



Notat

Orientering om kortlægning af mulige placeringer af lyn- og hurtigladestandere

Med Overførselssagen 2021-2022 (5. maj 2022) (A, B, V, O, Ø, F og Å) blev det besluttet at gennemføre en kortlægning af mulige placeringer af lyn- og hurtigladestandere i Københavns Kommune. Kortlægningen er udarbejdet af COWI. Kortlægningen konkluderer, at der i 2035 vil være behov for mellem 100 og 400 hurtig- og lynladere på offentligt tilgængelige kommunale arealer, men at der ikke vil være et behov for at inddrage offentligt tilgængelige kommunale arealer til disse før tidligst i år 2028.

Baggrund

Analysen er udarbejdet på baggrund af en omfattende markeds- og interessedialog og er vedlagt som bilag 1.

Formålet har bl.a. været at få kortlagt og identificeret:

- Nuværende udbredelse af ladeinfrastruktur, herunder lyn- og hurtigladere, i København
- Planer for opstilling af ladeinfrastruktur, herunder lyn- og hurtigladere i København
- Generelle præferencer og behov ifm. etablering af ladeinfrastruktur og udvælgelse af egnede lokaliteter til opstilling af lyn- og hurtigladere
- Erfaringer med brugen og udnyttelsen af lyn- og hurtigladere
- Behovet for normalladere i København
- Nyeste teknologjudvikling og kommende forventninger til udviklingen af ladeinfrastruktur og batterier
- Vigtige forhold ifm. et evt. kommende udbud af lyn- og hurtigladeinfrastruktur i København.

Blandt de interessenter, der har været afholdt dialog med, er både danske og udenlandske ladeoperatører inkl. benzinselskaber, producenter af ladeudstyr, personbil- og lastbilproducenter, person- og godsvognmænd, delebilselskaber, parkeringsselskaber, udviklere af innovative ladeløsninger og -systemer. Desuden har relevante branche- og interesseorganisationer været inddraget undervejs i processen, både i rollen som bidragsydere af informationer, men også i rollen som sparring på opstillede hypoteser og fortolkninger af delresultater ifm. en afholdt workshop.

01-06-2023

Sagsnummer i F2
2023 - 3154

Dokumentnummer i F2
76800

Sagsnummer i eDoc
2023-0071172

Sagsbehandler
Kasper Brenøe Isbrand

Mobilitet, Klimatilpasning og Byved-
ligehold

Islands Brygge 37
2300 København S

EAN-nummer
5798009809452

Udover ovenstående har forvaltningen sendt rapporten til kommentering hos både Transportministeriets departement og Vejdirektoratet. Dette har medført mindre justeringer.

Udover at vurdere behovet for lyn- og hurtigladere har analysen haft til formål at identificere dels offentligt tilgængelige kommunale arealer, som vil være relevante for et evt. kommende udbud, og dels eventuelt relevante teknologier, der vil kunne ændre på det fremtidige behov for lyn- og hurtigladning. Teknik- og Miljøforvaltningen bemærker, at nogle af de udpegede arealer pt. er under forandring og på sigt kan vise sig ikke at være relevante for opsætning af lyn- og hurtigladere. Det gælder fx Helga Larsens Plads, der forventes omdannet til grønt areal og legeplads med midler afsat i Overførselssagen 2021-22.

Analysen har alene vurderet private og kommercielle køretøjer. Kommunale flådekøretøjer og køretøjer i den kollektive transport er således ikke omfattet, da de typisk har begrænset brug for offentlig tilgængelig ladeinfrastruktur. Geografisk dækker analysen hele kommunen og med en tidshorisont frem til 2035.

Det bemærkes, at der i bestillingen fra Overførselssagen ikke indgår ønske om kortlægning af kapacitet for elbusser, industri og byggepladser, hvorfor dette ikke er medtaget i analysen. Det er dog væsentlige områder med potentiale for omstilling og udfordringer med opladningskapacitet. Områderne indgår i Teknik- og Miljøforvaltningens energistrategi, som ligeledes er på Teknik- og Miljøudvalgets dagsorden den 12. juni 2023.

Kortlægningen og analysens resultater

Kortlægningen konkluderer, at der i 2035 vil være behov for mellem 100 og 400 lyn- og hurtigladere på offentligt tilgængelige kommunale arealer til personbiler- og især de mindre varebiler - i København, men at der ikke vil være et behov for at inddrage offentligt tilgængelige kommunale arealer til lyn- og hurtigladere før tidligst i år 2028. Dette skyldes, at der trods en stigende efterspørgsel på strøm til elbilerne, er indberetninger om en planlagt kraftig udvidelse af lyn- og hurtigladekapaciteten, særligt på tankstationerne rundt om i København.

Det er rådgivers forståelse, at operatørerne i branchen generelt set er enige i, at lyn- og hurtigladebehovet vil kunne dækkes gennem de ladere, som forventes opstillet på tankstationer.

Analysen påpeger dog, at det muligvis vil kunne fremme konkurrencen, hvis der blev gennemført et mindre udbud af kommunale arealer til lyn- og hurtigladestander. Det skal i denne sammenhæng bemærkes, at forvaltningen er i dialog med Økonomiforvaltningen, som allerede er ved at afdække mulighederne for et mindre udbud af lynladestander på kommunale arealer fx på større parkeringsarealer ved kultur- og fritidstilbud. Det er derfor forvaltningens anbefaling, at der på nuværende tidspunkt - og indtil resultaterne af et eventuelt udbud i regi af Økonomiforvaltningen foreligger - ikke igangsættes yderligere udbud på området.

Derudover peger analysen på en række arealer, som vil være hensigtsmæssige at inddrage i et evt. kommende udbud på området. Der er tale om i alt 20 egnede lokaliteter og 11 alternative lokaliteter til lyn- og hurtig-ladere samt to lokaliteter til bus lyn- og hurtig-ladning.

Udover behovet til personbiler og de mindre varebiler er der også behov for opladning af de store varebiler (biler over 3.000 kg.), og lastbilerne hhv. turist- og langtursbusser, men beregningerne, som COWI har foretaget, viser, at behovet for at opstille lyn- og hurtig-ladere til formålet på offentlige/kommunale arealer til disse køretøjer er forholdsvis beskedent. Med den information som findes p.t., er det ikke muligt præcist at beregne hvor mange ladepladser, der er behov for (nu eller i 2035). Behovet i dag er begrænset, men det vil vokse i takt med, at der vil komme flere el-lastbiler.

Der er desuden på baggrund af en lang række kriterier baseret på input fra branchen identificeret et antal geografisk spredte, offentligt tilgængelige kommunale arealer, der potentielt vil være velegnede til etablering af hurtig- og lynladere. Det vurderes, at de udpegede lokaliteter tilsammen kan dække det identificerede behov frem mod 2035. Se kortene i bilag 2.

Anbefaling til videre proces

På baggrund af ovenstående konklusioner, er det anbefalingen, at der tidligst igangsættes et udbud af lyn- og hurtigladestandere på offentlige arealer i 2028.

Teknik- og Miljøforvaltningen forventes at blive orienteret om et udbud af lyn- og hurtigladestandere senest i ultimo 2026.

Politisk handlerum

- Teknik- og Miljøudvalget kan vælge at igangsætte et udbud tidligere end 2028.

Videre proces

Analysen konkluderer, at der ikke vil være et behov for at inddrage offentligt tilgængelige kommunale arealer til lyn- og hurtigladere før tidligst i år 2028. Forvaltningen vil på den baggrund frem imod 2028 forberede et udbud af lyn- og hurtigladestandere på offentlige arealer.

Vicedirektør
Peter Højer

05.2023
KØBENHAVNS KOMMUNE

Kortlægning af mulige placeringer af hurtig- og lynladere i København

BAGGRUNDSRAPPORT



COWI

05.2023
KØBENHAVNS KOMMUNE

Kortlægning af mulige placeringer af hurtig- og lynladere i København

BAGGRUNDSRAPPORT

PROJEKTNR.

A250486

DOKUMENTNR.

