

Analyse af behovet for ladestandere i Københavns Kommune frem mod 2050

21. april 2021

Sagsnummer
2020-0841799

Dokumentnummer
2020-0841799-2

Indhold

Indhold.....	1
1 Sammenfatning	1
2 Indledning.....	2
3 Udviklingen i antallet af biler i København frem til 2021	4
4 Eksisterende ladeinfrastruktur i Københavns Kommune	6
5 Behovet for ladeinfrastruktur i Københavns Kommune	10
6 Afstande som mål.....	21
7 Diskussion og anbefalinger.....	25
8 Konklusion	28
9 Referencer	29
10 Bilag	31

1 Sammenfatning

Analysen undersøger det fremtidige behov for ladeinfrastruktur i København. Derudover beskrives den nuværende ladeinfrastruktur i København samt den historiske udvikling i antallet af elbiler.

Det fremtidige behov for ladeinfrastruktur i København analyseres ud fra to indgangsvinkler.

Den ene vinkel tager udgangspunkt i fremskrivninger af den danske elbilsflåde. På baggrund af Energistyrelsens Basisfremskrivning 2020 og nøgletal fra Landstrafikmodellen, fremskrives den danske bilflåde frem til 2050. Antallet af elbiler fremskrives herefter i tre forskellige scenarier, der alle antager at elbiler vil udgøre 100% af den danske bilflåde i 2050. På baggrund af disse fremskrivninger, estimeres det samlede behov for ladepunkter i København frem til 2050.

Den anden vinkel tager udgangspunkt i givne afstandsmål om maksimal afstand fra hoveddør til ladepark. I dette afsnit kan det ses hvor mange ladeparker, der skal opføres for at indfri forskellige målsætninger om maksimal afstand.

Plan, Analyse, Ressourcer og
CO2-reduktion
Analyseenheden
Njalsgade 13
Postboks 348
2300 København S

EAN-nummer
5798009809452

I analysen konkluderes det at:

- Den samlede bilflåde i København er steget fra 2015 til 2020 og forventes at stige yderligere frem til 2050.
- El- og hybridbiler udgør en stigende andel af nyregistrerede biler i Danmark. I 2020 steg andelen fra under 10% til 30%.
- En overvægt af Københavns offentlige elbils-parkeringspladser og ladepunkter ligger i Indre By og brokvartererne.
- 700 ud af 830 eksisterende offentlige ladepunkter i København har en effekt på 11 kW.
- Der er 1,75 elbiler i gennemsnit per offentlige ladepunkt. Tallet varierer mellem bydelene. Indre By og Nørrebro har det laveste antal elbiler per offentlige ladepunkt hvorimod Vanløse og Brønshøj-Husum har det højeste.
- Det estimerede behov for ladepunkter betyder at der er ét ladepunkt per 10 elbiler i København.
- Det estimerede behov for ladepunkter i 2025 varierer mellem de tre scenarier og er henholdsvis 620, 4.200 og 10.000, hvor 4.200 vurderes at være det mest realistiske.
- Det estimerede behov for ladepunkter i 2050 er for alle tre scenarier 24.200.
- De samlede anlægsudgifter for offentlige og private ladestandere er estimeret til ca. 16,7 mio. kr. årligt i Reference scenariet.
- Et afstandsmål på 250m fra hoveddør til nærmeste ladepark vil kræve 585 ladeparker i København mens et mere ambitiøst afstandsmål på 125m vil kræve 1.970 ladeparker.
- Hvis afstandsmålsætningen kun gælder beboere i etageejendomme, reduceres antallet af ladepunkter til ca. 70% af det samlede estimerede behov.

Analysens resultater er behæftet med betydelig usikkerhed. Usikkerheden skyldes primært at udrulningen af elbiler i København er på et tidligt stadie. Der er derfor mange parametre og antagelser, hvor vidensniveauet er relativt lille på nuværende tidspunkt. For at kunne estimere behovet mere præcist i fremtiden anbefales det at udviklingen i elbiler og brugen af ladestandere monitoreres fremover. Det vil styrke mulige opdateringer af analysen og samtidig skabe bedre grundlag for at belyse fremtidens behov for ladeinfrastruktur. Det anbefales desuden at fremtidige servicemål, benytter en kombination af flere politiske målsætninger og ikke udelukkende fokuserer på maksimal afstand fra hoveddør til ladepark.

2 Indledning

Mobilitet under MKB og Område for Parkering under BPM har anmodet Analyseenheden om en analyse vedr. elbiler og ladeinfrastruktur i København. Analysen er udført af Analyseenheden i samarbejde med Bydata og skal indgå i en indstilling til Teknik- og Miljøudvalget vedr. en handlingsplan for ladeinfrastruktur til elbiler i København. Til dette arbejde har Dansk Elbil Alliance (DEA) bidraget med faglig sparring og deres rapport /1/ har dannet grundlag for denne analyse sammen med to delrapporter fra Kommissionen for grøn omstilling af personbiler (Eldrup-Kommissionen) /13/, /19/. Analysen er desuden blevet kvalificeret med kommentarer fra den Tværgående Analyseenhed i Økonominforvaltningen og relevante fagenheder i Teknik- og Miljøforvaltningen.

Der er politisk fokus på elbiler som middel i den grønne omstilling. Det er blandt andet et politisk aftalt mål at Danmark skal have 1.000.000 elbiler i 2030 /2/ og på EU-niveau er det forventet at bilparken i 2050 består udelukkende af elbiler /9/. De danske forbrugere har også øget interessen for elbiler og antallet af nyregistrerede el- og hybridbiler har været stigende de seneste år.

Analysen besvarer tre spørgsmål vedrørende den fremtidige ladeinfrastruktur i København:

1. Hvor mange ladepunkter er der behov for i Københavns Kommune frem mod 2050?
2. Hvordan fordeler behovet for ladepunkterne sig på Københavns bydele?
3. Hvor mange ladeparker er nødvendige, givet et politisk mål om en maksimal afstand fra hoveddør til ladepark?

Undersøgelsen af spørgsmål et og to udgør tilsammen en analyse af behovet for ladepunkter i Københavns Kommune givet tre forskellige fremskrivninger af Københavns elbilbestand. Frem for at tage udgangspunkt i fremskrivninger, udgør politiske målsætninger udgangspunktet for spørgsmål tre. Her undersøges behovet for ladestandere, hvis et givent politisk mål om maksimal afstand fra hoveddør til nærmeste ladepark skal indfris.

Afgrænsning og definitioner

Analysen tager udgangspunkt i definitionerne om ladeinfrastruktur som anvendt af Kommissionen for grøn omstilling af personbiler (El-drup-Kommissionen) /13/:

- Ladepunkt: Sted en elbil kan lade – i praksis ladestikket.
- Ladestander: Stander der leverer strøm til elbilerne. En ladestander kan have flere ladepunkter.
- Ladeplads: Det areal, der er afsat til, at en elbil kan lade. En ladeplads omfatter også et ladepunkt. Dvs. parkeringsplads med tilgængeligt ladepunkt.
- Ladepark: Et geografisk afgrænset område med flere ladepladser med maksimalt 14 meters afstand imellem sig.

Til at besvare de to første spørgsmål er gjort en række antagelser og begrænsninger:

1. Bilparken i 2050 består 100% af elbiler. Antagelsen stemmer overens med København Kommunes målsætning om CO₂-neutralitet i 2025 og Danmarks målsætning om klimaneutralitet i 2050, samt forventninger på EU-niveau jf. /9/
2. Analysen omfatter elbiler og plug-in-hybridbiler idet de begge gør brug af ladeinfrastruktur. Deres udbredelse har dermed betydning for behovet for ladepunkter i København. Andre alternative drivmidler, fx brint-drevne biler, indgår ikke i analysen. Hybridbiler der ikke er plug-in indgår heller ikke i analysen. I den resterende del af analysen benævnes både elbiler og plug-in-hybridbiler som elbiler medmindre andet er anført, og når hybridbiler nævnes specifikt, er der tale om plug-in-hybrid biler. Valgene følger klassifikationen fra Danmarks Statistik, hvor hybridbiler, der ikke er plug-in, ikke opgøres selvstændigt men indgår som almindelige benzin og dieselmotorer.

3. Udviklingen i Københavns bilbestand antages at følge resten af landet, hvilket betyder at Københavns andel af den samlede danske bilbestand antages at være konstant.
4. Som basisfremskrivning af den samlede danske bilbestand benyttes Energistyrelsens Basisfremskrivning 2020 (ENS BF2020).

Læsevejledning

Rapporten er opbygget således at kapitel 3 beskriver elbilsflådens udvikling i Danmark og København fra 2015 til 2021. Kapitel 4 beskriver den eksisterende offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur i København per januar 2021. Tilsammen udgør kapitel 3 og 4 dermed en beskrivelse af den nuværende situation vedrørende elbiler og ladeinfrastruktur i København.

I kapitel 5 estimeres antallet af elbiler i Danmark og København frem mod 2050. I samme kapitel estimeres også det afledte behov for lade-punkter i København baseret på fremskrivningen af elbilbestanden. I kapitlet præsenteres tre scenarier for væksten i elbiler.

Kapitel 6 besvarer spørgsmål 3 vedrørende politiske målsætninger om maksimal afstand fra hoveddør til ladepark. I modsætning til det foregående kapitel, tager kapitel 6 dermed udgangspunkt i målsætninger frem for fremskrivninger.

Kapitel 7 diskuterer kort analysens grundlæggende antagelser og relevante mangler. Derudover præsenteres en række anbefalinger til monitorering af udviklingen i elbiler og ladeinfrastruktur.

3 Udviklingen i antallet af biler i København frem til 2021

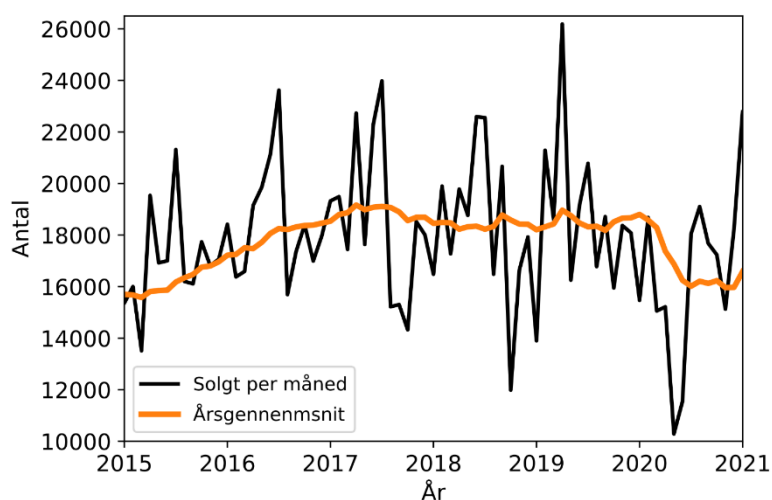
Her beskrives udviklingen i antal nyregistrerede personbiler i Danmark samt antal biler i København. Tal er baseret på udtræk fra Danmarks Statistik og Københavns Kommunes egne tal.

Afsnittet konkluderer at:

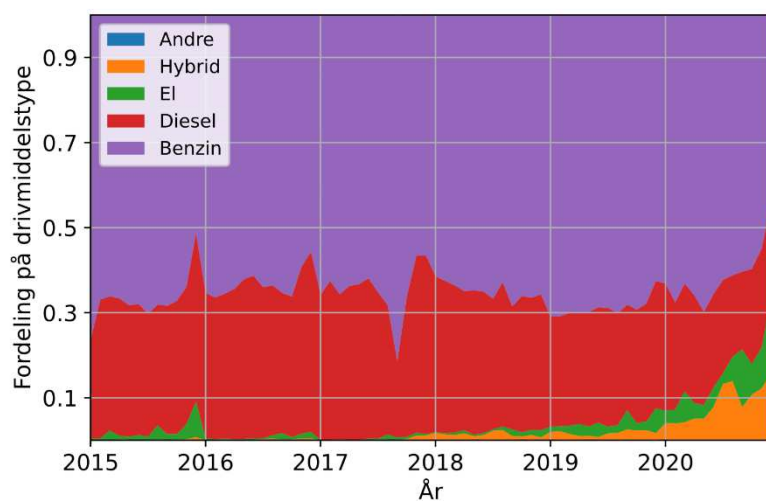
- Det samlede antal nyregistrerede biler i Danmark har været stigende fra 2015 til 2020.
- Den samlede bilflåde i København er ligeledes steget i perioden 2015-2020.
- El- og hybridbiler udgør en stigende andel af nyregistrerede biler i Danmark. I 2020 steg andelen fra under 10% til 30%.

