasserne i LVM.

Tabel 5.5: Sammenhæng mellem LVM-klasse og detaljeret kørselsomkostning fra TE

GMM	LVM-klasse	Vægt (ton)	Kategori i detaljerede kørselsomkostninger
Type 1	U4T	<4	Stor varebil
Type 2	U12T	<12	Lastbil under 12 ton med anhænger
Type 3 eller 4	4RD	<18	Lastbil uden anhænger over 12 t
Type 3 eller 4	4LH	<18	Lastbil uden anhænger over 12 t
Type 5	5RD	<18	Sættevognstog
Type 5	5LH	<18	Sættevognstog
Type 3 eller 4	9RD	<26	Lastbil med anhænger over 12 t
Type 3 eller 4	9LH	<26	Lastbil med anhænger over 12 t
Type 5	10LH	<26	Sættevogntog

Anm.: Tabellen viser, hvilken detaljeret kørselsomkostning som er knyttet til hver lastbilstype i LVM.
Kilde: Transportministeriet.

Denne matchning betyder eksempelvis, at LVM antager, at en klasse 4LH lastbil vil have udgifter på 0,31 kr./km til dækslid, *jf. tabel 5.6*.

¹¹ <https://www.man.dtu.dk/forskningsbaseret-raadgivning/teresa-og-transportoekonomiske-enhedspriser>



Tabel 5.6: Variable omkostninger for diesellastbil i 2023

LVM-klasse	Kilometerafhængige omkostninger (kr./km)		Tidsafhængige omkostninger (kr./time)			
	Reparation	Dæk	Reparation	Kapacitet	Faste afgifter	Løn
U4T	0,14	0,12	3,02	47,8	9,50	292,0
U12t	0,48	0,09	7,63	61,88	3,09	292,0
4RD	0,82	0,36	14,51	70,71	4,50	292,0
4LH	0,82	0,36	14,51	70,71	4,50	292,0
5RD	0,51	0,20	16,82	58,82	5,70	292,0
5LH	0,51	0,20	16,82	58,82	5,70	292,0
9RD	0,91	0,35	23,18	67,64	6,65	292,0
9LH	0,91	0,35	23,18	67,64	6,65	292,0
10LH	0,51	0,20	16,82	58,82	5,70	292,0

Anm.: Tabellen viser variable omkostninger fordelt på de forskellige LVM-klasser. Alle omkostningerne – med undtagelse af lønomkostningerne – antages at være konstante i beregningsperioden. I modellen antages det, at batterilastbilens reparationsomkostninger er 70 pct. af diesellastbilens.

Kilde: Transportministeriet baseret på de Transportøkonomiske Enhedspriser.

Grundlæggende er det antaget, at lastbilerne på tværs af drivmidler har ens variable omkostninger på nær brændstofudgifter. Det er dog antaget, at batterilastbiler har reparationsomkostninger, som udgør 70 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.¹² Derfor er det alene reparationsomkostningerne og lønudgifter (igennem opladning) af de ovenstående, som påvirker drivmiddelvalget.

5.2.2 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 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

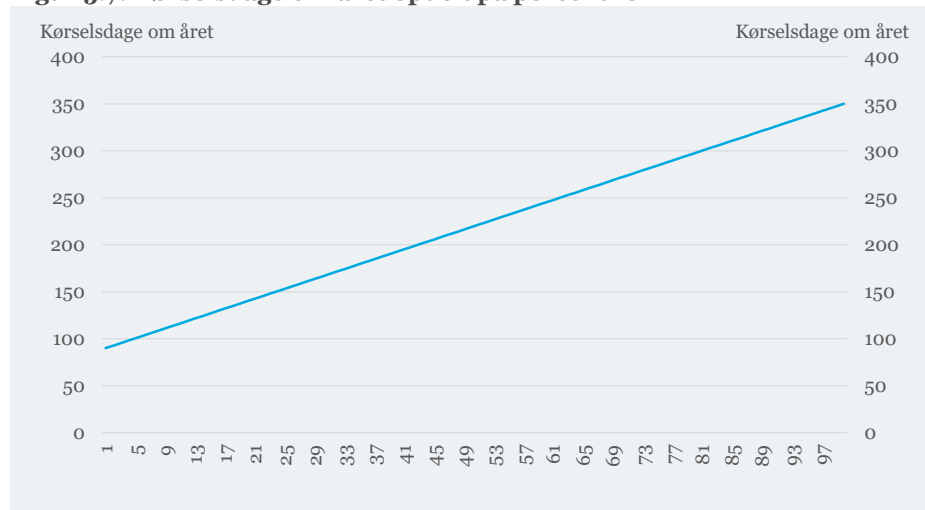
¹² Se evt., Total cost of ownership for tractor-trailers in Europe: Battery electric versus Diesel, af ICCT



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.¹³

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 5.7*.