001

VERSION

4.0

UDGIVELSESDATO

09.05.2023

BESKRIVELSE

Baggrundsrapport

UDARBEJDET

THRD/OLEK/CKJN

KONTROLLERET

OLEK

GODKENDT

THRD

INDHOLD

1	Sammenfatning	7
1.1	Analysens hovedresultater	8
1.2	Anbefalinger vedrørende planlægning og udbud	9
2	Baggrund, formål og rapportstruktur	12
2.1	Rapportstruktur	13
3	Definitioner og begreber	14
4	Markeds- og interessentdialog	17
4.1	Hovedbudskaber fra markedet	17
5	Behov for DC-ladning i København	23
5.1	Skelnen imellem hurtig- og lynladere	23
5.2	Lynladning til at dække den daglige opladning	24
5.3	DC-ladere til tilrejsendes behov	30
5.4	Ladebehov for erhvervskøretøjer	31
5.5	Samlet behov for DC-ladere	36
6	Udbud af ladekapacitet i København	37
6.1	Nuværende ladeinfrastrukturudbud	37
6.2	Forventning til fremtidig privat udbygning af ladeinfrastruktur	37
6.3	Forventet behov for DC-ladeinfrastruktur på offentligt tilgængelige kommunale arealer	39
7	Egnede arealer til DC-ladeinfrastruktur	42
7.1	Metode til arealscreening	42
7.2	Datagrundlag for udpegning af arealer	44
7.3	Proces for behandling af modelresultater	45
7.4	Relevante DC-ladelokaliteter i København	46

7.5	Ladeinfrastruktur på specialparkeringspladser	52
8	Ladeinfrastrukturens og elbilernes teknologiske udvikling	56
8.1	Elbilbatterier	56
8.2	Ladestandere og ladeeffekt	57
8.3	Alternative ladeteknologier	58
8.4	Opsummering	63

1 Sammenfatning

COWI har på vegne af Københavns Kommune gennemført en analyse af det fremtidige behov for offentligt tilgængelige kommunale arealer til opstilling af offentligt tilgængelige hurtig- og lynladere (DC-ladere) samt identificeret, hvilke arealer der eventuelt vil kunne bringes i anvendelse til dette formål. Analysen skal danne udgangspunkt for fremtidige udbud af hurtig- og lynladestandere (DC-ladere) i Københavns Kommune, jf. AFI-loven.

Som led i analysen er det nuværende udbud af DC-ladere og de private aktørers konkrete planer for opstilling af denne type ladeinfrastruktur afdækket. Det er endvidere analyseret, hvilken betydning dette vil have for det samlede opladningsbehov i byen, dvs. i hvilken grad det private marked forventes at opfylde det anslåede behov i København frem mod år 2035 og i hvilken udstrækning, der er behov for arealer til opstilling af yderligere DC-ladere i København til alle typer elektriske køretøjer (personbiler, varebiler, lastbiler og busser).

Derudover er behovet for opstilling af DC-ladeinfrastruktur på eksisterende og kommende erhvervspladser, delebilspladser samt taxipladser til nulemissions-taxier vurderet.

Med analysen er det gennem en bydækkende screening undersøgt – under hensyntagen til både trafikale, byrumsmæssige og kommercielle forhold – på hvilke offentligt tilgængelige kommunale arealer (hvor Københavns Kommune er vejmyndighed samt på grunde administreret af Københavns Ejendomme og Indkøb), det er relevant at opstille DC-ladere.

Væsentlige input til analysearbejdet er indsamlet gennem inddragelse af en bred vifte af private aktører, herunder de vigtigste brancheorganisationer, ladeoperatører, producenter af køretøjer og ladeinfrastruktur samt operatører på gods-/logistik og persontransportområdet.

Endelig indbefatter analysen en undersøgelse af, om der findes innovative, markedsmodne lyn- eller hurtigopladningsløsninger, der kunne være relevante at efterspørge i et kommende udbud, herunder fx induktionsopladning til taxier.

Analysens hovedresultater opsummeres i det følgende afsnit.

1.1 Analysens hovedresultater

På baggrund af de gennemførte analyser er det vurderingen, at der i 2035 vil være behov for at installere mellem 100 og 400 DC-ladere på offentligt tilgængelige kommunale arealer til person- og varebiler i København.

Det er samtidig forventningen, baseret på informationer fra udbydere af ladeinfrastruktur, at der ikke ud fra en opgørelse af energibehovet til elbiler vil være et behov for at inddrage offentligt tilgængelige kommunale arealer til DC-ladere før tidligst i år 2028. Dette skyldes, at der trods en stigende efterspørgsel på strøm til elbilerne, er indberetninger om en planlagt kraftig udvidelse af DC-ladekapaciteten særligt på tankstationerne, men også på flere andre private arealer rundt om i København. Ydermere har Københavns Kommune allerede, under den tidligere lovgivning, givet tilladelse til opførelse af flere DC-ladere på offentlig vej og pladser, som planlægges opstillet i perioden frem til 2028.

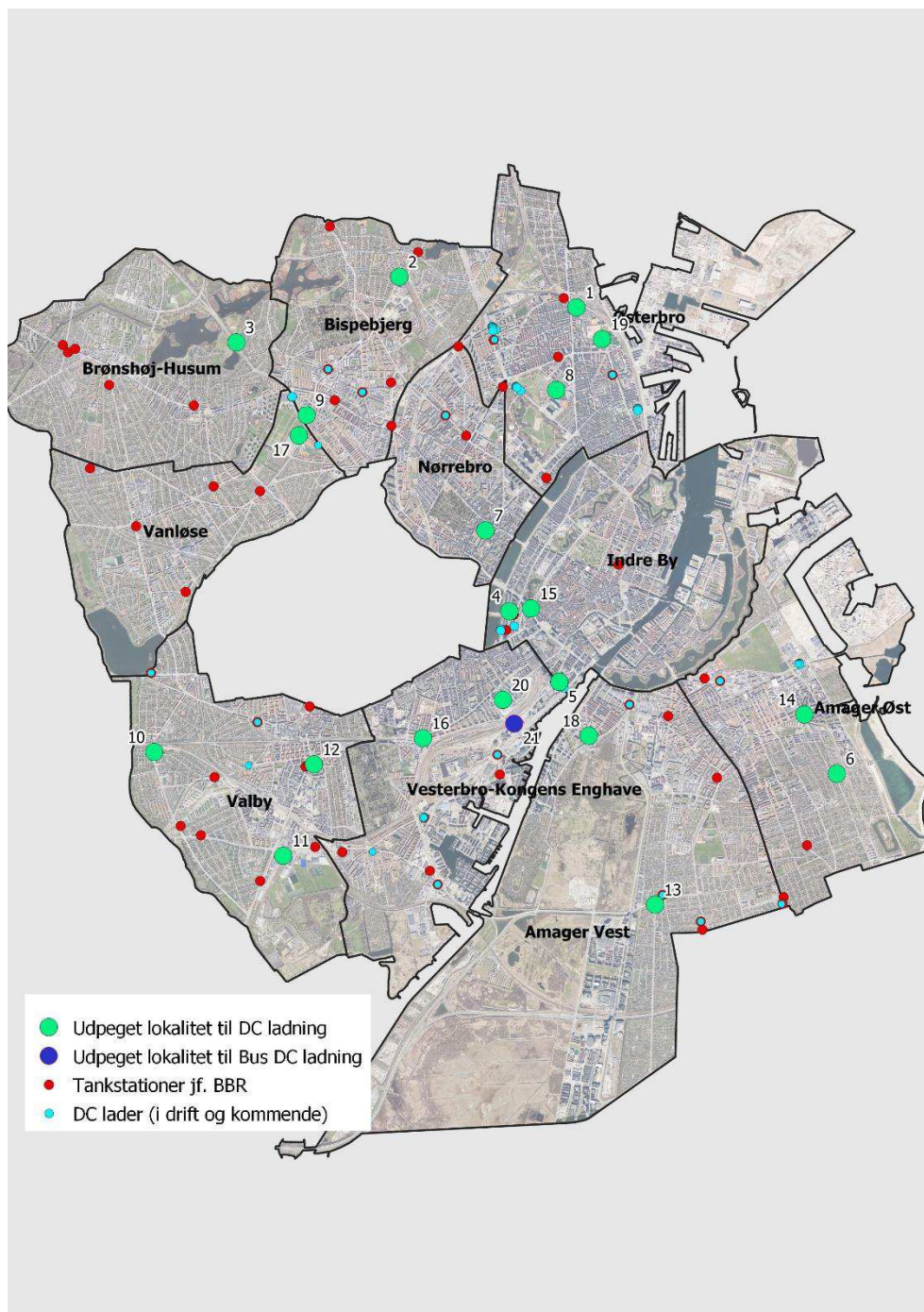
Tankstationerne og andre udbydere af ladeinfrastruktur på private arealer forventes at have en begrænset udbygningskapacitet på længere sigt, både på grund af hensyn til forsyningen af konventionelle biler, som der fortsat vil være behov for i mange år endnu, og på grund af manglende fysisk plads og adgang til ledigt areal på stationerne og ledige private arealer til opsætning af nye DC-ladestationer.

Udover behovet til personbiler og de mindre varebiler er der også behov for opladning af de store varebiler (varebiler mellem 3.000-4.250 kg.), lastbiler hhv. turist- og langtursbusser, men beregningerne som COWI har foretaget viser, at behovet for strøm til disse køretøjer er forholdsvis beskedent. Med den information som findes p.t., er det ikke muligt præcist at beregne hvor mange ladepladser, der er behov for i Københavns Kommune (nu eller i 2035). Behovet i dag er begrænset, men vil vokse i takt med, at der vil komme flere el-lastbiler. Der vil være en mindre del af disse køretøjer, der vil have behov for opladning, når de er på farten. Det kan enten ske ved ladestanderne som fremover opstilles langs statsvejenettet og ved de større byer jf. krav fra EU, som i foråret 2023 har indgået en aftale med krav til medlemslandene om at opstille ladeinfrastruktur langs hovedvejsnettet (TEN-T netværket).¹ Transportbranchen er i dag tøvende med at skifte til elkøretøjer, fordi de er usikre på det fremtidige behov for lading i løbet af dagen og adgang til ladeinfrastruktur i byerne. Usikkerheden ligger i, at de nuværende store vare- og lastbiler har begrænset rækkevidde. I de næste få år kommer der flere og flere alternativer med lang rækkevidde, så det faktiske behov, som nævnt, vil være begrænset.