Nyregistrerede personbiler i Danmark

Danmarks Statistik opgør månedligt antallet af indregistreringer af personbiler i Danmark. Figur 3.1 og 3.2 viser udviklingen fra 2015 til 2021. I Figur 3.1 præsenteres det samlede antal nyregistrerede biler i Danmark. Antallet af indregistreringer har generelt været stigende frem til 2020 med et fald ved corona-nedlukningens primo 2020. Figur 3.2 viser nyregistrerede personbiler fordelt på drivmiddelstype for samme periode. Andre drivmiddelstyper dækker bl.a. over brint-drevne biler. Som figuren viser, domineres nyregistreringerne af benzin- og dieselbiler. Der sker dog en tydelig stigning i andelen af el- og hybridbiler i 2019 og særligt i 2020. Primo 2020 udgør el- og hybridbiler således under 10% af de nyregistrerede biler, hvorimod de udgør 30% ultimo 2020.



Figur 3.1: Udviklingen i nyregistrerede personbiler for erhvervene og husholdningerne fra 2015 til december 2020. Antal biler per måned (sort kurve) og et årgennemsnit (orange kurve), som en 12 måneders løbende gennemsnit. Kilde: Danmarks Statistik [/3/](#).



Figur 3.2: Fordelingen i nyregistrerede personbiler på drivmiddelstype for erhvervene og husholdningerne fra 2015 til udgangen af 2020. Kilde: Danmarks Statistik [/3/](#).

Tal for København

I starten af 2020 er der godt 130.000 privatejede biler i Københavns Kommune og det er en stigning på 18% siden 2015, svarende til cirka 20.000 biler [/4/](#).

De privatejede bilers fordeling mellem bydelene i København er vist i Tabel 3.1. Det bemærkes at bilejerskab er relativt ligeligt delt ud over bydelene. Den relative andel af privatejede biler i Indre By, Østerbro og Vanløse er faldende, mens den er stigende på Vesterbro/Kongens Eng-have og Amager Vest. Endeligt, kan det ses at Nørrebro, Valby, Brønshøj-Husum, Bispebjerg og Amager Øst ikke oplever en egentlig stigning eller fald.

Tabel 3.1: Fordelingen af private personbiler i Københavns Kommune fra 2015 til start 2020 på bydelsniveau. Kilde: Københavns Kommune /4/.

	Indre By	Østerbro	Nørrebro	Vester- bro/Kon- gens Eng-	Valby	Vanløse	Brønshøj- Husum	Bispebjerg	Amager Øst	Amager Vest
2015	9,7%	13,6%	9,3%	9,0%	10,4%	8,8%	9,3%	8,2%	9,7%	12,0%
2016	9,8%	13,6%	9,3%	9,0%	10,2%	8,8%	9,3%	8,1%	9,6%	12,3%
2017	9,6%	13,5%	9,4%	9,2%	10,3%	8,6%	9,2%	8,2%	9,7%	12,3%
2018	9,3%	13,5%	9,6%	9,5%	10,4%	8,5%	9,1%	8,1%	9,8%	12,3%
2019	9,2%	13,3%	9,5%	9,7%	10,5%	8,4%	9,0%	8,2%	9,8%	12,4%
2020	9,2%	13,2%	9,4%	9,9%	10,5%	8,2%	9,1%	8,2%	9,7%	12,6%

4 Eksisterende ladeinfrastruktur i Københavns Kommune

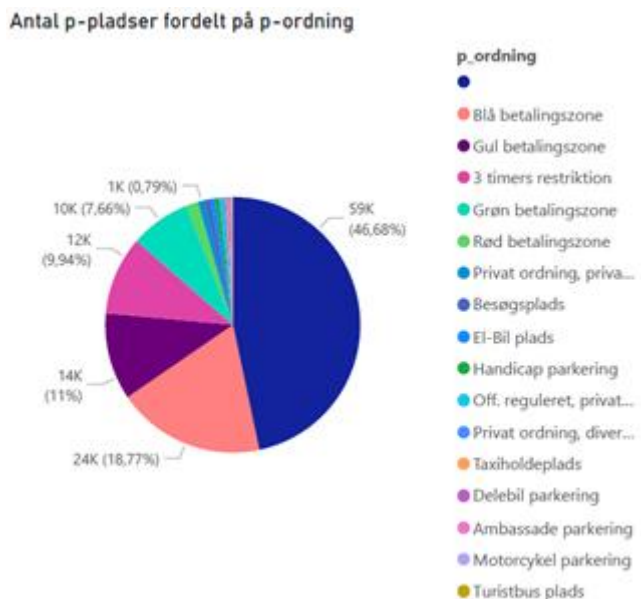
I dette kapitel gives en kort gennemgang af den eksisterende offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur i København. Dette bruges til at give et indblik i den nuværende situation, som den fremtidige infrastruktur kan bygge videre på.

Afsnittet konkluderer at:

- En overvægt af Københavns elbils-parkeringspladser og lade-punkter ligger i Indre By og brokvartererne.
- 700 ud af 830 ladepunkter har en effekt på 11 kW.
- De fleste ladepunkter ligger i ladeparker med 4, 6 eller 8 ladepunkter.
- Der er 1,75 elbiler i gennemsnit per offentlige ladepunkt. Tallet varierer mellem bydele. Indre By og Nørrebro har det laveste antal elbiler per offentlige ladepunkt hvorimod Vanløse og Brønshøj-Husum har det højeste.

Parkeringspladser

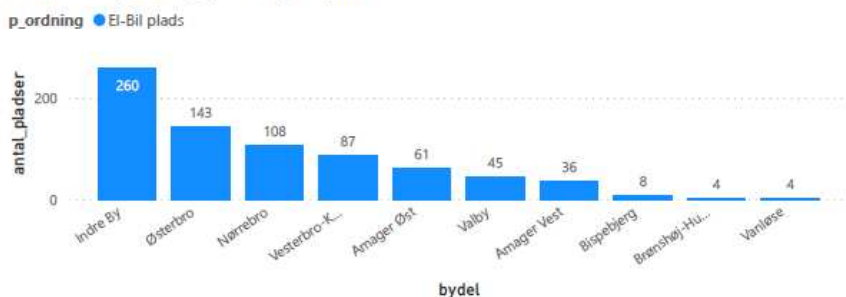
Opgjort medio januar 2021 er der cirka 126. 000 offentlige parkeringspladser i Københavns Kommune. Opgørelsen omfatter lovlige parkeringspladser i dagtimerne (7-18) på gadeplan (på offentlige og private fælles veje), parkeringspladser i offentligt ejede parkeringsanlæg samt parkeringspladser uden parkeringsordning. Parkeringsmuligheder for elbiler, delebiler, taxi og handicapbilister fremgår. Pladserne er fordelt på forskellige parkeringsordninger og fremgår af Figur 4.1. Heraf er cirka 750 svarende til 0,6% elbils-parkeringspladser, dvs. parkeringspladser, der for en periode er reserveret til el-biler. Herudover findes der et ukendt antal parkeringspladser i tilknytning til supermarkeder, arbejdspladser mv., der ikke fremgår af opgørelsen



Figur 4.1: Parkeringspladsernes fordeling på parkeringsordninger i Københavns Kommune.

Elbils-parkeringspladserne er ujævnt fordelt over byen. Af Figur 4.2 ses en klar overvægt i Indre By og brokvartererne.

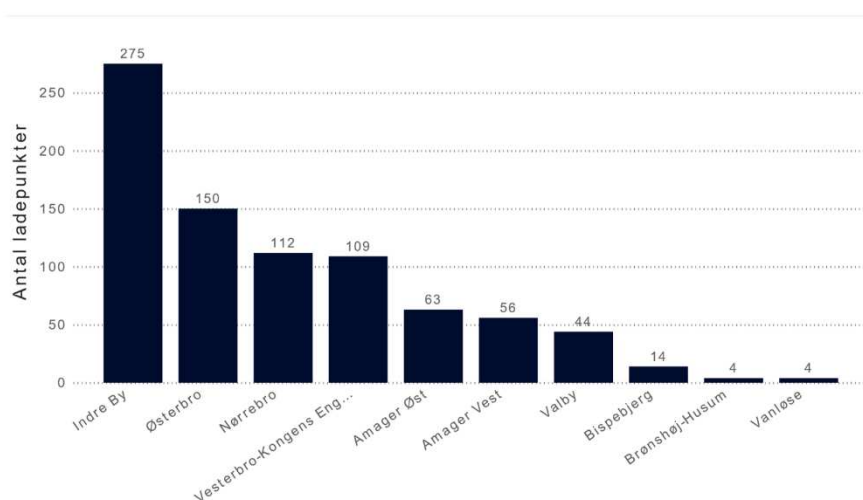
Antal El-Bil parkeringspladser på bydel



Figur 4.2: Fordelingen af ladepunkter på bydele.

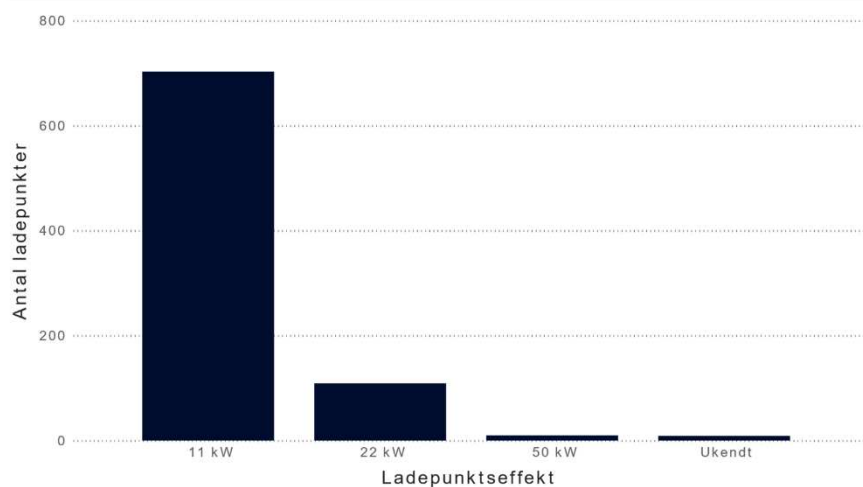
Ladeinfrastruktur

Per medio januar 2021 er der i Københavns Kommune på offentlig og privat vej opgjort 831 ladepunkter fordelt på 414 ladestandere og 137 ladeparker. Også her er der en klar overvægt i Indre By samt brokvartererne. En tredjedel eller 275 ladepunkter er placeret i Indre By. Ladepunkternes fordeling på bydelsniveau fremgår af Figur 4.3.



Figur 4.3: Ladepunkter fordelt på bydele

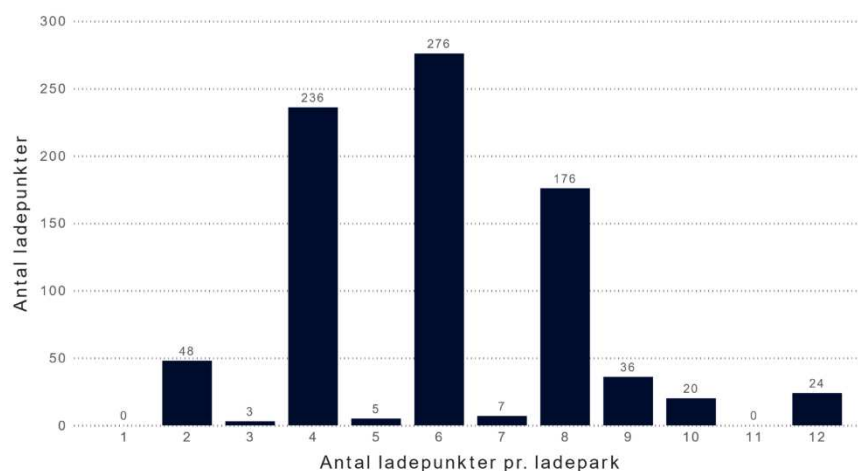
De opstillede ladepunkters effekt varierer som vist i Figur 4.4. Dog har langt størsteparten af de 831 ladepunkter en effekt på 11 kW (703) og 109 har en effekt på 22 kW.