Figur 5.7. 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.

5.2.3 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 de største kørselspercentiler.

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

¹³ Dette vil ikke gøre sig gældende for specialkøretøjer.



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 antages det, at ladeeffekten øges trinvist frem mod 2030 og varierer på baggrund af LVM-klasser, *jf. tabel 5.8*. Den enkelte batterilastbils ladeeffekt på købstidspunktet fastholdes over hele lastbilens levetid.

Tabel 5.8: Ladeeffekt på undervejsladning

	2023	2030
U4T	150	350
U12T	150	350
4RD	200	800
4LH	200	800
5RD	200	800
5LH	250	1000
9RD	200	800
9LH	250	1000
10LH	250	1000

Anm.: Der er foretaget en lineær interpolation mellem de to år. En lastbil kan alene udnytte den ladeeffekt som var aktuel ved købstidspunktet.

Kilde: Transportministeriet og Vejdirektoratet.

Opladningstiden for en batterilastbil findes som:

$$Opladningstid_{ij\tau} = \frac{Daglig\ kørsel_{ij} * Energiforbrug_{it} - Batterikapacitet_{it} * Batteriudnyttelse}{Ladeeffekt_{\tau}}$$

Og hvor ekstra opladningstid defineres som:

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

Det antages i LVM, at 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.

5.2.4 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.¹⁴

Lastbilens daglige aktive kørselstid er fundet ved at sige:

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

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

Dermed er den samlede tid, som en vognmand med diesellastbiler, gaslastbiler og brintlastbiler skal betale tidsomkostninger for (tankningstid ignoreres eller ligger i pausen):

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

For batterilastbiler skal der tages hensyn til, at der skal bruges ekstra tid på at oplade (se afsnit 5.2.3 om opladningstid).

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

5.2.5 Brændstofudgifter

Brændstofudgiften for en lastbil udregnes som:

$$\text{Brændstofudgift}_{idj\tau} = \frac{\text{Årligt trafikarbejde}_{ij}}{\text{Energiforbrug}_{id\tau}} * \text{brændstofspris}_{d\tau}$$

Fastlæggelse af årligt trafikarbejde præsenteres i afsnittet 3.2. Energiforbrug beskrives i afsnit 5.2.6.1

Prisen på diesel og el er baseret på en prisfremskrivning fra Energi styrelsen og går til 2050. Dieselpriisen er fundet ved at tage en råpris for diesel og tilføje en merpris for at tage højde for iblanding af

¹⁴ 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.



biobrændstof. Dertil lægges energifgift, CO₂-afgift og NO_x-afgift, som er leveret af Skatteministeriet. Endelig tilføjes et tillæg for at tage højde for ETS₂ på baggrund af skøn fra Finansministeriet. El-prisen er en fremskrivning inkl. afgifter fra KF24, men den endelige pris kan afvige som følge af iterationer af modelkørsler i KF24. De forventede priser inkl. afgifter fremgår af figur 5.9.

Tabel 5.9. Brændstofpriser inkl. afgifter

	2024	2030	2035
Diesel (kr. pr. liter)	9,2	10,2	10,5
Certificeret biogas*			
(kr. pr. kg)	23,5	15,0	15,7
El (kr. pr. kWh)	2,1	0,9	0,6
Brint (kr. pr. kg)	89,8	63,2	58,8

Anm.: De endelige brændstofpriser kan afvige pba. iterationer med KF24. I ledningsnettet er gassen i praksis en blanding af naturgas og biogas, men brændstofleverandøren kan købe oprindelsesgarantier, hvilket dokumenterer, at den anvendte gas kan siges at være biogas. Naturgasprisen var ekstraordinært høj i 2022 grundet inflation og krig i Ukraine og på den baggrund forventes et dyk i prisen fra 2024-2026.

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

Priser på certificeret biogas tanket fra gasledningsnettet er leveret af Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. Prisen er fremskrevet med udgangspunkt i importpriser for naturgas, hvortil der er lagt et pristillæg for komprimering, et pristillæg for transmission og distribution, et skøn over prisen på oprindelsesgarantier samt CO₂-afgift og energifgift.

Prisen på et kg. brint er baseret på ICCT's "The European heavy-duty vehicle market until 2040: Analysis of decarbonization" fra 2023.¹⁵

5.2.6.1 Energiforbrug

For at kunne udregne lastbilernes forbrug af drivmiddel er der behov for at kende deres energiforbrug. Energiforbruget for diesel-lastbilerne er antaget af Færdselsstyrelsen. Energiforbruget for gaslastbiler er baseret på diesellastbilers energiforbrug korrigeret med gaslastbilers virkningsgrad i forhold til diesellastbilers. For batteri- og brintlastbiler tages udgangspunkt i "The European heavy duty vehicle market until 2040: Analysis of decarbonization pathways" af ICCT i 2023.¹⁶ Fx antages det, at klasse 4RD med

¹⁵ Se tabel A7

¹⁶ Se tabel A9 i <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/01/hdv-europe-decarb-costs-jan23.pdf>



drivmiddel diesel 1 kører 4,6 km/l og 1,1 km/kWh med en batterilastbil, jf. tabel 5.10.