Der er endvidere på baggrund af en lang række kriterier, baseret på input fra branchen, identificeret et antal geografisk spredte offentligt tilgængelige kommunale arealer, der potentielt vil være velegnede til etablering af hurtig- og lynladere. Det vurderes, at de udpegede lokaliteter tilsammen kan dække det identificerede behov frem mod 2035. De identificerede arealer er angivet på nedenstående kort.

¹ Alternative Fuel Infrastructure Regulation (AFIR-forordningen).

Figur 1: Kort over udpegede lokaliteter til opstilling af DC-ladere



1.2 Anbefalinger vedrørende planlægning og udbud

Ifm. at offentligt tilgængelige kommunale arealer evt. udbydes mhp. etablering og udbygning af DC-ladeinfrastrukturen (hurtig- og lynladere), vil der være en række forhold, som kommunen forudgående bør tage stilling til. Det gælder særligt:

- > **Udbud af AC- hhv. DC-ladere.** Et større udbud af enten AC- eller DC-ladere vil alt andet lige reducere behovet for den anden type ladere. På nogle af de udpegede arealer kan der også opsættes begge typer af ladere, hvilket dog øger arealbehovet. Det er i denne analyse forudsat, at Københavns Kommune opstiller yderligere 4.100 AC-ladere frem mod år 2025, sådan som det er politisk besluttet.

- > **Omfanget af udbud af offentligt tilgængelige kommunale arealer.** Hvor benzinselskaberne allerede i dag har mulighed for at etablere DC-ladere på tankstationsområderne, er det vanskeligere for andre typer af ladeoperatører at finde egnede lokaliteter i København. Et kommunalt udbud af arealer til opstilling af DC-ladere må forventes at influere på lademarkedet, fordi det giver bedre adgang for andre typer af ladeoperatører end dem, der i forvejen har anvendelige arealer til DC-ladestationer (som f.eks. tankstationer). Dette kan have fordele i form af bl.a. mere konkurrence på pris, teknologi og betalingsløsninger. Såfremt der udbydes flere arealer (ladekapacitet), end der reelt er efterspørgsel efter, og hvis vilkårene for arealanvendelsen ikke i tilstrækkelig grad afspejler de udbudte arealers faktiske markedsværdi, vil der til gengæld være risiko for, at operatørerne ikke kan drive en rentabel forretning.

- > **Beslutning om udbud af arealer.** Udbuddet af offentligt tilgængelige kommunale arealer til opstilling af DC-ladere bør ske på baggrund af (løbende) vurderinger af det faktiske behov. En vis overkapacitet kan være hensigtsmæssig for løbende at sikre en tilstrækkelig god forsyning af elbilerne på ladepladserne, og der bør kalkuleres med en forventelig lang etableringsperiode (grundet flaskehalse ifm. forsyning af især strøm).

- > **Udbygningsstrategi.** Det skal overvejes dels, hvornår der skal igangsættes udbygning (udbud af arealer) og dels, om det skal ske på alle de udpegede lokaliteter samtidigt eller i form af fuld udbygning af den enkelte lokalitet, før de næste lokaliteter tages i spil. Der er fordele og ulemper ved begge løsninger. En gradvis udbygning af hver placering sikrer, at flere elbilister får kort afstand til en ladeplads, men vil gøre udbygningen dyrere og svarer ikke helt til operatørernes ønske om at få samlet mange standere samme sted og dermed mindske søgetrafik. Det anbefales derfor, at den enkelte lokalitet udbygges fuldt ud, inden udbygning af de næste lokaliteter sættes i gang. Det bør dog tilstræbes, at der sker samtidig udbygning i alle bydele for at undgå større omveje for at komme til en DC-lader.

- > **Fremme af konkurrencen.** Det skal overvejes, om der skal være mulighed for opsætning af ladere fra flere operatører på de samme placeringer og dermed skabe mere konkurrence.

- > **Arealreservationer.** Det er generelt vanskeligt at finde egnede og tilstrækkeligt store arealer til at etablere ladehubs i en tæt by som København. Det bør derfor overvejes allerede nu at reservere de identificerede relevante arealer til eventuelt fremtidige udbud.

- > **Erhvervstransporten.** Særligt for erhvervstransporten, der (bortset fra taxierne) generelt ikke er lige så langt i den elektriske omstilling som personbilerne, er der på kort sigt behov for tryghed i at kunne få adgang til opladning. Der er derfor behov for, at nogle arealer i udkanten af byen udstyres med lynladere med adgang til store varebiler (over 3.000 kg.) og lastbiler. Det kan understøtte markedet for grøn erhvervstransport ved at fjerne usikkerheden omkring rækkevidde og adgang til ladning. Operatørerne peger selv på, at opladning af lastbilerne bedst foregår i erhvervsområder rundt i udkanten af byen. Derfor skal arealer i disse områder udvælges og prioriteres. Det er ikke alle operatører, der har et stort behov for særlige oplademuligheder i udkanten af byen. Det gælder særligt for de varebiler, der kan benytte lynladere til personbiler, men godt kan have et ønske om, at f.eks. erhvervs-p-pladserne udstyres med ladere. På den korte bane vil opstilling af ladere til erhvervstransporten flere forskellige steder, hvor der f.eks. ikke kan opsættes flere ladere samme sted, kunne bistå til at fjerne usikkerheden blandt operatørerne – selvom behovet målt i energi ikke er stort endnu.

2 Baggrund, formål og rapportstruktur

Nærværende rapport er udarbejdet på vegne af Københavns Kommune med det formål at tilvejebringe grundlag for en politisk beslutning om behovet for eventuelt at udbyde kommunale arealer til opstilling af offentligt tilgængelige hurtig- og lynladere (DC-ladere) i fremtiden.

Analysen har alene vurderet private og kommercielle køretøjer. Kommunale flådekøretøjer, og køretøjer i den kollektive transport er således ikke omfattet. Geografisk dækker analysen hele kommunen, og med en tidshorisont frem til 2035.

Formålet med analysen har været at:

- > Afdække det nuværende udbud af DC-ladere og de private aktørers konkrete planer for opstilling af denne type ladeinfrastruktur
- > Vurdere, hvorvidt det private marked forventes at ville opfylde det anslåede ladebehov i København i fremtiden
- > Afdække, i hvilken udstrækning der er behov for offentligt tilgængelige kommunale arealer til opstilling af yderligere DC-ladere i København. Vurderingen af behovet for DC-ladere i Københavns Kommune tager udgangspunkt i det samlede ladebehov, der fastlægges ud fra flere parametre:
 - > Hurtig- og lynladning til at dække den daglige opladning – f.eks. borgere, der ikke har adgang til (AC)opladning på egen adresse eller ved egen bolig
 - > Ladebehov for lette erhvervskøretøjer (håndværkere, vareleverancer i varebiler, taxier)
 - > Ladebehov for tunge erhvervskøretøjer
- > Afsøge offentligt tilgængelige kommunale arealer (hvor Københavns Kommune er vejmyndighed samt på grunde administreret af Københavns Ejendomme og Indkøb), der vil kunne være relevante for opstilling af DC-ladere gennem en bydækkende screening. Dette, under hensyntagen til både trafikale, byrumsmæssige og kommercielle forhold
- > Undersøge om der findes innovative, markedsmodne lyn- eller hurtigopladningsløsninger, der kunne være relevante at efterspørge i et kommende udbud, herunder fx induktionsopladning til taxier.

Det har været forudsat en væsentlig interessentinddragelse, og der har derfor været indhentet informationer til analysearbejdet fra en bred vifte af private aktører, herunder de vigtigste brancheorganisationer, ladeoperatører, producenter af køretøjer og ladeinfrastruktur samt operatører på gods-/logistik og persontransportområdet.

2.1 Rapportstruktur

I rapportens første del (afsnit 3) defineres forskellige anvendte fagbegreber. Afsnit 4 er en opsamling på den omfattende interessentdialog, der er gennemført som led i analysen, og som har dannet grundlag for øvrige dele af analysen, ikke mindst afsnittene 6 og 7. I rapportens afsnit 6 findes en opgørelse af behovet for strøm til de forskellige kategorier af køretøjer, der kører i København. Dette er afsættet for den efterfølgende vurdering af det forventede behov for DC-ladeinfrastruktur i København, som findes i afsnit 6, hvor også det nuværende og forventede fremtidige udbud af DC-ladeinfrastruktur er estimeret. I afsnit 7 beskrives metoden og værktøjet, der er anvendt til udvælgelse af relevante og egnede arealer til opstilling af DC-ladere i København, og der præsenteres tillige en oversigt over disse arealer. Rapportens sidste afsnit (afsnit 8) er en kort opsamling på ladeinfrastrukturens og elbilernes teknologiske udvikling.