Figur 4.4: Antal ladepunkter fordelt efter effekt

Placering af ladestandere

Oftentimes charging stations are clustered in charging parks of varying number of charging points. The size of the charging parks follows from Figur 4.5.



Figur 4.5: Antal ladestander i ladeparker

Ud af de i alt 831 ladepunkter er 700 placeret i en ladepark på fire til otte ladepunkter. Ladeparkernes fordeling udover København er vist på kortet i Figur 4.6. Af kortet ses det at hovedparten af ladeparkerne ligger Indre By samt brokvarterne. For en mere præcis gengivelse af ladeparker i Indre By samt brokvarterne henvises til bilag 1.



Figur 4.6 Ladeparker i København

Elbiler per ladestander

Ved at kombinere antallet af elbiler per bydel med antal ladepunkter fås hvor mange elbiler der deles om hvert ladepunkt for hver bydel, se Tabel 4.1. Det ses at alle bydele med undtagelse af Vanløse og Brønshøj-Husum har et lille antal biler per ladestander.

Det bemærkes at der kun indgår offentligt tilgængelige ladepunkter i opgørelsen og at bydele med mange villakvarterer sandsynligvis vil have flere ladepunkter i egen indkørsel, der dermed ikke tæller med i Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Antallet af ladepunkter, antal hybrid- og elbiler /4/ og biler per ladepunkt for hver bydel.

Bydel	Lade-punkter	Antal elbi-ler	Biler per la-depunkt
Indre By	275	241	0,88
Østerbro	150	217	1,45
Nørrebro	112	87	0,78
Vesterbro-Kongens Enghave	109	173	1,59
Valby	44	143	3,25
Vanløse	4	89	22,25
Brønshøj-Husum	4	95	23,75
Bispebjerg	14	70	5,00
Amager Øst	63	126	2,00
Amager Vest	56	216	3,86
Samlet	831	1457	1,75

5 Behovet for ladeinfrastruktur i Københavns Kommune

I følgende afsnit estimeres det fremtidige behov for ladepunkter i København baseret på tre scenarierefskrivninger af den danske elbilbestand.

Den metodiske tilgang er som følger:

1. Antallet af biler i Danmark fremskrives frem til 2050.
2. Antallet af elbiler i Danmark og København estimeres frem til 2050.
3. De københavnske elbilers daglige energiforbrug estimeres.
4. På baggrund af ovenstående resultater estimeres behovet for ladeinfrastruktur i form af antal ladepunkter.

I afsnittet konkluderes det under de givne antagelser at:

- Det samlede antal biler i Danmark forventes at være 3,79 mio. i 2030 og stige til 4,81 mio. i 2050.
- Scenariet Data forudsiger en hurtigere udvikling i elbilbestanden end de politiske målsætninger og overvurderer sandsynligvis behovet på kort sigt.

- Scenarierne Policy og Reference beskriver en udvikling i elbilbestanden tættere på regeringens politiske målsætning for 2030.
- Det estimerede behov for ladepunkter i 2025 varierer mellem de tre scenarier og er henholdsvis 620, 4.200 og 10.000, hvor 4.200 vurderes mest sandsynligt.
- Det estimerede behov for ladepunkter i 2050 er for alle tre scenarier 24.200.
- Der skal bygges ladepunkter over hele byen, men flest på Østerbro og Amager Vest.
- De samlede anlægsudgifter for offentlige og private ladestander er estimeret til ca. 16,7 mio. kr. årligt i Reference scenariet

Fremskrivninger af bilflåden

For at estimere det fremtidige antal elbiler, fremskrives det samlede antal biler først. Til det bruges to prognoser for den fremtidige danske bilbestand: DTUs "Forudsætninger for Landstrafikmodellen v. 2.0" /10/ og "Energistyrelsens Basisfremskrivninger 2020" /11/.

I Tabel 5.1 ses Landstrafikmodellens fremskrivning til 2040. Under antagelse af en konstant vækst på 1,2% per år fra 2040 til 2050, er antallet af biler fremskrevet fra 2045 og 2050. Det giver en køretøjsbestand på hhv. 3,36 mio. og 3,57 mio. i 2045 og 2050.

Tabel 5.1: Estimeret antal personbiler fra 2010 til 2040 som beskrevet i Landstrafikmodellen /10/ og videreført til 2050.

	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Antal biler (mio.)	2,1	2,29	2,55	2,73	2,89	3,03	3,17	3,36	3,57
Vækst p.a. i perioden	-	1,9%	2,0%	1,5%	1,4%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%

Tabel 5.2 viser Energistyrelsens basisfremskrivninger fra 2020, der ligger til grund for Elbilkommissionens arbejde /13/.

Tabel 5.2: Energistyrelsens Basisfremskrivning 2020 for antal person- og varebiler i Danmark frem til 2030 /11/.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Personbiler (mio. stk.)	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3
Varebiler (mio. stk.)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Samlet	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,8

Energistyrelsens fremskrivning løber kun til 2030 og for at fremskrive energistyrelsens tal til 2050 antages en vækst på 1,2% p.a. hvilket svarer til Landstrafikmodellens antagelser. Resultatet er vist i Tabel 5.3 og viser at den samlede bilpark i 2050 vil være på 4,81 mio. biler.

Tabel 5.3: Fremskrivningen af antal person- og varebiler fra 2030 til 2050.

	2030	2040	2045	2050
Personbiler (mio.)	3,35	3,77	4,00	4,25
Varebiler (mio.)	0,44	0,50	0,53	0,56
Samlet (mio.)	3,79	4,27	4,53	4,81

Sammenligning af de to fremskrivninger viser at Energistyrelsens tal medfører over én mio. flere biler i 2050 i forhold til landstrafikmodellens tal. Forskerne bag Landstrafikmodellen anerkender dog selv at deres fremskrivning muligvis undervurderer bilflådens vækst /10/. I denne analyse bruges derfor fremskrivningen fra Energistyrelsen som præsenteret i Tabel 5.2 og Tabel 5.3.

Fremskrivning af elbilbestanden

På baggrund af den forventede bilflåde, estimeres tre scenarier for elbilbestanden i Danmark og København.

Der er stor usikkerhed om hvor hurtigt bestanden af elbiler vokser relativt til konventionelle biler. Energistyrelsens Basisfremskrivning 2020 forventer at der er cirka 426.000 hybrid- og elbiler i 2030 /11/. Regeringen har en politisk målsætning om at der i 2030 skal være 1.000.000 hybrid- og elbiler i Danmark og har præsenteret virkemidler til at sikre 775.000 elbiler i 2030 /2/. Dansk Elbil Alliance (DEA) og Kommissionen for grøn omstilling af personbiler (Eldrup-Kommissionen) forventer i udgangspunktet begge 1.000.000 elbiler i 2030 /1/, /13/.

Foruden udviklingen i det samlede antal elbiler, er det relevant at se på hvor stor en andel elbiler forventes at udgøre af salget af nye køretøjer. Ifølge Energistyrelsens Basisfremskrivning 2020 kan hybrid- og elbiler forventes at udgøre cirka 36% af salget i 2030. Allerede i dag er der dog indikationer på at salgsandelen af hybrid- og elbiler periodisk kan overstige prognosen, se Figur 3.1, især hvad angår andelen af hybridbiler.

European Alternative Fuels Observatory fremlægger i deres rapport /9/ forskellige scenarier for hvordan salget af hybrid- og elbiler skal udvikle sig givet en forudsætning om en køretøjsbestand på 100% elbiler i 2050. Fælles for alle disse scenarier er at salget af elbiler udgør en stigende andel frem mod 2035, hvorefter de udgør 100% af det samlede salg. Det fremgår også i rapportens litteraturgennemgang at eksterne fremskrivninger forudsiger en væsentlige langsommere udvikling end nødvendig for at nå en 100% elbilbestand i 2050.

Præsentation af scenarierne

Finansministeriets retningslinjer tilskriver at fremskrivninger baseres på underliggende mekanismer og drivere, hvilket også er den metode der anvendes i Energistyrelsens basisfremskrivning.

En sådan tilgang kan ikke bruges her. Erfaringer fra brug af elbiler og ladeinfrastruktur er stadig begrænsede og det er vanskeligt at fastlægge de underliggende mekanismer bag udviklingen. Samtidig er det fulde omfang af de politiske redskaber til at fremme omstillingen til elbiler frem mod 2050 endnu ukendte, ligesom Energistyrelsen endnu ikke

har gennemført en ny vurdering af basisfremskrivningen frem mod 2030 i lyset af den seneste politiske aftale.

Fremskrivningerne anvendt her, baserer sig derfor i stedet på tre antagelser:

1. S sammensætningen af nyregistrerede biler 2015-2020, præsenteret i Figur 3.1 og 3.2.
2. Fremskrivningen for den samlede bilflåde præsenteret i Tabel 5.3
3. EU-målsætning om 100% af bilbestanden er elbiler i 2050.

Scenarierne er præsenteret i Tabel 5.4.

Tabel 5.4: Anvendte scenarier. En bindestreg betyder parameteren ikke er anvendt.

ID	Scenarie	Bil DK 2030 (mio. stk.)	Bil DK 2050 (mio. stk.)	Elbiler 2030 (%)	Elbiler 2050 (%)	Andel i Københavns Kommune (%)	Daglig indpendling (%)	Kørselsbehov (km/dag)	Batterikapacitet (kWh)	Forbrugstal (km/kWh)	11 kW ladestandere (%)	gennemsnitlig ladeeffekt (%)
1	Policy	3,8	4,8	20	100	5	0	36	70	5,5	100	82
2	Data	-	4,8	-	100	5	0	36	70	5,5	100	82
3	Reference	-	4,8	-	100	5	0	36	70	5,5	100	82

Scenarierne Data og Policy tager udgangspunkt i en fremskrivningsmodel, Bass diffusionsmodel, første gang beskrevet i 1969 af Frank Bass /5/. Modellen beskriver hvordan et nyt produkt eller en ny teknologi introduceres og udbredes i et marked, f.eks. til at beskrive hvordan salget af hybrid- og elbiler kan tænkes at udvikle sig i forskellige lande, se f.eks. /6/. Modellen er bredt anerkendt som en simpel men rimelig fremskrivningsmetode, der anvendes bredt indenfor markedsanalyse. Metoden tilskriver at udbredelsen af ny teknologi følger en S-formet kurve, hvor udbredelsen først sker relativt langsomt. Efter at have passeret et kritisk tidspunkt accelererer udbredelsen ind til at den nye teknologi dominerer. Bass diffusionsmodel er beskrevet yderligere i bilag 3.

Scenariet Data er resultatet af at anvende Bass diffusionsmodellen på de tre antagelser ovenfor. Resultatet er præsenteret ved den orange kurve i Figur 5.1. Det ses tydeligt at kurven følger den omtalte S-form. Antallet af elbiler stiger kraftigt allerede fra omkring år 2023. Den tidlige vækst i Data scenariet skyldes den relativt store stigning i andelen af el- og hybridbiler indregistreret i 2020.

I Scenariet Policy har bygger på samme beregningsmetode som Data, men afviger ved at tilføje en antagelse om 20% elbiler i 2030. Resultatet er præsenteret ved den blå kurve i Figur 5.1 og følger ligeledes den omtalte S-form. Udbredelsen af elbiler sker senere end i Data scenariet og accelererer først rigtigt omkring år 2030.