Tabel 5.10: Lastbilernes energiforbrug fordelt på LVM-klasser og drivmiddel, 2024

LVM-klasse	Diesel 1	Gas 1	Batteri	Brint
U4T	10,9	14,1	1,8	32,6
U12T	7,6	9,9	1,8	31,5
4-RD	4,6	6,0	1,1	20,6
4-LH	3,7	4,8	1,0	16,3
5-RD	3,4	4,8	0,9	16,7
5-LH	3,7	5,2	0,9	14,0
9-RD	4,1	5,4	1,1	20,3
9-LH	3,3	4,3	1,0	16,3
10-LH	3,6	5,1	0,9	13,6

Anm.: Energiforbruget er opgjort i hhv. km/l, km/kg, km/kwh og km/g for diesel, gas, el og brint. I LVM antages det, at diesellastbilerne opnår en årlig energieffektivisering på 2,9 pct. i årene 2022-2025 og 0,8 pct. fra 2026-2035. For batterilastbiler forbedres effektiviteten med mellem 20 og 30 pct. afhængig af størrelsen fra 2022 til 2030. For brint er det mellem 34 og 50 pct. i perioden 2022-2030 og 6-9 pct. i 2030-2040.

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 2,9 pct. årligt, mens der i perioden 2026-2030 antages en forbedring på 0,8 pct. årligt.¹⁷ Det antages, at gas opnår samme forbedring. Batteri og brintlastbilers energieffektivitet fremskrives jf. førnævnte ICCT-rapport.

5.2.7 Vejafgifter

Modellen medregner de vejafgifter på lastbiler, som fremgår af den politiske aftale af 24. juni, 2022.¹⁸

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 over 32 ton, jf. tabel 5.11.

¹⁷ KF23 – Sektorforudsætningsnotat omkring transport – side 40 og 41

¹⁸ [aftaletekst-om-kilometerbaseret-vejafgift.pdf \(skm.dk\)](#)



Derudover skal drivmidlet matches med CO₂-emissionsklasserne. Her er det antaget, at fx diesel 1 er en CO₂-emissionsklasse 1 og en batterilastbil er en CO₂-emissionsklasse 5, *jf. tabel 5.11*.

Tabel 5.11: Matchning af LVM-klasser og drivmidler med vægt- og CO₂-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	32 ton og over	32 ton og over
5-LH	32 ton og over	32 ton og over
9-RD	32 ton og over	32 ton og over
9-LH	32 ton og over	32 ton og over
10-LH	32 ton og over	32 ton og over
Drivmidler		
Diesel 1	CO ₂ -emissionsklasse 1	
Diesel 2	CO ₂ -emissionsklasse 2	
Diesel 3	CO ₂ -emissionsklasse 3	
Gas 1	CO ₂ -emissionsklasse 1	
Gas 2	CO ₂ -emissionsklasse 2	
Gas 3	CO ₂ -emissionsklasse 3	
Batteri	CO ₂ -emissionsklasse 5	
Brint	CO ₂ -emissionsklasse 5	

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, mens vægt 2 beskriver andelen 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 5.12. Sats 1



og 2 er satserne, som en lastbil skal betale henholdsvis uden for og inden for en miljøzone.

Tablet 5.12: Fordeling af afgiftsdækket kørsel i land, by og miljøzoner

LVM-klasse	Øvrige vejnet (vægt 1)		Miljøzoner (vægt 2)	
	2025-2027	2028-	2025-2027	2028-
År				
Let 1	70 pct.	92 pct.	2 pct.	2 pct.
Let 2	70 pct.	92 pct.	2 pct.	2 pct.
4-RD	70 pct.	92 pct.	2 pct.	2 pct.
4-LH	70 pct.	92 pct.	2 pct.	2 pct.
5-RD	80 pct.	95 pct.	1 pct.	1 pct.
5-LH	80 pct.	95 pct.	1 pct.	1 pct.
9-RD	70 pct.	92 pct.	2 pct.	2 pct.
9-LH	70 pct.	92 pct.	1 pct.	2 pct.
10-LH	80 pct.	95 pct.	1 pct.	1 pct.

Anm.: Tabellen viser andelen af kilometer, der er kørt på veje, som er indeholdt i vejafgiften. Andelen baseres på kørsler fra GMM. For lastbiler er der taget et gennemsnit af GMM type 3 og 4. Tallene summerer 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.