3 Definitioner og begreber

Nedenstående liste rummer en oversigt over væsentlige begreber anvendt i denne rapport med en tilhørende kort forklaring.

Begreb	Definition
kW	Kilowatt er enhedsbetegnelse for den effekt, som f.eks. en ladestander kan yde.
kWh	Kilowatt-time er enhedsbetegnelsen for den mængde af strøm, som f.eks. et batteri kan indeholde, og bruges også som betegnelse for den mængde strøm, en elbil bruger på at tilbagelægge en given distance.
AC-ladning	Ladning baseret på vekselstrøm. AC-ladere har typisk en ladeeffekt på mellem 3,7-22 kW. I det offentlige rum i byerne findes AC-ladere oftest i form af kantstensopladning, og kaldes også for "destinationsladere" eller "normalladere".
DC-ladning	Ladning baseret på jævnstrøm. DC-ladere har i dag en effekt på op til 350 kW. I Danmark inddeles DC-ladere i hhv. hurtigladere (op til 100 kW) og lynladere (fra 100 kW). I rapporten skelnes ikke mellem de to typer af ladere i de konkrete opgørelser.
Normallader	Refererer til AC-ladere. Typisk placeret på veje langs kantstene, i p-huse, på offentlige og private parkeringsområder ved f.eks. hoteller, på arbejdspladser. Opladere ved private boliger kaldes også for destinationsladere. Fuld opladning ved AC-ladning varer typisk 4-8 timer.
Hurtiglader	En betegnelse for de "små" DC-ladere med en ladeeffekt på op til 100 kW. Fuld opladning ved en hurtiglader varer typisk ½-1½ time.



Begreb	Definition
Lynlader	<p>En betegnelse for de "store" DC-ladere med en ladeeffekt på 100-350 kW. Fuld opladning ved en lynlader varer typisk 45 min. til 1 time.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
Megawatt Charging System (MCS)	<p>Fremtidens ladesystem til lastbiler kaldes Megawatt Charging System (MCS) og vil have en ladeeffekt på i størrelsesordenen 750-3.500 kW.</p>
CCS og CHAdeMO	<p>CCS og CHAdeMO er to forskellige DC-ladesystemer. CCS er den fremtidige europæiske standard for ladesystemer til person- og varebiler.</p>
Ladekapacitet	<p>I denne sammenhæng en betegnelse for det overordnede udbud af lademuligheder (i København).</p>
Ladeeffekt	<p>Et udtryk for den effekt, hvormed en lader afgiver strøm (målt i kW), eller som batteriet i køretøjet modtager. Jo højere effekt desto hurtigere foregår opladningen.</p>
Ladepladser	<p>Arealet ved siden af ladestanderen, hvor ladningen af køretøjer foregår. Ved (langsom) AC-ladning er det typisk lig med en (evt. tidsbegrænset) parkeringsplads. Ved (hurtig) DC-ladning er det en henstillingsplads i det tidsrum, opladningen pågår.</p>
Ladehub	<p>Samling af DC-ladere på én lokation. Udformningen, som dog kan være meget forskellig, er sammenlignelig med en tankstation med gode tilkørselsforhold og ladestanderne placeret side om side.</p>
Ladepunkt/ladeudtag	<p>De fleste DC-ladestanderne har ikke bare ét, men flere ladeudtag. Det er derfor mere præcist at opgøre et givent udbud af ladestanderkapacitet i antal ladeudtag frem for i antal ladestanderne. Et ladeudtag er sammenligneligt med et "ladepunkt". Når i denne rapport anvendes udtrykket "ladestanderne" ifm. et omfang, er det altså et udtryk for antal ladeudtag (eller ladepunkter).</p>

Begreb	Definition
Kantstenslader	<p>AC- og DC-lader opstillet på offentlige og private arealer i forbindelse med p-pladser, typisk ved kantstenen.</p> 

4 Markeds- og interessentdialog

Som en helt central del af opgaven med at identificere det fremtidige behov for DC-ladning samt kortlægning af egnede lokaliteter for opstilling af hurtig- og lynladere i København, er der gennemført en omfattende markeds- og interessentdialog. Formålet har bl.a. været at få kortlagt og identificeret:

- > Nuværende udbredelse af ladeinfrastruktur i København
- > Planer for opstilling af ladeinfrastruktur i København
- > Generelle præferencer og behov ifm. etablering af ladeinfrastruktur og udvælgelse af egnede lokaliteter til opstilling af DC-ladeinfrastruktur
- > Erfaringer med brugen og udnyttelsen af ladeinfrastrukturen
- > Behovet for AC-ladeinfrastruktur i København
- > Nyeste teknologiudvikling og kommende forventninger til udviklingen af ladeinfrastruktur og batterier
- > Vigtige forhold ifm. et evt. kommende udbud af DC-ladeinfrastruktur i København.

Blandt de interessenter, der har været afholdt dialog med, er både danske og udenlandske ladeoperatører inkl. benzinselskaber, producenter af ladeudstyr, personbil- og lastbilproducenter, person- og godsvognmænd, delebilselskaber, parkeringselskaber, udviklere af innovative ladeløsninger og -systemer.

Endvidere har relevante branche- og interesseorganisationer været inddraget undervejs i processen, både i rollen som leverandører af informationer, men også i rollen som sparring på opstillede hypoteser og fortolkninger af delresultater ifm. en afholdt workshop. En samlet liste med involverede aktører findes i Bilag A.

Den brede markeds- og interessentdialog har bibragt mange relevante informationer, som efterfølgende er blevet struktureret og anvendt som input dels til vurdering af behov for DC-ladeinfrastruktur i København (nærmere beskrevet i afsnit 5), dels til at kunne identificere relevante, egnede lokaliteter til opstilling af denne (nærmere beskrevet i afsnit 7) og dels til at vurdere den teknologiske udvikling på området (nærmere beskrevet i afsnit 8).

4.1 Hovedbudskaber fra markedet

Budskaberne som markedsaktører og interessenter har bidraget med, er i det følgende kategoriseret under seks overskrifter.

- 1 AC-ladning – muligheder og udfordringer
- 2 Fordele/ulemper ved DC-ladning

- 3 Kapacitetssituationen indenfor DC-ladning
- 4 Forventninger og planer for udbygning af DC-ladeinfrastruktur
- 5 Udvalgelse af lokationer til DC-ladning
- 6 anbefalinger til udbud og forvaltning af arealer.

4.1.1 AC-ladning – muligheder og udfordringer

AC-ladning er for de allerfleste den absolut primære opladningsform. Det forudsætter dog, at der findes tilgængelige AC-ladere på destinationen, arbejdspladsen eller i nærheden af boligen. Derfor vil behovet for hurtig- og lynladning i København afhænge af udbuddet af AC-ladeinfrastruktur. Et utilstrækkeligt udbud af og tilgængelighed til ladeinfrastruktur (AC og DC) vil have konsekvenser i form af øget søgetrafik og tilbageholdenhed hos forbrugere og virksomheder med investeringer i el-køretøjer, og dermed bidrage til en forsinket omstilling til el-køretøjer.

AC-lademulighederne i dag er relativt set begrænsede i kommunen ift. efterspørgslen, derfor er/bliver DC-ladning et nødvendigt supplement. Dette til trods for den løbende udbygning af AC-ladeudbuddet rundt om i p-huse (f.eks. By & Havn) og på offentlig vej, som bl.a. Københavns Kommunes beslutning om yderligere 4.100 AC-ladepunkter vil bidrage til over de kommende år.

4.1.2 Fordele/ulemper ved DC-ladning

DC-opladning foretages typisk, enten når der ikke er tid til at foretage den langsomme AC-ladning, når adgang til AC-ladere ikke findes, eller når kørselsomfanget rækker udover køretøjets tekniske rækkevidde. For bilerne i København er den gennemsnitlige tilbagelagte distance dagligt under 35 km², så det gælder primært erhvervskøretøjerne, dvs. i dag varebiler og taxier.

Fordelene ved DC-ladning er oplagte. DC-ladning kan på mange måder sammenlignes med optankning på en benzintank. Ved DC-ladning reduceres ladetiden betragteligt ift. AC-ladning, og i en by som København giver det brugeren mulighed for at parkere på almindelige p-pladser på linje med konventionelle biler, frem for at være tvunget til at finde en ledig ladeplads med AC-lader.