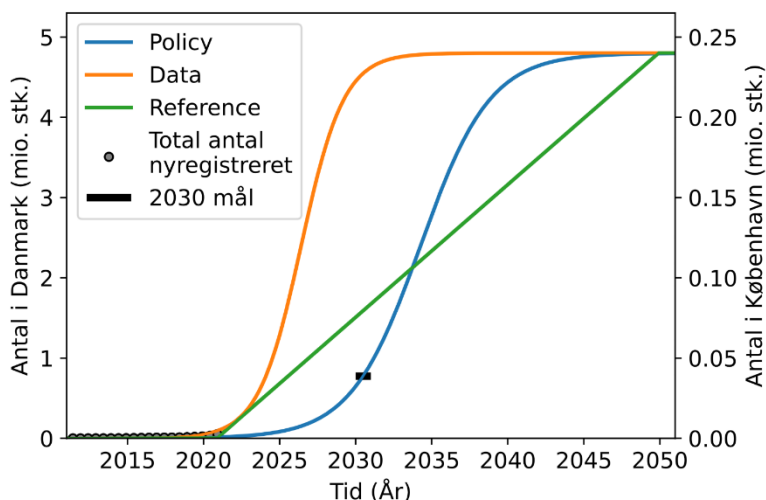
Scenariet Reference er en lineær fremskrivning mellem det observerede data og det forventede antal elbiler i 2050. Reference scenariet benytter dermed ikke Bass diffussionsmodellen.

Antal elbiler i Københavns Kommune frem mod 2030 og 2050

For at omregne fra den nationale fremskrivning af elbiler i Danmark til antallet af elbiler i Københavns Kommune benyttes fordelingen af privatejede biler i Danmark primo 2020 sammen med den tilsvarende bestand af privatejede biler i København.

I Danmark i dag er der cirka 2,6 mio. privatejede biler. Af dem er cirka 130.000 biler privatejet af borgere i Københavns Kommune, svarende til cirka 5% af alle privatejede biler i Danmark ^[4], ^[17].

Det antages at andelen af biler i København relativt til resten af Danmark er konstant samt at sammensætningen af nyregistrerede biler i København er identisk med resten af Danmark. Derved kan bestanden af elbiler i Københavns Kommune estimeres på baggrund af den estimerede nationale udvikling. Dette er vist i Figur 5.1 hvor venstre y-akse viser bestanden i Danmark og højre y-akse beskriver bestanden i Københavns Kommune. Tabel 5.5 viser den samme udvikling for udvalgte år.



Figur 5.1: Beregnet udvikling i elbilbestanden i Danmark og København fra 2011 og frem til 2050 ud fra de tre scenarier givet i Tabel 5.4. Grå punkter er det observerede antal hybrid- og elbiler. Kort sort streg markerer den forventede bestand på 77.500 lavemissionsbiler i 2030 ^[2].

Tabel 5.5: Elbiler i udvalgte år for de tre forskellige scenarier.

Scenarie	2021	2025	2030	2035	2040	2050
Policy	1.100	6.100	45.200	161.500	227.500	240.000
Reference	8.600	41.700	83.000	124.300	165.600	240.000
Data	9.400	98.700	230.500	239.700	240.000	240.000

Fremskrivning af antal ladepunkter

Forholdet mellem behovet for ladepunkter og det forventede antal elbiler afhænger af elbilernes energiforbrug og energiforsyningens

egenskaber, hvilket bestemmes af flere faktorer. I de følgende underafsnit gennemgås de centrale antagelser, der er gjort i analysen om energiforbrug og energiforsyning.

Energiforbruget for elbiler i København

Elbilers energiforbrug afhænger af:

1. D : Bilisternes kørselsbehov – kilometer der køres per dag
2. F : Elbilernes forbrugstal- hvor langt en elbil kører per kWh

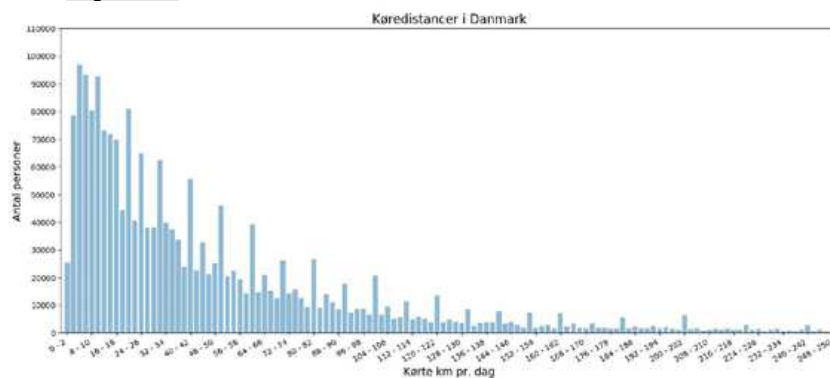
Heraf udledes det samlede energiforbrug til at være givet ved:

$$E_{\text{forbrug}} = DF$$

Det bemærkes at elbilernes batterikapacitet ikke indgår i beregningerne selvom den har betydning for behovet for at oplade.

Kørselsbehovet

Kørselsbehovet for borgere i København er undersøgt i Dansk Elbil Alliances rapport, hvor tal fra Transportvaneundersøgelserne er brugt. De finder at Københavnerne i gennemsnit kører 36,48 km per dag /1/. Fordelingen af det daglige kørselsbehov for personer i Danmark er vist i Figur 5.2.



Figur 5.2: Histogram over personers kørselsbehov i Danmark som udledt af Transportvaneundersøgelserne og som vist i Dansk Elbil Alliances rapport /1/.

Elbilers forbrugstal

Hvor mange kilometer en elbil kører per kWh vil være forskelligt for hver bilmodel og de betingelser elbilen kører under, herunder hvordan elbilen køres. Mange accelerationer, samt høje hastigheder øger blandt andet energiforbruget.

I det følgende antages et forbrugstal på 5,5 km per kWh, om end der er store udsving i forbrugstallet for forskellige elbiler /12/.

Hvordan dette tal vil ændre sig over tid, afhænger foruden den teknologiske udvikling, også af hvordan bilbestands sammensætning udvikler sig. Fx er mindre biler opgivet til at køre længere per kWh end store biler /1/. Elbilflådens sammensætning er dermed afgørende.

Elbilers batterikapacitet

Batterikapaciteten har indflydelse på hvor lang tid det tager at oplade en elbil samt hvor langt elbilen kan køre på en opladning. Med et større batteri kommer en større masse, hvilket betyder, at mindre biler typisk har tilsvarende mindre batterier og dermed en begrænset rækkevidde og kortere ladetid. Store batterier mindsker dog hvor ofte bilen skal oplades.

En anden problematik der ikke tages i betragtning her, er at batterier slides over tid, mister kapacitet og dermed skal lades oftere /18/. Dermed kan det ikke udelukkes, at elbilbestandens gennemsnitlige batterialder påvirker frekvensen af ladninger en elbil har behov for og dermed behovet for ladeinfrastruktur.

Energiforsyning til opladning af elbiler

Ladestanderens gennemsnitlige energiforsyning afhænger af følgende faktorer:

1. $f_{ladestander}^i$: relativ andel af ladestandertype i .
2. $P_{ladestander}^i$: Effekt af ladestandertype i .
3. $P_{average}$: Gennemsnitlig ladeeffekt af ladestanderne
4. μ : nyttegraden af ladestanderne per dag – i hvor høj grad ladepunktet aktivt bruges til opladning
5. δP : Elbilers ladeeffektivitet – i hvor høj grad elbiler kan modtage el fra ladepunkt

Således at:

$$P_{average} = \sum_{i=1}^n f_{ladestander}^i P_{ladestander}^i$$

og

$$E_{forsyning} = 24\mu\delta P P_{average}$$

Ladestanderes type og ladeeffekt

Hvilke typer af ladestander, der opføres i fremtiden afhænger af typen af brug samt omkostningerne. Der skelnes mellem normalladere (11-22kW), hurtigladere (50-150kW) og lynladning (150-350kW) /1/.

Hurtigladere og lynladere har væsentligt højere anlægsomkostninger end normalladere. Ifølge Dansk Elbil Alliance /1/ er anlægsomkostningerne 60-80 gange højere.

Af denne grund vil hurtigladning og lynladning, ifølge Dansk Elbil Alliance, primært blive udrullet på ladestationer, hvor elbilerne holder i kort tid.

Til beregning for scenarierne i Tabel 5.4 er antaget en fordeling udelukkende af 11kW ladepunkter. Det stemmer overens med den reviderede metode hos Dansk Elbil Alliance /20/.

Nyttegraden af ladepunkter

Jo længere tid et ladepunkt aktivt lader, jo større er dens nyttegrad. Nyttegraden er foreløbigt dårligt undersøgt. I Dansk Elbil Alliances

rapport /1/ antages en nyttegrad på 30%, der løst kan omsættes til én opladning per døgn per ladepunkt.

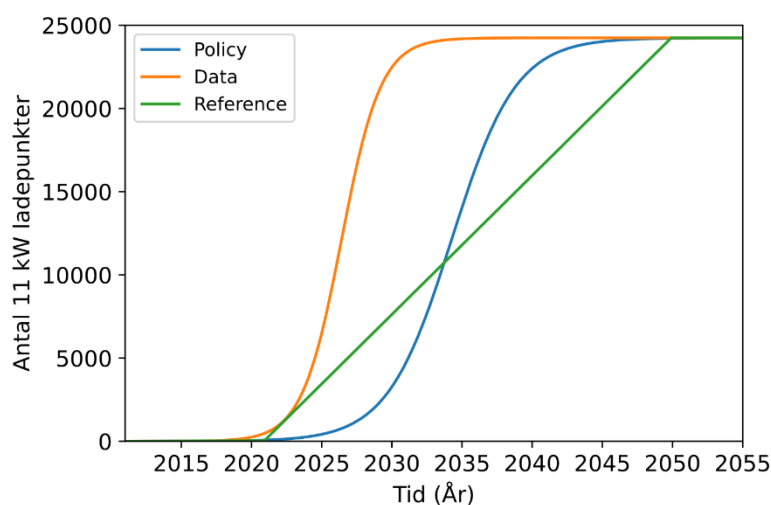
Hvis pendlere kan benytte ladepunkterne i arbejdstiden og lokale beboere kan lade i aften- og nattetimerne kan nyttegraden øges yderligere. Tidsbegrænset parkering på ladepladserne, vil ligeledes øge nyttegraden. Samme logik gælder private ladepunkter. Hvis en deleordning kan etableres således at ladepunkter i private indkørsler bliver delt mellem forskellige elbils-brugere vil det øge nyttegraden.

Elbilers ladeeffekt

Ved opladning er der en øvre grænse for hvor stor effekt den enkelte elbil under opladning kan modtage. I analysen antages, at der konsekvent er et tab på 20% ved energioverførelse fra en ladestander til en elbils batteri, så et ladepunkt på 11 kW har en effektiv effekt på 8,8kW. Denne effekt skyldes batteriets evne til at absorbere energien.

Fremskrivning af ladepunkter

De ovenstående antagelser betyder at der beregnes et behov på ét ladepunkt per 10 elbiler. Givet dette resultat og fremskrivningen af Københavns elbiler, beregnes det fremtidige behov for ladepunkter. Udviklingen for de tre scenarier er vist i Figur 5.3 og vist for specifikke år i Tabel 5.6.



Figur 5.3: Fremskrivningen i antal ladestandere der vil være behov for fra de tre scenarier i Tabel 5.4.

Figur 5.3 ligner umiddelbart Figur 5.1 for udviklingen i elbiler. Det skyldes antagelsen om at behovet for ladepunkter følger udviklingen i elbiler.

Bemærk, at alle tre scenarier i Figur 5.3 har samme totale behov i 2050, det skyldes at antallet af elbiler i 2050 er ens for alle scenarier.

Policy scenariet foreskriver på kort sigt den langsomste udvikling i behovet for ladepunkter og Data scenariet den hurtigste udvikling. Reference scenariet følger først udviklingen som Data scenariet frem til 2024. Herfra og frem til cirka 2033 er dets udvikling langsommere end

Data scenariet og hurtigere end Policy scenariet. Efter 2033 har Reference scenariet den langsomste udvikling af elbilbestanden.

Det er vigtigt at pointere at udviklingen lige nu er i sin tidlige fase og at elbiler ikke udgør en stor andel den samlede bilbestand. Det betyder, at fremskrivningerne i Data scenariet er usikkert og urealistisk idet den månedlige vækst i bilbestanden og det heraf afledte behov for ladepunkter i perioder fra 2024 og frem, langt overstiger det historiske niveau for antal nyregistreringer som vist i Figur 3.1 og Figur 3.2.

Tabel 5.6: Antal 11 kW ladepunkter i udvalgte år for de tre forskellige scenarier.

Scenarie	2021	2025	2030	2035	2040	2050
Policy	110	620	4.600	16.400	23.000	24.200
Reference	872	4.200	8.400	12.600	16.800	24.200
Data	952	10.000	23.300	24.200	24.200	24.200

Alle scenarierne i Figur 5.3 og Tabel 5.6 estimerer et større behov for ladepunkter i 2030 sammenlignet med resultaterne fra Dansk Elbil Alliances rapport /1/. Det skyldes først og fremmest at Dansk Elbil Alliance i daværende rapport tog udgangspunkt i 22kW ladepunkter hvor der her er antaget 11 kW ladepunkter. Dansk Elbil Alliance har senere revideret metoden og antager nu 11kW ladestander /20/. Dansk Elbil Alliance har desuden korrigeret antallet af ladepunkter med den estimeret andel af boliger med privat indkørsel og estimerer dermed behovet på offentligt tilgængeligt areal, hvor denne analyse estimerer det samlede behov på offentlig og privat grund.

Fra antal elbiler, Figur 5.1, og antal ladepunkter, Figur 5.3, kan antallet af elbiler per ladepunkt beregnes. For alle tre scenarier er dette 10 elbiler per ladepunkt igennem det meste af perioden med undtagelse af de tidlige år hvor der er få elbiler. Til sammenligning med Tabel 4.1 er 10 biler per ladepunkt mere end mange bydele har nu. Antal elbiler per ladestander kan justeres ved at ændre i parametrene for energiforbruget og energiforsyningen. Fx hvis effekten af ladestander øges, tager det kortere tid at lade en bil op. Dermed kan et ladepunkt servicere flere elbiler og antallet af elbiler pr ladepunkt vokser. Hvis energiforbruget øges uden at ladeeffekten ændres, reduceres antallet af elbiler per ladepunkt derimod da elbilerne vil skulle lade oftere.

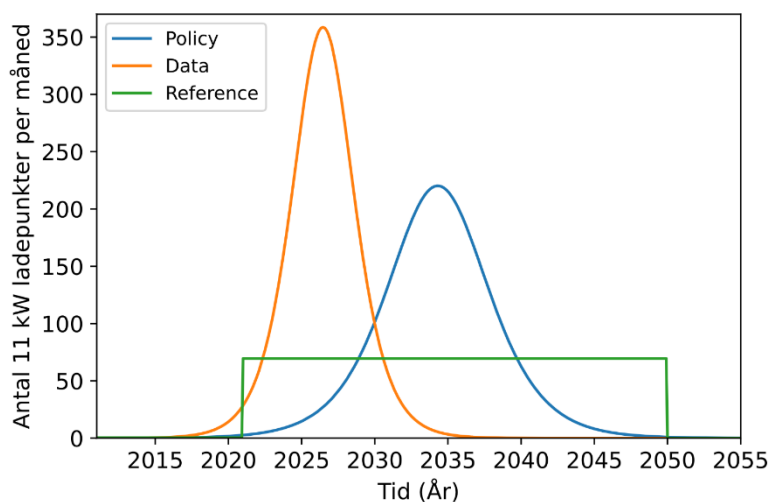
Månedligt etableringsbehov for ladepunkter

Det månedlige etableringsbehov for ladepunkter kan udledes ud fra det samlede behov præsenteret i Figur 5.3. Det månedlige etableringsbehov er vist i Figur 5.4 og beskriver hvor mange nye ladepunkter, der skal bygges om måneden for at indfri det samlede behov for ladepunkter.

Elbilflådens hurtige vækst i Data og Policy scenariet fører til en midlertidig periode med stor anlægsaktivitet af ladepunkter. Reference scenariet estimerer indledningsvis den største anlægsaktivitet, men allerede fra cirka 2027 er den det scenarie med den laveste udrulningsfrekvens. Bemærk dog af Figur 5.3, at Reference scenariet servicerer en bilbestand der vokser hurtigere end Policy scenariet frem til cirka 2033, hvor de to linjer skærer hinanden. Dvs. den indledningsvis relativt

høje men jævne udrulning af ladepunkter modvirker en pludselig acceleration af elbilbestanden. Fra 2035 vil Reference scenariet dog potentielt undervurdere behovet ladepunkter i forhold til de to andre scenarier.

Som det blev fremhævet ovenfor, vurderes Data scenariet at overvurdere udviklingen på kort sigt, idet den fremskriver en udvikling fra et meget spinkelt datagrundlag. Ud fra et forsigtighedsprincip vurderes det at Reference scenariet er den mest retvisende udvikling på kort og mellemlang sigt. Hvis dette scenarie følges på kort sigt, vil ladeinfrastrukturen sandsynligvis kunne være med til at trække udbredelsen af elbiler. Hvis det senere viser sig at elbilbestanden følger Policy scenariet vil den høje anlægsaktivitet i begyndelsen af perioden modvirke en pludselig mangel på ladeinfrastruktur når bestanden af elbiler accelerer.



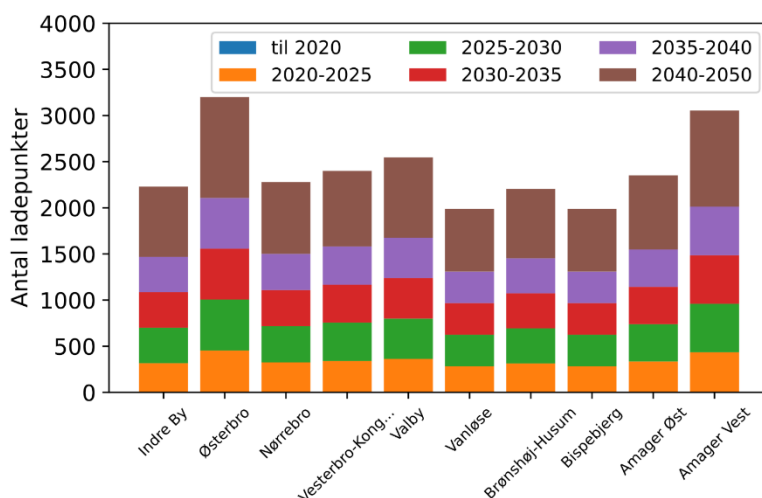
Figur 5.4: Antal 11kW ladepunkter der skal anlægges hver måned frem til 2050 for de tre scenarier for at følge scenariets estimeret bilbestand.

Udrulning på bydelsniveau

Behovet for ladepunkter vil være ujævnt geografisk fordelt. Følgende afsnit illustrerer en simpel fremskrivning af den nuværende geografiske fordeling af elbiler i København.

I afsnittet antages det at:

- Det nødvendige antal ladepunkter følger scenariet Reference.
- Fordelingen af ladepunkter er identisk med fordelingen af private bilejerskaber i 2020, Tabel 3.1, og er konstant over tid.



Figur 5.5: Udrulningen på bydelsniveau af antal ladepunkter i 5 års perioder fra 2020 til 2040 og én 10års periode fra 2040 til 2050.

Metodisk findes udrulningen i tid som produktet af det totale antal ladepunkter, Figur 5.4, med fordelingsprocenten som givet i Tabel 3.1. Resultatet heraf fremgår i Figur 5.5. Der er tilføjet en farvekode, der for hver bydel viser hvor mange ladepunkter der skal etableres i 5 års perioder fra 2020 til 2040 og i 10års perioden fra 2040 til 2050.

Samlede anlægsudgifter for offentlige og private aktører

Med baggrund i Dansk Elbil Alliances rapport /1/ antages en pris på etablering og opsætning af et 11 kW ladepunkt at være 20.000 kr. Prisen inkluderer materiel, areal, gravearbejde, tilslutning og nødvendige kapacitetsudvidelse af elnettet. Dog er priserne baseret på landsplan og det må forventes at der specifikt for København kan være større udgifter forbundet med etableringen af et ladepunkt relativt til øvrige kommuner.

Det årlige udgiftsniveau er præsenteret i Tabel 5.7 og estimeres til mellem 1,4 og 2,2 mio. kroner per bydel for en 30-årige periode og en total omkostning på 484 mio. kroner for hele Københavns Kommune, hvilket svarer til ca. 16,7 mio. årligt. Der er tale om de samlede offentlige og private udgifter, hvilket er vigtigt idet nogle ladepunkter vil blive finansieret af private aktører. Der er i prisen ikke taget højde for udgifter til drift, vedligehold og fornyelse, samt evt. prisjusteringer som følge af udbud og efterspørgsel eller andre eksterne faktorer der kan påvirke prisen.

Tabel 5.7: Årlig anlægsudgift til nye ladepunkter på bydels niveau for Reference scenariet. Enheden er millioner kroner i nutidsværdi.

Bydel	Årlig anlægsudgift fra 2021-2050 (mio. kr. nutidsværdi)
Indre By	1,54
Østerbro	2,20
Nørrebro	1,57
Vesterbro-Kongens Enghave	1,65
Valby	1,75
Vanløse	1,37
Brønshøj-Husum	1,51
Bispebjerg	1,37
Amager Øst	1,62
Amager Vest	2,10

6 Afstande som mål

I dette afsnit besvares det tredje spørgsmål, der er beskrevet indledningsvis. *Hvor mange ladeparker er nødvendige, givet et politisk mål om en maksimal afstand fra dør til ladepark?* Til formålet introduceres et afstandsmål som er den afstand en borger kan forvente fra hoveddør til nærmeste ladepark. Det analyseres hvor mange ladepunkter og ladeparker, der er nødvendige for at indfri et givent afstandsmål.

Delanalysen adskiller sig fra den ovenstående analyse ved ikke at bygge på fremskrivninger af elbilflåden. Delanalysen besvarer derfor ikke om et givent afstandsmål indfrier den fremtidige elbilflådes behov for ladeinfrastruktur.

Delanalysens konklusioner er at:

- Et afstandsmål på 250m fra hoveddør til nærmeste ladepark vil kræve 585 ladeparker i København mens et mere ambitiøst afstandsmål på 125m vil kræve 1.970 ladeparker.
- Der skal bygges 585 ladeparker med 7 ladepunkter hvis der skal være ladepunkter nok til det forventede antal elbiler i 2025 (Reference scenariet) og et mål om maksimum 250m til nærmeste ladepark samtidig skal indfris.
- Den nuværende gennemsnitsafstand varierer mellem bydele. Borgere på Nørrebro skal i gennemsnit gå 280m til nærmeste ladepark hvorimod borgere i Brønshøj-Husum skal gå 1.548m til nærmeste offentligt tilgængelige ladepark.
- Hvis afstandsmålsætningen kun gælder beboere i etageejendomme, reduceres antallet af ladepunkter med ca. 30%.

Antal ladeparker givet et afstandsmål

For at bestemme hvor mange ladeparker der kræves for at opfylde et specifikt afstandsmål, placeres ladeparkerne jævnt ud over Københavns Kommunes areal. Herefter beregnes den gennemsnitlige afstand til hver ladepark. Resultatet er vist i Tabel 6.1.

Tabel 6.1: Overblik over gennemsnitlig afstand fra hoveddør til ladepark og antal ladeparker

Afstand (meter)	500	400	300	250	200	150	125	100
Ladeparker (stk)	170	221	399	585	968	1341	1970	6486

Det fremgår af Tabel 6.1 at antallet af ladeparker vokser som afstanden mindskes. Hvis man ønsker et mål om at københavnernes skal have 200m til deres nærmeste ladepark, skal der placeres 968 ladeparker i byen. Hvis københavnernes kun skal have 125m til nærmeste ladepark, skal der være 1.970 ladeparker. Tabel 6.1 fortæller ikke hvor mange biler der kan oplades ved hver ladepark, altså antal ladepunkter per ladepark. Det kan ud fra et afstandsmål isoleret set, derfor ikke bestemmes hvor mange elbiler der kan lade samtidig.

Antal ladepunkter per ladepark

Antallet af ladeparker er i sig selv et ufuldstændigt mål for hvordan ladeinfrastrukturen i København skal fordeles. Ved at udvide Tabel 6.1 med information om antal ladepunkter per ladepark, kobles afstand til ladepark med den samlede ladekapacitet i København. Resultatet af dette ses i Tabel 6.2, hvor antallet af ladepunkter per ladepark varierer mellem 1 og 10.

Tabel 6.2: Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per ladepark.