Dog har det vist sig i praksis, at udnyttelsen af DC-ladere ikke er helt så høj, som man kunne forvente. Det skyldes flere forhold:

- > Biler med kolde batterier lader i visse tilfælde langsomt.
- > Ladeoperatørerne har ikke dimensioneret laderne til at kunne levere den maksimale effekt, fordi det ofte ikke efterspørges.
- > DC-ladere opstillet ved butikcentre o.l. må dels forventes at være med reduceret ladeeffekt og dermed en reduceret kapacitet. Dette gøres for at af-

² Jf. Transportvaneundersøgelsen.

stemme ladetiden – og dermed effekten – med den gennemsnitlige opholdstid på p-pladsen, som den pågældende ladeoperatør forventer på den pågældende ladeplads. (Der er ikke grund til, at bilen lades op på 45 min., hvis et ærinde typisk varer 1-1½ time).

Der er desuden en række andre ulemper ved DC-ladning ift. AC-ladning, bl.a.:

- > Batteriernes levetid reduceres gennem DC-ladning ved højere effekter.
- > DC-ladning er ikke så bekvemt som AC-ladning, som kan foretages nær ved destinationen/bopælen i løbet af dagen eller over natten, for med AC-ladning kan man spare omvejs-/ekstrakørslen til/fra en DC-ladehub.
- > DC-ladning er en relativt dyr form for ladeinfrastruktur – i anlæg og brug. Omkostningerne til etablering af en DC-lader er ca. 6 gange højere end en AC-lader.
- > DC-ladning er ikke optimalt ift. dimensionering af elnettet og understøtter ikke på samme måde som AC-ladning et bæredygtigt energisystem baseret på vindmøller og solceller. Løsninger, der integrerer batterier, kan dog i nogen grad kompensere herfor.
- > DC-ladere kræver mere plads end AC-ladere, men den teoretiske afgivne effekt er derimod væsentligt større.

Der er altså både en række ulemper og fordele ved i højere grad at basere opladningen af elbilerne på DC-ladning.

4.1.3 Kapacitetssituationen indenfor DC-ladning

Situationen i København i dag er karakteriseret ved et lille antal DC-ladestander på de ladehubs, der findes. Det medfører risiko for ventetid og kø, hvilket er noget, bl.a. taxichaufførerne oplever. Der er således en bred opfattelse af, at udbuddet af DC-ladning (hurtig- og lynladning) i København er utilstrækkeligt. Således er der aktuelt et stort behov for udbygning af DC-ladeinfrastrukturen i dag i København.

4.1.4 Forventninger og planer for udbygning af DC-ladeinfrastruktur

Aktørerne har forventninger til et stærkt stigende antal elbiler og dermed stort fremtidigt behov for opladning. Som svar på dette har mange operatører en del konkrete planer om at opstille DC-ladeinfrastruktur i København. Det gælder både benzinselskaberne og de øvrige ladeoperatører, som bl.a. har fået stillet offentligt tilgængelige kommunale arealer til rådighed under den tidligere lovgivning (dvs. før AFI-lovens ikrafttrædelse). En betydelig udrulning af DC-ladeinfrastruktur er således i pipelinen, men primært ikke realiseret endnu, fordi der afventes tilslutning til elnettet (se opgørelser i afsnit 6.2).

Operatørerne udtrykker generelt en stor interesse for at opstille DC-ladeinfrastruktur på offentligt tilgængelige kommunale arealer.

Tankstationernes kapacitet og muligheder for kapacitetsudbygning på sigt til dækning af det fulde behov for DC-ladere er sandsynligvis begrænset bl.a. på grund af ønsket om fortsat at kunne forsyne de konventionelle biler de næste mange år. Generelt er udskiftning af brændstoftumper til ladestanderne en dårlig business case for benzinselskaberne, så længe efterspørgslen er begrænset, og særligt hvis der samtidigt opsættes mange DC-ladere på andre arealer (f.eks. kommunalt udbudte arealer). På kort og mellemlang sigt er der endvidere begrænset areal til opstilling af ladere, så længe der også skal være benzinpumper på arealerne, fordi ladere kan ikke placeres sammen med brændstoftumperne. Der kan desuden ikke forventes at blive opført (mange) nye tankstationer i København.

4.1.5 Udvalgelse af lokationer til DC-ladning

At finde egnede lokaliteter til ladehubs i de større byer er det muliges kunst. Optimalt set bør disse arealer have en vis størrelse (der angives mellem 6-8 og 12-16 ladere) bl.a. fordi det:

- > Sikrer tilstrækkelig kapacitet/sikkerhed for opladning i en peak-situation, plads til opmarchområder, såfremt kapaciteten af ladere på lokaliteten er utilstrækkelig og til parkering efter endt opladning.
- > Giver mulighed for fremtidige kapacitetsudbygninger og etablering af øvrige faciliteter (fx. toiletter).
- > Det er lettere for bilisterne at finde og komme til/fra ladepladserne.
- > Giver biler med mulighed for at køre til en lader uden at skulle foretage afkobling/bakning.
- > Er relativt set billigere at etablere og drive mange ladere på få lokaliteter, end få på mange.
- > Er en udfordring at få elforsyningen til en ladehub i et byområde (bl.a. pga. anden infrastruktur).
- > Giver færre gener i anlægs- og driftsfasen (gravearbejde, trafik, støj ifm. ladning).

Det kan dog også være relevant med nogle lidt mindre ladehubs for at få en tilstrækkelig geografisk spredning og nærhed til brugerne – fortrinsvis beboere i etagebyggeri – og til brug for (ventende) taxier.

Ladehubs bør være strategisk beliggende ud fra et brugerperspektiv. Det betyder, at de bør være let tilgængelige ved indfaldsvejene til København eller bydelen hvor brugeren har sine daglige ærinder. I praksis vil det være eksempelvis

hovedfærdselsårer (motorveje, indfaldsveje, ringveje, store vejkryds) og trafikknudepunkter (f.eks. indkøbscentre, sygehuse, lufthavn). Lokalisering af ladehubs bør til gengæld ikke finde sted på sekundære/tertiære veje eller i øde beliggende områder. Ladepladser bør heller ikke placeres klos op ad boliger, primært af hensyn til støjgener og trafikforhold, eller i centrum, da ingen ønsker at køre derind for at lade.

Placeringen er optimal, hvis der i umiddelbar nærhed forefindes muligheder for shopping eller andre ærinder.

Ladehubs til taxier og (shuttle/turist)-busser kan evt. kombineres (se afsnit 8.3.3 om induktiv (trådløs) opladning). Alternativt vil dedikerede ladepladser til taxier kunne udformes som i Amsterdam lufthavn med en dedikeret ladeplads med forbindelse til et optage-område.

Der er grundlæggende ikke noget behov for DC-ladning på delebil-pladserne, da debilerne erfaringsmæssigt stort set udelukkende oplades med AC-ladere.

Lastbiler har generelt ikke noget behov for at lade i den indre by. Ladning til tunge køretøjer bør adskilles fra personbiler. Der bør derfor etableres selvstændige DC-ladehubs til de tunge køretøjer, og optimalt, hvor chaufførerne holder pause, hvor der optages/afsættes passagerer, og hvor der ydermere er mulighed for toiletbesøg og bispisning. Ladepladser til tunge køretøjer bør lokaliseres ved indfaldsvejene, fortrinsvis mod Køge, Hillerød, ved Ring 2 og 3, på Amager, Avedøre Holme og ved indgangen til Lynetteholmen.

Vejdirektoratet er i gang med at udbygge lynladeparker langs det overordnede vejnet i Danmark. Indtil videre er de forbeholdt personbiler og varebiler. Vejdirektoratet har også igangsat et arbejde med at identificere behovet for og udpegning af lokaliteter for ladeinfrastruktur til lastbiler.³ Det er derfor sandsynligt, at der på sigt vil blive opført ladeinfrastruktur til lastbilerne.

Overdækning af ladepladser er grundlæggende ikke nødvendigt. Enten sidder folk i bilen under ladningen, eller også foretager de andre gøremål som f.eks. indkøb.

4.1.6 anbefalinger til udbud og forvaltning af arealer

Som led i markedsdialogen er aktørerne blevet bedt om at give anbefalinger til et evt. forestående kommunalt udbud af arealer til etablering af DC-ladeinfrastruktur. Disse er opsamlet herunder:

- Der bør være mest mulig markedsdialog.

³ Resultaterne af dette arbejde forventes afsluttet i første halvår af 2023, men er ikke tilgængeligt på tidspunktet for udarbejdelsen af denne rapport.