		Afstand (meter)							
		500	400	300	250	200	150	125	100
Ladepunkter per ladepark	Ladeparker (stk)	170	221	399	585	968	1341	1970	6486
	1	170	221	399	585	968	1341	1970	6486
	2	340	442	798	1170	1936	2682	3940	12972
	3	510	663	1197	1755	2904	4023	5910	19458
	4	680	884	1596	2340	3872	5364	7880	25944
	5	850	1105	1995	2925	4840	6705	9850	32430
	6	1020	1326	2394	3510	5808	8046	11820	38916
	7	1190	1547	2793	4095	6776	9387	13790	45402
	8	1360	1768	3192	4680	7744	10728	15760	51888
	9	1530	1989	3591	5265	8712	12069	17730	58374
	10	1700	2210	3990	5850	9680	13410	19700	64860

Tabel 6.2 læses ved fx at pege på en specifik kolonne eller afstand og herefter antal ladepunkter per ladepark. Da fortæller tabellen det totale antal ladepunkter og dermed hvor mange biler, der kan lade samtidigt.

Ud fra resultaterne fra forrige kapitel om udviklingen i antal ladepunkter fremad i tid, Figur 5.3, kan man principielt fastsætte et afstandsmål på afstand til specifikke årstal. Da fortæller Tabel 6.2 om et givet afstandsmål er tidssvarende i forhold til elbilbestanden.

Hvis man eksempelvis vil sikre at alle Københavnerne har et ladepunkt indenfor 250 meter, kan man under 250 meter afstandsmålet, Tabel 6.2, i første række aflæse at der skal placeres 585 ladeparker i hele byen. Derfra kan man ud for antal installerede ladepunkter aflæse hvor mange biler der kan oplades samtidigt. I det givne eksempel vil fem ladepunkter per ladepark give en bydækkende opladningskapacitet på 2.925 elbiler. For Reference scenariet svarer det til behovet cirka i år 2023.

Omvendt kan man finde det antal biler der forventes at skulle understøttes givet et scenarie, og så fastsætte et servicemål for afstand, der opfylder behovet. I Reference scenariet præsenteret i ovenstående delanalyse, vurderes det at der er behov for 4.200 ladepunkter i 2025. Fra Tabel 6.2 kan det aflæses at de 4.200 ladepunkter kan indfris på flere forskellige måder. Det kan være ved at bygge 1.970 ladeparker med 2 ladepunkter i hver, hvilket gør at 3.940 elbiler kan lade samtidig og at den gennemsnitlige afstand fra hoveddør til ladepark er 125m. Hvis der bygges flere ladepunkter per ladepark, kan behovet indfris med færre ladeparker. Ca. det samme antal elbiler kan fx oplade ved 585 ladeparker med 7 ladepunkter. I det tilfælde vil københavnernes dog i gennemsnit skulle gå længere fra hoveddør til ladepark, nemlig 250m.

Afstandsmål for etageejendomme

Tabel 6.3 præsenterer hvor mange ladeparker, der skal bygges for at indfri et mål om maksimalt 250m fra hoveddør til ladepark for københavnere der bor i etageejendomme¹ og derfor ikke har egen indkørsel, hvor en ladestander kan opsættes.

Det ses at der skal opføres 397 ladeparker, for at indfri et mål om 250m fra hoveddør til nærmeste ladepark for københavnere der bor i ejendomme. Det udgør lidt under 70% af de 585 ladeparker, der skal opføres for indfri et afstandsmål på maksimum 250m for alle københavnere uanset boform. Dette eksempel illustrerer hvordan antallet af ladeparker reduceres selvom afstandskravet fastholdes, hvis gruppen af borgere omfattet af målsætningen ændres.

Det er særligt interessant fordi københavnere med egen indkørsel forventes selv at kunne sætte ladepunkt op. Et meget groft estimat tilsiger derfor at 30% af københavnernes kan opsætte deres eget ladepunkt, men at de resterende 70% vil skulle benytte offentligt tilgængelige ladepunkter ved deres bopæl.

¹ Etageejendomme er i dette tilfælde defineret som ejendomme med minimum 3 boliger. For alternative definitioner, se Tabel B10 i bilag 2.

Tabel 6.3: Ladepunkter ved 250m afstandskrav for beboede etageejendomme.

		Beboede etageejendomme
	Ladeparker (stk)	397
Ladepunkter per ladepark	1	397
	2	794
	3	1191
	4	1588
	5	1985
	6	2382
	7	2779
	8	3176
	9	3573
	10	3970

Afstandsmålet for den eksisterende ladeinfrastruktur i København

Per januar 2021 er der installeret 831 ladepunkter i København hvor størstedelen er koncentreret i Indre By og på brokvartererne, se kapitel 4. Ud fra den eksisterende infrastruktur kan størrelsen af de enkelte ladeparker bestemmes i forhold til antal ladepunkter. Størrelsen på ladeparker bestemmes ved at finde gennemsnitsafstanden fra en ladestander til en anden, for hele byen. Denne afstand bruges til at gruppere nærliggende ladestander i sammenhængende ladeparker².

Resultatet heraf vises i Tabel 6.4 for hver bydel. Det ses at afstanden til en ladepark er kortest på Nørrebro og længst i Vanløse. Generelt findes de korteste afstande i Indre By og på Brokvartererne, hvor der også er installeret flest ladepunkter.

I gennemsnit er der ca. 750 meter til en ladepark i København. På bydelsniveau, står det dog klart at den ujævne fordeling af ladeparker på tværs af byen, skævvrider dette tal. Det betyder at der er store forskelle på adgangsmuligheder til ladeparker bydelene imellem.

² Dette gøres ved at bruge en DBSCAN clusteralgoritme /14/. Ud fra midtpunktet af hver ladepark bestemmes den gennemsnitlige afstand fra en dør til en ladepark. Dette gøres med algoritmen *Contration Hierarchies* /15/ der for samtlige adresser finder den nærmeste ladepark og samtidig beregner afstanden.

Tabel 6.4: Gennemsnitsafstand, samlet antal ladepunkter, ladestandere og ladeparker og ladepunkter per ladepark for hver bydel i København.

	Ladepunkter	Ladestandere	Ladeparker	Gennemsnitsafstand (meter)	Ladepunkter per ladepark
Indre By	275	137	41	361	5,1
Østerbro	150	75	23	442	5
Nørrebro	112	56	21	280	4,9
Vesterbro-Kongens Enghave	109	54	18	540	5,5
Valby	44	22	8	723	5,5
Vanløse	4	2	1	1227	4
Brønshøj-Husum	4	2	1	1548	4
Bispebjerg	14	7	3	958	4,7
Amager Øst	63	31	11	637	5,7
Amager Vest	56	28	10	855	4,7

Som eksempel kan ses på Indre By der har 275 ladepunkter, fordelt på 137 ladestandere, som er fordelt på 41 ladeparker. Beboerne i Indre By har en gennemsnitlig afstand på 361 meter og en kapacitet til at lade 275 elbiler samtidigt. I gennemsnit har en ladepark 5 ladepunkter. Det er således muligt at regne fra den eksisterende infrastruktur tilbage til samme enheder som præsenteret i afsnit 6.2. Sammenstilles resultatet i Tabel 6.4, med behovet for ladepunkter som estimeret i 5.5, for Reference scenariet kan det læses at alle 10 bydele senest fra 2025 mangler ladepunkter forudsat Reference scenariet er realistisk.

7 Diskussion og anbefalinger

I afsnittet opsamles analysen og perspektiveres ind i en række anbefalinger til handlingsplanen.

Diskussion af antagelser og metode

Analysen er foretaget på et tidligt stadie i udbredelsen af elbiler og der er derfor betydelig usikkerhed vedrørende flere af analysens parametre og antagelser. Disse usikkerheder undersøges ikke i en udførlig følsomhedsanalyse, der ellers ville belyse betydningen af parametrene og dermed bidrage til at kvalitetssikre resultaterne i analysen.

En følsomhedsanalyse kan eksempelvis være at ændre den gennemsnitlige ladeeffekt ved at antage at der anvendes hurtigladere. Det kan også tænkes, at bilbestanden ændrer sig til overordnet færre biler. Endeligt kan inddrages fremskrivninger for bilernes teknologi, hvordan den

gennemsnitlige ladeeffekt ændrer sig, eller hvordan bilejerskabet imellem bydelene ventes at ændre sig.

Nogle af de antagelser, der er særligt vigtige for analysens resultater og hvor der er et spinkelt vidensgrundlag er: betydningen af pendling og bilturisme, fordelingen af ladeparker mellem offentlig og privat grund, viden om teknologiske parametre og den teknologiske udvikling.

Pendling og bilturisme

Nogle bilejere bosat udenfor København kan forventes jævnlige at lade deres elbil i København eller kunne udgøre en spidsbelastning i perioder hen over året. Her er der særligt tale om pendlere og bilturister. Det er på nuværende tidspunkt uvist hvordan disse bilister vil påvirke behovet for ladeinfrastruktur.

Pendlere der lader i dagtimerne fra 8 til 16 vil kunne udnytte ladestandere, der benyttes af lokale i aften- og nattetimerne. Dermed vil pendlere ikke nødvendigvis udgøre et ekstra behov for ladeinfrastruktur men kunne øge brugen af eksisterende ladepunkter og dermed nyttegraden. Det er også muligt at pendlernes kørselsbehov er forholdsvis lille, så de ikke behøver at lade imens de er inde i Københavns Kommune. Modsat kan pendlere og bilturister føre til en spidsbelastning visse steder i byen, eksempelvis i nærheden af turistattraktioner og i kvarterer med meget erhverv. Dette spørgsmål bør afsøges yderligere i de kommende år.

Arealtype

Fordelingen af ladestandere mellem offentlige og private arealer er helt central for Københavns Kommunes plan for udrulning af ladeinfrastruktur idet flere ladestandere vil kunne opstilles på privat grund. Private aktører, der opfører ladestandere kan være husstande med egen parkeringsplads, arbejdspladser, indkøbscentre, turistattraktioner etc. Indeværende analysen beskriver det samlede behov for ladepunkter og altså ikke kun det antal ladepunkter der skal stå på offentlige arealer.

Dette forbehold har betydning for fordelingen af ladepunkter mellem bydelene idet antallet af husstande med egen parkeringsplads varierer mellem bydelene. Et groft estimat fra afsnit 6, indikerer at 70% af københavnernes bor i etageejendomme og at 30% af ladeparker dermed kan opsættes på privat grund.

Elbilers energiforbrug og energiforsyning

Hvor meget energi elbiler omsætter afhænger af flere faktorer diskuteret i afsnit på s. 15. Foreløbigt er anvendt gennemsnitsvurderinger, men det er oplagt at anvende fordelingsfunktioner for kørselsbehov og bilbestandens sammensætning i forhold til antal km per kWh. I tillæg hertil er det vigtigt at opdatere beregningerne med udviklingen i teknologien. Det gælder forbrugstallet, batterikapaciteten og bilernes ladeevne.

Endeligt er der faktorer som er helt ukendte på nuværende tidspunkt. Det drejer sig om energiforbruget i løbet af året. Hvis ikke batteriet i sig selv påvirkes af klimaet, så kan brugeren af bilen trække mere eller mindre energi ud af bilen afhængig af vejret som må forventes at korrelere

med året. Dermed kan der fx være forskel i antal opladninger per døgn hen over året.

Et andet vigtigt perspektiv er nyttegraden af de enkelte ladepunkter. Jo flere timer et ladepunkt aktivt oplader et bilbatteri, jo højere nyttegrad og desto bedre kapacitetsudnyttelse er der. Ved at optimere nyttegraden og kapacitetsudnyttelsen kan opnås reduktion i antallet af nødvendige ladepunkter. Men tilgængeligheden af data om brugen af de enkelte ladepunkter er utilstrækkeligt undersøgt. Det er derfor nødvendigt at undersøge muligheden for at tilvejebringe informationer fra ladeoperatørerne om aktiviteten af ladestanderne; hvor meget energi de afgiver, og hvor længe elbiler parkerer ved dem uden at lade. Dermed bliver det nemmere at tilpasse antallet af ladeparker og ladepunkter der tillader en øget kapacitetsudnyttelse.

En anden vigtig parameter der kan fortælle om hvor tilstrækkelig den eksisterende og projekterede ladeinfrastruktur er, er antal elbiler per ladestander. For mange elbiler per ladestander betyder at et ladepunkt mest sandsynligt er optaget meget af tiden. I analysen bruges 10 elbiler per ladepunkt, hvilket beregnes ud fra antagelser om ladetyper, nyttegrad af ladepunkter mm. Tallet er behæftet med betydelige usikkerheder og bør opdateres som der kommer mere viden på området. Det vurderes dog at 10 elbiler per ladepunkt er et retvisende estimat.

Monitorering af udviklingen

Scenarie-fremskrivningerne i afsnit 5 er behæftet med stor usikkerhed hvad angår udviklingen i antal elbiler. Det vurderes at scenarierne Data og Reference mest sandsynligt overvurderer behovet på kort sigt og Policy scenariet mest sandsynligt undervurderer behovet på kort sigt.

Det anbefales det at der laves en løbende monitorering af den faktiske elbilbestand med udgangspunkt i opdateringer af tal for antal nyregistreringer. Monitoreringen sammenlignes med de tre scenarier præsenteret her. Dette sikrer at opførslen af ladepunkter i København er på et passende niveau, der sikrer nok ladeinfrastruktur til elbilbrugerne, men ikke bliver unødigt dyr.

Det anbefales at opførslen af ladeinfrastrukturen i første omgang følger Reference scenariet. Da det forventes at denne overvurderer behovet på kort sigt og undervurderer på lang sigt, vil en monitorering sikre at opførslen af ladestanderne ikke pludseligt bliver overhalet af virkeligheden. En monitorering af antallet af elbiler vil sikre at opførelsen af ny ladeinfrastruktur eskaleres, når stigningen i antallet af elbiler eskaleres. Som led i monitoreringen kan scenarieberegningerne opdateres for at sikre brugen af det opdaterede og forbedrede datagrundlag.

Monitoreringens endelige form bør fastsættes gennem dialog mellem relevante enheder i Teknik- og Miljøforvaltningen.

Det ventes at monitoreringen er systematisk og får en data-pipeline der trækker og kvalitetssikrer relevante data til håndtering af fremskrivninger og beregninger, samt visualisering af data. På den måde bliver mange af den nedenstående anbefalinger muligt at formulere som såkaldte "Key Performance Indicators" (KPI'er) der beskriver og følger udviklingen. I tillæg fås et transparent og konsistent informationsflow der

er let at opdatere, relativt til mere deskriptive ad-hoc evalueringer. Endeligt, er KPI'erne simple at forstå og dermed lette at bruge i kommunikationen fra kommunen til borgerne.

Det anbefales således at der fremover laves en monitorering af udviklingen i:

- Bilparkens sammensætning
- Kørselsbehov for københavnere og pendlere til København
- Forbrugstal for elbiler (km per kWh)
- Teknologisk udvikling for elbiler
- Antal elbiler per ladestander
- Elbilers opladning, hvilket kan gøres i dialog med ladeoperatører og evt. ved at inddrage dataindsamling som kravspecifikation i udbud.

Formulering af servicemål

Resultaterne fra afsnit 6 om afstandsmål til ladeparker kan bruges til at understøtte beslutninger for den fremtidige udrulning af ladeinfrastruktur.

Udover de bydækkende tal kan man bruge lignende tabeller på bydelsniveau, hvilket er præsenteret i bilag 2. Særligt når man tager hensyn til den meget forskelligartede fordeling af ladeinfrastruktur der findes nu, kan det give mening at igangsætte placeringen af ladeparker forskelligt for hver bydel.

Det anbefales at servicemål for ladeinfrastruktur ikke formuleres alene på baggrund af afstandsmål. Afstanden til en ladepark siger intet om ladeparkens størrelse. Inkluderes et mål for antal ladepunkter per ladepark, er målet mere retvisende. Hvis et mål for afstand og ladepunkter per ladepark kombineres med et servicemål for antal elbiler per ladepunkt, er der mulighed for klart at definere servicemål der tillader differentieret udrulning på bydelsniveau og samlet for byen. Fx er det lettere at forstå at afstandsmålet er større i en bydel hvis blot antallet af elbiler per ladepunkt er det samme. Det giver et differentieret men ligeværdigt serviceniveau på begge bydele. Endeligt kan der lettere tages højde for at udviklingen i hver bydel vil være forskellig og have forskellige behov.

Endeligt bør det overvejes at supplere afstand og antal ladepunkter per ladepark med ladeparkens gennemsnitlige ladeeffekt per ladestander og gennemsnitlige ventetid ved ladestanderne. Det skyldes, at det har indvirkning på antallet af biler per ladestander der kan siges at tilfredsstille behovet. Høj ladeeffekt medfører højt antal biler pr ladestander.

8 Konklusion

I analysen arbejdes der med tre spørgsmål:

1. Hvor mange ladepunkter er der behov for i Københavns Kommune frem mod 2050?
2. Hvordan fordeler behovet for ladepunkterne sig på Københavns bydele?
3. Hvor mange ladeparker er nødvendige, givet et politisk mål om en maksimal afstand fra dør til ladepark?

Elbilbestanden er fortsat på et tidligt stadie og udgør foreløbigt en lille andel af bilbestanden. Derfor er det svært at fremskrive udviklingen med præcision. På trods af usikkerhederne konkluderer analysen at elbilbestanden i København vil stige frem mod 2050 og at det vil hæve behovet for ladepunkter. I analysen beregnes det at der er behov for en 11 kw ladestander per 10 elbiler. Det giver et behov for mellem 620 og 10.000 ladepunkter i 2025, hvor 4.200 ladepunkter er estimeret fra Reference scenariet, der vurderes at være det bedste bud. I Reference scenariet vokser behovet til 12.600 ladepunkter i 2035. I 2050 vil der være behov for 24.200 ladepunkter. Der er opført flest ladepunkter i Indre By og brokvartererne, men der skal opføres ladepunkter i alle bydele, hvis det skal kunne understøtte behovet.

Analysens afsnit om afstandsmål viser at behovet for ladeparker stiger, dets mindre et afstandsmål der fastsættes. Hvis det bliver besluttet at københavnernes i gennemsnit skal have 250m fra hoveddør til nærmeste ladepark vil det fx kræve 585 ladeparker, hvor et mere ambitiøst afstandsmål på 125m vil kræve 1.970 ladeparker. Antallet af ladeparker, bestemmer ikke hvor mange elbiler, der kan lade samtidig idet det afhænger af antal ladepunkter per ladepark. Et afstandsmål er derfor utilstrækkeligt som servicemål og bør kombineres med eksempelvis gennemsnitlig ladepunkt per ladepark eller antallet af elbiler per ladepunkt.

Til slut i analysen, er der identificeret og diskuteret en række usikkerheder og anbefalinger der kan inddrages i det videre arbejde.

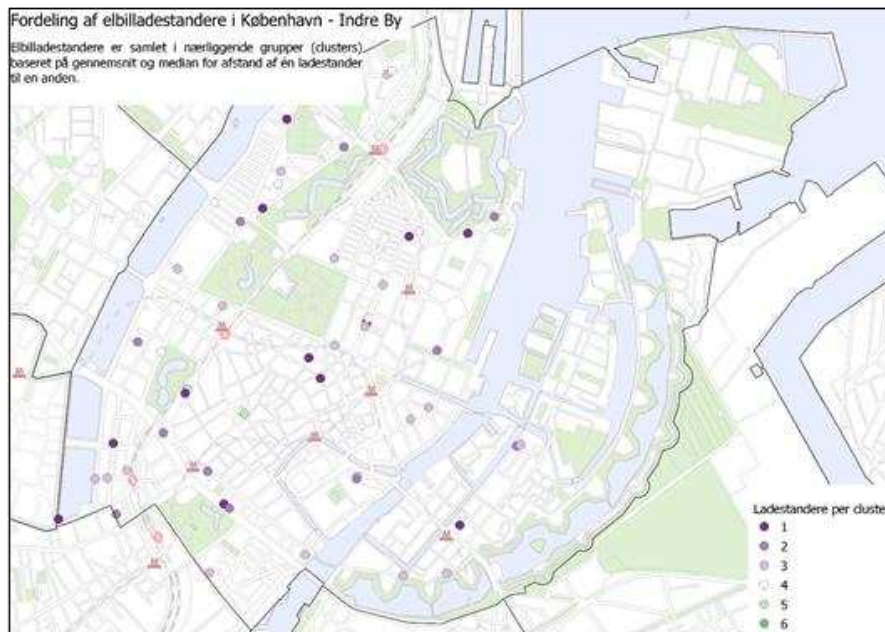
9 Referencer

- /1/ Rapport, "Sådan skaber Danmark grøn infrastruktur til én million elbiler", Dansk Elbil Alliance og DTU, 2019.
- /2/ Politisk aftaletekst om "Grøn omstilling vejtransporten", <https://www.skm.dk/media/7753/aftaletekst-aftale-om-groen-omstilling-af-vejtransporten.pdf>, 4. december 2020, besøgt februar 2021.
- /3/ Tabel BIL51, Statistikbanken fra Danmarks Statistik, <https://www.statistikbanken.dk/10091>, besøgt januar 2021.
- /4/ Københavns Kommunes eget dataudtræk fra det centrale motorregistre og CPR. Tallene dækker private personbiler til privat personbefordring efter år, bydel og drivmiddel. Det er bestanden primo året.
- /5/ Artikel: "A new product growth for model consumer durables" af Frank M. Bass, udgivet i Management Science, Vol. 15, No. 5, januar 1969.
- /6/ Artikel: "The choice of Bass model coefficients to forecast diffusion for innovative products: An empirical investigation for new automotive technologies" af Jérôme Massiani og Andreas Gohs, udgivet i Research in Transportation Economics Vol. 50, 2015.
- /7/ Bog: "An introduction to error analysis" af John R. Taylor, 2nd edition 1997.
- /8/ Metodepapir: "Data analysis recipes: Fitting a model to data", David W. Hogg, Jo Bovy, Dustin Lang, 2010: <https://arxiv.org/abs/1008.4686>, besøgt januar 2021.
- /9/ European Alternative Fuels Observatory (2017): The transition to a Zero Emission Vehicles fleet for cars in the EU by 2050, <http://www.eafo.eu/sites/default/files/The%20transition%20to%20a%20ZEV%20fleet%20for%20cars%20in%20the>