- > Konkurrence blandt ladeudbydere er godt og skaber konkurrence på teknologi, ladeniveauer og priser.
- > Hvis areal-værdien i udbud sættes for lavt, kan det skabe markedsforvridende vilkår. Udbud af meget attraktive arealer til etablering af ladepladser kan risikere at medføre overbud fra de store aktører, og det vil kunne begrænse markedet til nogle få udbydere med risiko for "de facto" monopol og deraf afledte høje priser på opladning. Dette særligt, hvis AC-lademulighederne er begrænsede.
- > Ladepladser til de tunge køretøjer skal allerede nu indtænkes ift. udbud. Etablering af ladehubs til tunge køretøjer bør ikke afvente megawatt-ladere, da der er behov for at få sat udviklingen af dette marked i gang.
- > Ladepladserne bør fremtidssikres (ift. kapacitet, ladeeffekt).
- > De kvalitative parametre bør tillægges reel værdi – kommunen bør ikke kun gå efter laveste pris.
- > Det bør overvejes at have flere aktører på samme ladehub (3-4, men kun relevant på de større lokaliteter) af hensyn til "lokal" konkurrence.
- > Der findes EU-støtteordninger til etablering af ladeinfrastruktur (som skal omfatte, men ikke *alene* være målrettet den tunge transport).

5 Behov for DC-ladning i København

Behovet for DC-ladere i Københavns Kommune fastlægges ud fra flere parametre. De elementer, analysen har inddraget i vurderingen, omfatter:

- > Hurtig- og lynladning til at dække den daglige opladning (dvs. borgere, der ikke har adgang til (AC)opladning på egen adresse eller ved egen bolig).
- > Ladebehov for lette erhvervskøretøjer (dvs. håndværkere, vareleverancer i varebiler under 3.000 kg., taxier).
- > Ladebehov for tunge erhvervskøretøjer (lastbiler, turistbusser og varebiler over 3.000 kg.).

Vurderingen af grundlaget tager udgangspunkt i borgernes og erhvervslivets ladebehov til person- og varebiler⁴ og suppleres efterfølgende med vurderinger af behovet til den tunge transport. Det vil sige, det samlede behov for opladning målt i kWh om dagen – eller på den dag i ugen i en kold periode, hvor der er størst vurderet behov for opladning (fredag jf. Clever-data). Dernæst fastlægges de forskellige muligheder for at dette ladebehov dækkes – inklusive ladning ved egne/private ladestander. Den resterende del af opladningen vil skulle imødekommes af offentligt tilgængelige ladestander (normale AC-kantstensladere og DC-ladere). Disse ladere opstilles både på private arealer som tankstationer, privatejede parkeringsanlæg, supermarkeder mv. og på offentligt ejede arealer.

5.1 Skelnen imellem hurtig- og lynladere

I Danmark skelnes der mellem hurtig- og lynladere, og som anført tidligere (i afsnit 3), er hurtigladere defineret som DC-ladere med en ladeeffekt på op til 100 kW, mens lynladere er DC-ladere med ladeeffekt større end 100 kW. Når laderen yder mere end ca. 1 MW (i nogle tilfælde nok 750 kW) taler man om megawatt-ladere.

I praksis og definitions-mæssigt er skelnen imellem hurtig- og lynladere dog ikke altid helt så entydig, og det er heller ikke altid, at den teoretiske ladeeffekt er den samme, som laderen reelt leverer. Det skyldes, at:

- > Nogle DC-ladestanderes effektmoduler består af mindre moduler. Så to tilsyneladende ens DC-ladere kan være konfigureret på en måde, så de i det ene tilfælde leverer mere end 100 kW, men i det andet leverer mindre end 100 kW.

⁴ De grundlæggende fremskrivninger af elbiler i Danmark tager afsæt i personbiler og varebiler op til 3.500 kg. for benzin- og dieslbiler og til 4.000 kg. for elektriske varebiler.

- > DC-laderne kan også være forskelligt programmeret, så de fordeler ladeeffekten (lastdele) forskelligt på de (typisk) 2 ladeudtag. Det betyder i praksis, at det ene udtag leverer mere end 100 kW, mens det andet udtag leverer mindre end 100 kW.
- > En lader, selvom den er i stand til at levere f.eks. 100 kW, vil ikke levere mere strøm, end bilen kan modtage. Der skyldes, at det er bilen, der sætter begrænsningen, og den kan i en del tilfælde være væsentligt under 100 kW.⁵

I forhold til opgørelsen af behovet for hurtig- hhv. lynladere i København er problemstillingen omkring hurtig- hhv. lynladernes kapacitet metodisk håndteret gennem at sidestille alle DC-ladere kapacitetsmæssigt, uanset om det er hurtig- eller lynlader. I praksis må det forventes, at en hurtiglader vil levere et mindre output end en lynlader, men da hovedparten af de identificerede arealer vurderes egnede til etablering af lynladere, og kun en mindre del til hurtiglader (og enkelte egnede til en blanding af hurtig- og lynladere), vil det ikke have indflydelse på det samlede estimat over det fremtidige behov for arealer til etablering af DC-ladere.

5.2 Lynladning til at dække den daglige opladning

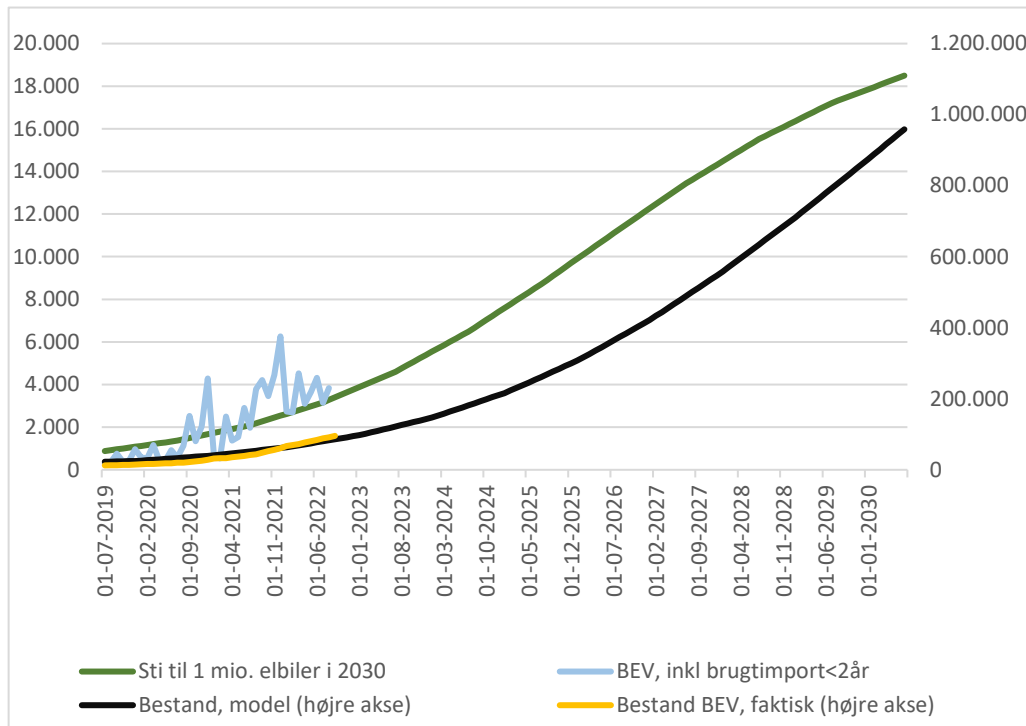
For at fastlægge det samlede ladebehov er der benyttet samme tilgang, som DTU og Dansk e-Mobilitet benyttede i 2019 og med en opdateret tilgang i 2022.⁶

Første skridt er at fastlægge, hvor mange elbiler der fremover vil være hjemmehørende i Københavns Kommune (dvs. personbiler og varebiler). Her er grundlaget en indfasningsmodel, der benytter viden om, hvordan ny teknologi gradvist implementeres. Modellen følger det samme forløb for alle kommuner men med baggrund i, hvor mange elbiler der allerede er i dag i kommunen. og hvorvidt man ligger længere fremme end for gennemsnittet af kommunerne. Et eksempel på udviklingsstien og det faktiske elbilsalg vises i Figur 2.

⁵ En del især ældre elbilmodeller kan ikke lade over 100 kW (DC). Desuden kan ladeniveauet på batteriet (såkaldt State of Charge) og batteriets temperatur betyde, at den faktisk modtagne ladeeffekt er væsentligt mindre end den teoretiske.