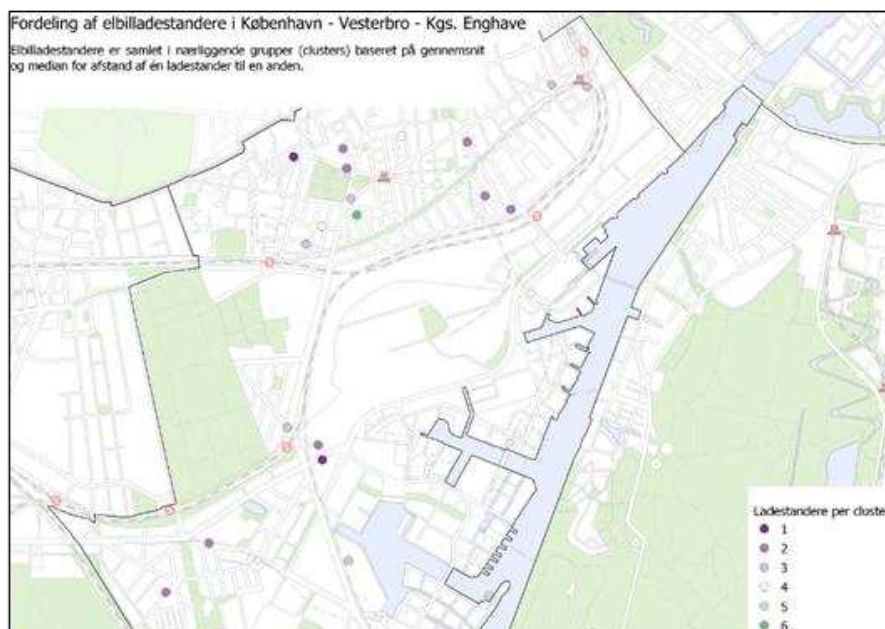
- [%20EU%20by%202050%20EAF0%20study%20November%202017.pdf](#), besøgt februar 2021.
- /10/ Rapport, Forudsætninger for LTM vers. 2.0, September 2019, <https://www.vejdirektoratet.dk/segment/publikationer>, besøgt Februar 2021.
- /11/ Tillægsmateriale til rapporten, Energistyrelsens Basisfremskrivning 2020, <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisfremskrivninger>, ENS bf20_transport_detaljeret besøgt februar 2021.
- /12/ Rapport, Elbiler – en vej til grønnere transport, Det Økologiske Råd 2014, <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Transport/ens062.pdf>, besøgt februar 2021.
- /13/ Rapport, Kommissionen for den grønne omstilling af personbiler del 1, september 2020, <https://fm.dk/udgivelse/2020/september/delrapport-1-veje-til-groen-bilbeskatning/>, besøgt februar 2021.
- /14/ Dokumentation for DBSCAN algoritme
- a. https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html#dbscan-clustering
- /15/ Hjemmeside og dokumentation for anvendt rutefindingsalgoritme
- a. <http://project-osrm.org/docs/v5.23.0/api/#requests>
- /16/ Hjemmeside for DTUs Transportvaneundersøgelsen, <https://www.cta.man.dtu.dk/transportvaneundersogelsen>, besøgt marts 2021.
- /17/ Tabel BIL10 på Statistikbanken fra Danmarks Statistiks hjemmeside, <https://www.statistikbanken.dk/BIL10>, besøgt januar 2021.
- /18/ Artikel fra finans.dk, <https://finans.dk/erhverv/ECE12841909/fdm-garantier-paa-elektriske-biler-har-tvivlsom-dækning/?ctxref=ext>, besøgt marts 2021.
- /19/ Rapport, Kommissionen for den grønne omstilling af personbiler del 2, februar 2021, <https://fm.dk/nyheder/nyhedsarkiv/2021/februar/kommissionen-for-groen-omstilling-af-personbiler-offentliggør-sin-anden-delrapport-veje-til-en-veludbygget-ladeinfrastruktur/>, besøgt marts 2021.
- /20/ Mailkorrespondance mellem Analyseenheden i TMF og Dansk Elbil Alliance, d. 20-04-2021.

10 Bilag

1. Placeringen af ladeparker i Indre By og brokvarterer



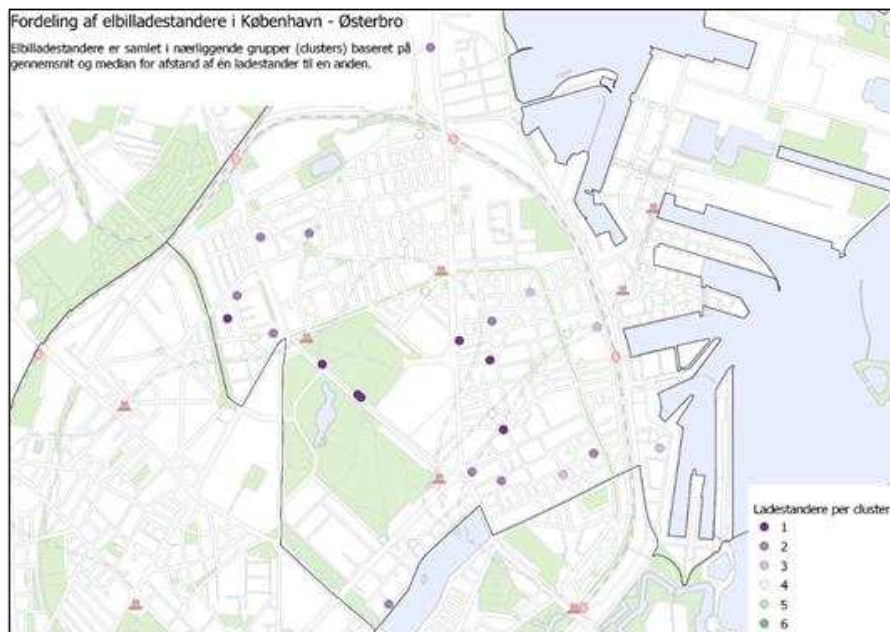
Figur B1: Kort over Indre By



Figur B2: Kort over Vesterbro og Kongens Enghave

•

Figur B3: Kort over Nørrebro



Figur B4: Kort over Østerbro

2. Servicemål på gennemsnits afstand og ladepunkter for hver bydel

Tabel B1 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per ladepark

Nørrebro								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	7	10	18	26	43	59	87	285
2	15	19	35	51	85	118	173	570
3	22	29	53	77	128	177	260	855
4	30	39	70	103	170	236	346	1140
5	37	49	88	129	213	295	433	1425
6	45	58	105	154	255	354	520	1710
7	52	68	123	180	298	413	606	1995
8	60	78	140	206	340	472	693	2281
9	67	87	158	231	383	530	779	2566
10	75	97	175	257	425	589	866	2851

Tabel B2 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per ladepark

Vesterbro								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	15	20	36	53	88	121	178	587
2	31	40	72	106	175	243	356	1173
3	46	60	108	159	263	364	535	1760

4	62	80	144	212	350	485	713	2346
5	77	100	180	265	438	606	891	2933
6	92	120	217	317	525	728	1069	3520
7	108	140	253	370	613	849	1247	4106
8	123	160	289	423	700	970	1425	4693
9	138	180	325	476	788	1092	1604	5279
10	154	200	361	529	875	1213	1782	5866

Tabel B3 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per lade-park

Indre By								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	19	25	44	65	107	149	219	720
2	38	49	89	130	215	298	437	1440
3	57	74	133	195	322	447	656	2160
4	75	98	177	260	430	595	875	2880
5	94	123	221	325	537	744	1093	3599
6	113	147	266	390	645	893	1312	4319
7	132	172	310	455	752	1042	1531	5039
8	151	196	354	519	860	1191	1749	5759
9	170	221	399	584	967	1340	1968	6479
10	189	245	443	649	1074	1488	2186	7199

Tabel B4 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per lade-park

Østerbro								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	18	23	42	62	102	141	207	683
2	36	47	84	123	204	282	415	1365
3	54	70	126	185	306	423	622	2048
4	72	93	168	246	408	565	829	2731
5	89	116	210	308	509	706	1037	3413
6	107	140	252	369	611	847	1244	4096
7	125	163	294	431	713	988	1451	4779
8	143	186	336	493	815	1129	1659	5461
9	161	209	378	554	917	1270	1866	6144
10	179	233	420	616	1019	1411	2074	6827

Tabel B5 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per lade-park

Brønshøj

Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	16	21	37	55	91	125	184	607
2	32	41	75	109	181	251	368	1213
3	48	62	112	164	272	376	553	1820
4	64	83	149	219	362	502	737	2426
5	79	103	187	274	453	627	921	3033
6	95	124	224	328	543	753	1105	3640
7	111	145	261	383	634	878	1290	4246
8	127	165	299	438	724	1003	1474	4853
9	143	186	336	492	815	1129	1658	5459
10	159	207	373	547	905	1254	1842	6066

Tabel B6 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per lade-park

Bispebjerg								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	12	16	29	43	71	98	144	474
2	25	32	58	86	141	196	288	948
3	37	48	87	128	212	294	432	1422
4	50	65	117	171	283	392	576	1896
5	62	81	146	214	354	490	720	2370
6	75	97	175	257	424	588	864	2844
7	87	113	204	299	495	686	1008	3318
8	99	129	233	342	566	784	1152	3792
9	112	145	262	385	637	882	1296	4266
10	124	162	292	428	707	980	1440	4740

Tabel B7 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per lade-park

Valby								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	17	22	39	58	96	132	195	641
2	34	44	79	116	191	265	389	1282
3	50	66	118	173	287	397	584	1923
4	67	87	158	231	383	530	779	2563
5	84	109	197	289	478	662	973	3204
6	101	131	237	347	574	795	1168	3845
7	118	153	276	405	669	927	1363	4486
8	134	175	315	462	765	1060	1557	5127

9	151	197	355	520	861	1192	1752	5768
10	168	218	394	578	956	1325	1946	6408

Tabel B8 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per lade-park

Amager Øst								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	18	23	42	61	102	141	207	681
2	36	46	84	123	203	282	414	1363
3	54	70	126	184	305	423	621	2044
4	71	93	168	246	407	563	828	2725
5	89	116	210	307	508	704	1035	3406
6	107	139	251	369	610	845	1242	4088
7	125	162	293	430	712	986	1448	4769
8	143	186	335	492	813	1127	1655	5450
9	161	209	377	553	915	1268	1862	6132
10	179	232	419	614	1017	1409	2069	6813

Tabel B9 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per lade-park

Amager vest								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	35	46	83	121	201	278	408	1344
2	70	92	165	242	401	556	816	2688
3	106	137	248	364	602	834	1225	4032
4	141	183	331	485	802	1112	1633	5376
5	176	229	413	606	1003	1389	2041	6720
6	211	275	496	727	1204	1667	2449	8065
7	247	321	579	849	1404	1945	2858	9409
8	282	366	661	970	1605	2223	3266	10753
9	317	412	744	1091	1805	2501	3674	12097
10	352	458	827	1212	2006	2779	4082	13441

Tabel B10 - Sammenhæng mellem afstand og antal ladepunkter per lade-park

Vanløse								
Afstand / Antal lade- punkter	500m	400m	300m	250m	200m	150m	125m	100m
1	12	16	29	42	69	96	141	465
2	24	32	57	84	139	192	282	930
3	37	48	86	126	208	288	424	1395

4	49	63	114	168	278	384	565	1860
5	61	79	143	210	347	481	706	2325
6	73	95	172	252	416	577	847	2789
7	85	111	200	294	486	673	988	3254
8	97	127	229	335	555	769	1130	3719
9	110	143	257	377	624	865	1271	4184
10	122	158	286	419	694	961	1412	4649

Tabel B11: Ladepunkter ved 250m afstandskrav, opdelt efter antal indgange og beboelsestype.

		Adresser med min. 2 indgange	Adresser med min. 3 indgange	Beboede adresser med min. 2 indgange	Beboede adresser med min. 3 indgange
	Ladeparker (stk)	494	483	426	397
Ladepunkter per ladepark	1	494	483	426	397
	2	988	966	852	794
	3	1482	1449	1278	1191
	4	1976	1932	1704	1588
	5	2470	2415	2130	1985
	6	2964	2898	2556	2382
	7	3458	3381	2982	2779
	8	3952	3864	3408	3176
	9	4446	4347	3834	3573
	10	4940	4830	4260	3970

3. Bass Diffusionsmodel

Følgende bilag beskriver Bass diffusionsmodellen. Se desuden /5/ for yderligere beskrivelse af metoden.

Bass diffusionsmodellen beskrevet ud fra formlen,

$$f(t) = \frac{M(p+q)^2}{p} \left[\frac{e^{-(p+q)t}}{\left(\frac{q}{p}e^{-(p+q)t} + 1\right)^2} \right]$$

hvor $f(t)$ beskriver raten hvormed et nyt produkt vokser i markedet og den samlede indfrielse af markedspotentialet efter en periode T er givet som integralet over $f(t)$ fra tiden 0 til T . Se /5/ for en udledning.

Parameteren M beskriver markedspotentialet i enheder af antal styks. Køberne af produktet inddeles i to grupper benævnt innovatorer og imitatorer. I Bass diffusionsmodellen benævnes købegruupperne hhv. p for innovatorer og q for imitatorer.

Bass definerer innovatorer som den gruppe af købere der køber produktet efter ekstern kommunikation, fx fra massemedier og reklamekampagner. Gruppen af imitatorer påvirkes via intern kommunikation,

dvs. mund-til-mund. Drives adoptionen af et nyt produkt af innovatorer sker udviklingen meget hurtigt med lanceringen af produktet. Er produktet i stedet drevet af imitatorer sker udviklingen til at begynde med langsomt før den accelerer og sker meget hurtigt i en kort periode. For at bestemme parametrene M , p og q er der gjort en antagelse om størrelsen af M og til hvilket tidspunkt, som beskrevet af scenarierne vist i Tabel 5.4. For at bestemme p og q er anvendt et *Maximum Likelihood* estimat, se f.eks. kapitel 5 i /7/ og /8/.