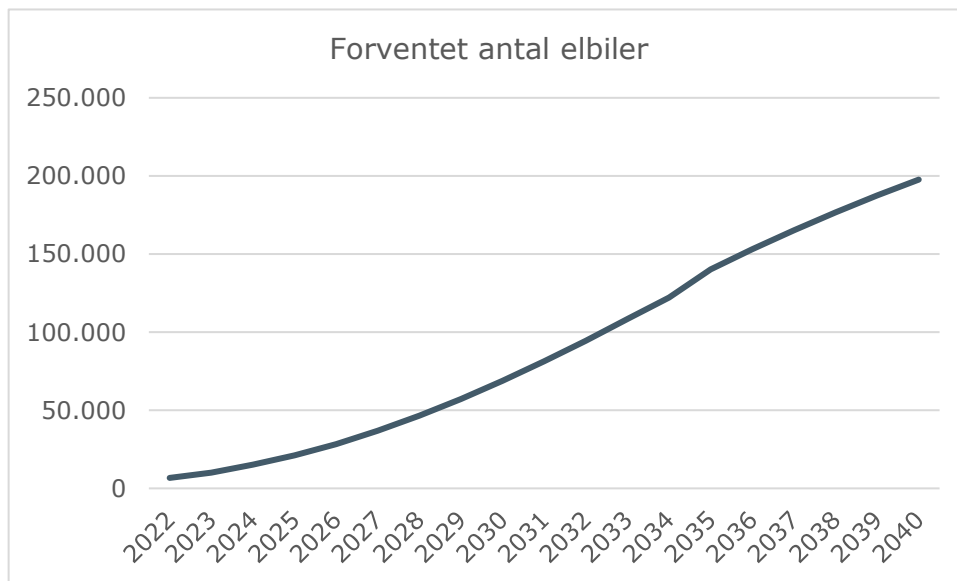
⁶ Dansk Elbil Alliance og DTU (2019). *Sådan skaber Danmark grøn infrastruktur til 1 million elbiler – analyse og anbefalinger fra DEA og DTU*. Den opdaterede analyse er offentliggjort december 2022.

Figur 2 Månedligt salg af elbiler i Danmark og den akkumulerede udvikling og udvikling mod 1 mio. elbiler i 2030. Kilde: Danske bilimportører



Ved at benytte modellen til at fremskrive antallet af elbiler i København, er vurderingen, at bestanden vil være på godt 140.000 elbiler i 2035 med en udvikling som vist i figuren herunder.

Figur 3 Beregnet udvikling i bestanden af elbiler tilhørende borger (og virksomheder) i Københavns kommune. Kilde: DTU og Dansk e-mobilitet (2022)



Transportvaneundersøgelsen (TU) benyttes herefter til at vurdere anvendelsen af bilerne. Københavnske biler kører, ifølge TU, i gennemsnit 35 km om dagen. Med et antaget elforbrug for elbiler på 200 Wh/km betyder det, at hver elbil i København i gennemsnit bruger 7 kWh om dagen, og det samlede ladebehov for københavnske biler er på ca. 1 millioner kWh om dagen i 2035. Dette behov for strøm dækkes af hjemmeladning på egne ladere, ved offentlig tilgængelige lade-standere (AC- og DC ladere).

Næste skridt i beregningen er at fastslå, hvor stor en del af opladningen der vil foregå hjemme, på arbejdspladsen og ellers ved offentlige tilgængelige ladere. Når dette er fastlagt, ses alene på det daglige ladebehov, og ikke opladning, der er nødvendig for at køre ture, der er længere end bilernes rækkevidde. Opladning til dette behov skal bl.a. imødekommes ved de ladeparker, Vejdirektoratet anlægger langs statsvejnettet.

I TU-undersøgelsen kan endvidere opgøres, hvor mange af bilerne der har adgang til egen privat parkering, adgang til parkering ved boligforening (privat, andel eller lejeboliger), hvor mange, der angiver at have adgang til opladning på arbejdspladsen. samt hvor mange der ikke har nogle af disse muligheder. For København gælder følgende:

Egen grund	21% af bilerne i Københavns Kommune kan parkere i indkørsel, carport eller garage på egen grund.
Ved ejendommen	21% af bilerne i Københavns Kommune har gode parkeringsforhold på P-plads på/ved ejendommen, svarende til at der normalt eller altid er en ledig plads at parkere på.
Andre	58% af bilerne i Københavns Kommune parkerer på gaden eller har dårlige forhold på P-plads på/ved ejendommen.
Arbejdspladsen	43% af bilerne i Københavns Kommune har adgang til dedikeret parkering ved arbejdspladsen.

Med disse informationer kan det fastlægges, hvor stor en del af den daglige opladning, der kan foregå hjemme ved den private lader, ved boligforeningen, på arbejdspladsen og den resterende andel, der skal foregå i det offentlige rum. Denne opgørelse giver den teoretiske opladning i det offentlige rum.⁷ Det er således en forudsætning, at de private (ikke offentligt tilgængelige) ladere bliver opsat til at dække dette forudsatte ladebehov.

Behovet for offentligt tilgængelige ladestandere afhænger dernæst af, dels hvor meget strøm, der forventes at blive leveret gennem ladestanderne, dels hvordan det fordeles mellem AC-kantstensladere og DC-ladere.

⁷ Der vil eventuelt være brugere, der ikke foretager al opladning hjemme, men benytter sig af opladning ved offentligt tilgængelige ladestandere. Det vil derfor betyde, at der er et behov for yderligere ladere.

Uden adgang til lynladere vil behovet for kantstensladere være ca. 27.600 i 2035, hvis der ikke tages hensyn til adgang til opladning andre steder, end på egen grund. Hvis der tages hensyn til opladning på boligforeningen og arbejdspladsen vil antallet være ca. 15.400 opladere. For at finde dette antal, er det antaget, at kantstensladere leverer 32 kWh per dag (per ladestander), hvilket er det observerede gennemsnit for ladestander opstillet i dag.

I København er der muligvis en lavere daglig anvendelse af nogle af kantstensladere, idet flere af ladepladserne benyttes som almindelig parkeringsplads. I København Kommunes budget for 2023 er det vedtaget at indføre tre-timers tidsbegrænsning på ladepladserne i hverdagene mellem kl. 8 og kl. 19. Samtidig stilles krav om, at der skal foretages opladning under parkeringen. Ved at indføre en sådan tidsbegrænsning på el-ladepladserne, kan der omvendt også sikres større mængder af leveret strøm på pladserne, hvilket reducerer antallet. Endelig er det også et spørgsmål om, hvor mange der vil benytte lynladere til deres daglige behov for opladning, hvilket også reducerer behovet. Disse offentligt tilgængelige opladere vil blandt andet blive opsat af ejere af private parkeringspladser (f.eks. By & Havns p-huse og arealer), så ikke alle disse AC-kantstensladere vil skulle placeres på de offentligt ejede arealer.

Restriktionerne i parkeringstiden ved laderne kan øge omsætningen af strøm fra de enkelte AC-ladere. Hvis den gennemsnitlige omsætning fordobles (til 54 kWh per dag) fra laderne, vil behovet falde til mellem 7.700 og 13.800 AC-ladestander.

Antallet af "kantstensladere", der vurderes at være behov for uden opsætning af DC-ladere, vurderes mellem 7.000 og 30.000. Det centrale bud for 2035 er ca. 14.000 ladestander.

DC-ladere vil reducere behovet, idet et langt større antal brugere kan benytte den enkelte lader. Behovet for DC-ladere – eller fordelingen mellem kantstensladere og DC-ladere – må fastlægges ud fra:

- > En politisk afvejning af, hvor mange p-pladser, der kan eller skal udstyres med en AC-kantstenslader og hvor meget, der skal opfyldes med DC-ladere. Københavns Kommune har politisk besluttet, at der etableres 4.100 ladepunkter i kommunen frem mod 2025 (udover de eksisterende ladere).
- > Vurderinger af, hvordan ventetiden for bilisterne kan optimeres – ved at vælge antallet og placeringen af AC-ladere.

Til at vurdere en optimal ventetid benytter vi erfaringstal fra den såkaldte GAIA-model, som DTU har udviklet for at analysere behovet for ladeinfrastruktur i Frederiksberg Kommune. Som et centralt element i modellen regnes på bilisternes gennemsnitlige ventetid ved laderne. Hvis grænsen for den maksimale ventetid sættes til f.eks. 30 minutter, kan man fastlægge hvor mange DC-ladere, der skal opsættes ift. Det antal af elbiler, der er i kommunen. Ventetiden er en relevant parameter at se på. Mange elbilister vil ikke vente lang tid på at få plads ved en AC-lader, da ladetiden her er relativ lang. Også ventetiden til DC-ladere er vigtig, og der er en øvre grænse for, hvor lang tid bilisterne vil vente, før de

kører til en anden oplader. Det er af DTU vurderet, at ca. 30 minutter er den maksimalt acceptable samlede ventetid (inkl. søgetiden efter en ledig lader).

Gaia-modellen – vurdering af ladestandere på Frederiksberg

I FUSE (*Frederiksberg Urban Smart electromobility*) projektet er der udviklet en model, der kan belyse behov for og effekt af forskellige udviklingsmuligheder i adgang til offentlig tilgængelig ladeinfrastruktur. Modellen (GAIA) indarbejder geografien i Frederiksberg og Storkøbenhavn og den faktiske kørsel i denne geografi med brug af dels Transportvaneundersøgelsen (TU) og dels trafikmodelberegninger. Ved at placere et antal ladestandere kan bl.a. beregnes, hvad ventetiden vil være for de brugere, der har behov for opladning. Behovet for opladning findes ud fra de faktiske kørte ture for bilister i Frederiksberg Kommune. Dertil medtages kørsel af biler, der kommer til Frederiksberg. Derudover tages hensyn til, hvilke af brugerne der har adgang til ladning på egen adresse.

Gennem forskellige optimeringsalgoritmer fastlægger modellen lademønstre, og blandt de resultater, der kan trækkes fra modellen, er vurdering af, hvor mange ladestandere, der skal til, før der ikke sker væsentlig yderligere reduktion i ventetiden ved en ladestander. Der er forskel på DC-ladning og AC-ladning i modellen. Modellen er ultimo 2022 endnu ikke færdigkalibreret eller udviklet, så resultaterne giver indikationer, som har understøttet vurderinger i Københavns Kommune under forudsætning af, at de generelle mønstre er ens.

Erfaringstallene fra GAIA er, at ventetiden er afhængig af såvel antallet af steder, hvor der er adgang til opladning, antallet af ladestik, der findes ved hver ladelokalitet samt en maksimal søgetid efter en ledig lader. En grænse på søgetiden vil trække mod flere ladere (med lavere udnyttelse) end en beregning, hvor brugerne fordeles ud på laderne fordelt over hele døgnet.

I modellen anvendes som den centrale beregning af behovet en gennemsnitlig daglig brug af DC-laderne på 215 kWh. Det kan virke som en lav omsætning på hvert ladeudtag. Det svarer dog til den omsætning, som GAIA-modellen har beregnet for Frederiksberg for at holde ventetiden nede.

I tabellen ses det opgjorte antal DC-ladere, der forventes behov for, ved forskellige forudsætninger om, hvor meget lynladning der vil komme til at forekomme, og sat i forhold til adgangen til alternativ ladning på arbejdspladsen og andre private opladere.

Spredningen er forholdsvis stor fra ca. 200 til ca. 1.000 DC-ladere. Markedsdialogen har peget på, at lynladningen til hverdagsbrug godt kan forventes at blive stor, hvis der kan sikres tilpas stor omsætning og dermed bidrage til at holde prisen for brugen af DC-ladere nede. En stor del af dem, der derfor ikke har adgang til egen privat ladning, må forventes at benytte lynladning enten udelukkende eller som supplement til opladning ved AC-kantstensladere.

Tabel 1 Vurderet antal DC-ladere i Københavns kommune i 2035 under forskellige forudsætninger. Kilde egne beregninger

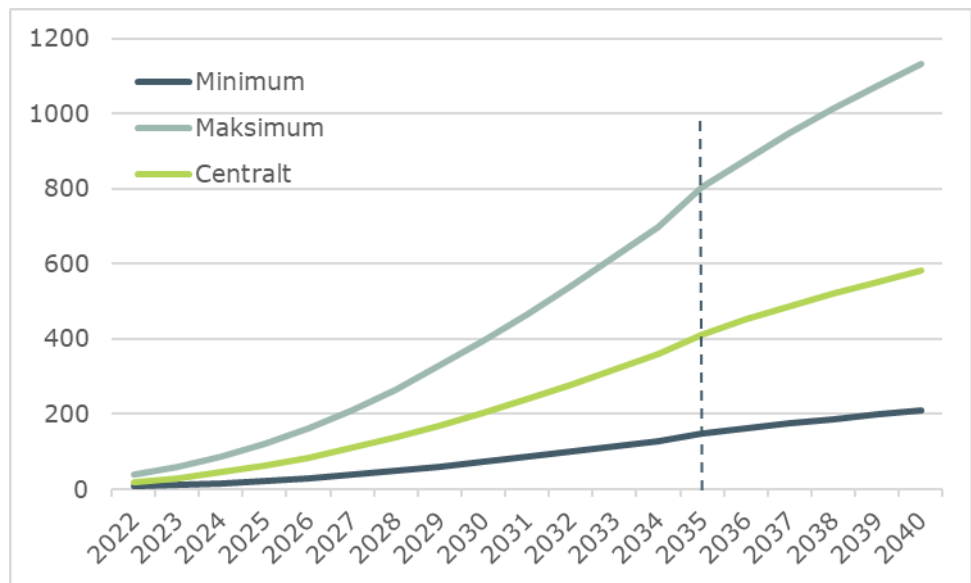
	Energí per lade- stander	Andel der DC-lader		
		15%	25%	35%
Adgang til ladning på arbejdsplads	215 kWh/dag	344	574	803
	350 kWh/dag	211	352	493
	500 kWh/dag	148	247	345
Ingen adgang til ladning på arbejdsplads	215 kWh/dag	616	1.027	1.438
	350 kWh/dag	379	631	883
	500 kWh/dag	265	442	618

På den baggrund, må det forventes, at behovet for DC-ladning er i den nedre højre del af ovenstående tabel. Der må forventes, at der skal opsættes mellem 200 og godt 600 DC-ladere i 2035 for at dække behovet.

Udviklingen af opsætning af DC-ladere bør i nogen grad følge udviklingen i behovet. Der kan være et behov for at understøtte udskiftningen til elbiler ved at være lidt foran det opgjorte reelle behov – særligt på kort sigt, hvor usikkerhed overfor, om det er muligt at få strøm til sin elbil, er mere fremtrædende for nogle brugergrupper. Det vil særligt være dem uden adgang til egen privat parkering og for erhvervskøretøjer. Med udviklingen i andelen af elbiler vil den daglige udnyttelse af DC-ladere også stige, så der vil foretages ladning over en større del af dagen.

I figur 4 fremgår udviklingen i behovet set gennem hele perioden 2022 til 2040. Udviklingen er baseret på en forventning om, at 15% af elbilisterne i 2025 ønsker at benytte DC-ladning til det daglige behov. Dette behov forventes at stige til 35% i 2035, idet en større andel af elbilerne ejes af brugere uden adgang til egen hjemmelader. Dertil antages den daglige anvendelse gradvist at stige fra 215 kWh/dag i 2022 til 500 kWh i 2035. Endelig antages, at en fast andel af elbilerne har adgang til ladning på arbejdspladsen eller ved boligforeningen.

Figur 4 *Udvikling i behovet for DC-ladere til person- og varebiler. Mindste behov og maksimale behov samt et centralt gennemsnitligt behov. Kilde: egne beregninger*



5.3 DC-ladere til tilrejsendes behov

Den anden faktor, der betyder noget for, hvor mange DC-ladere der skal opsættes i Københavns Kommune, er efterspørgslen fra tilrejsende (pendlere, erhvervsrejsende, turister o.l.). Tilrejsende er på en hverdag primært pendlere, der parkerer i kommunen og vil søge at få ladet bil, inden de pendler hjem igen. En stor del af denne gruppe af pendlere har adgang til enten privat parkering på destinationen (evt. med adgang til ladning) eller parkerer på forskellige offentlige p-pladser eller parkeringshuse.

Der er ikke nogen egentlig opgørelse af, hvor meget ladning tilrejsende og turister forbruger ud af den samlede opladning i kommunen. Det må også forventes, at en stor del af de tilrejsende daglige pendlere får dækket deres opladebehov ved egen bopæl. Denne andel vil være væsentlig større end for beboerne i Københavns Kommune, idet andelen med mulighed for egen privat oplader er større end i kommunen. Omvendt er indpendlingen til København større end udpendlingen. Det trækker den anden vej. Grundlæggende antages dog, at pendlernes behov dækkes af den ladeinfrastruktur, der skal imødekomme beboernes behov, da der ikke er sammenfald i de tidspunkter de forskellige brugere her skal bruge laderne. Konsekvensen er i stedet, at den energi, de enkelte ladere afgiver, er højere end det, der bruges til at fastsætte beboernes behov. I beregningerne af behovet for opladere er der taget udgangspunkt i en gennemsnitlig omsætning af strøm på laderne, hvor dette gennemsnit er fastlagt af dagens omsætning. Den omsætning omfatter både lokale brugere, indpendlere og turister.

De foreløbige analyser, som DTU har gennemført med deres GAIA-model for Frederiksberg, tager også hensyn til ladebehovet for tilrejsende. I Frederiksberg Kommune er det omkring 40% af den samlede offentlig tilgængelige AC-ladning,

der foretages af andre end beboerne. Opgørelsen tager dog ikke hensyn til, at de fleste af disse tilrejsende får opfyldt deres ladebehov på hjemmeadressen.

For DC-ladning er omsætningen på de enkelte ladere, der er lagt til grund for opgørelsen, ikke større, end at der er kapacitet til også at betjene tilrejsendes behov. Dertil vil mange af de tilrejsende også foretage lynladning ved DC-ladere undervejs på ruten til/fra København.

Det er ikke vurderingen, at der skal indregnes ekstra offentligt tilgængelige DC-ladere til indpendlernes eller turisternes behov i Københavns Kommune i 2035. De behov, der kan opstå på kort sigt, vil også blive imødekommet af de DC-ladere, som københavnernes vil anvende.

5.4 Ladebehov for erhvervskøretøjer

Den sidste gruppe af brugere, der efterspørger offentligt tilgængeligt opladning, er erhvervskøretøjerne. Dette omfatter taxier, varebiler til dels håndværkere og dels vareleverancer, og det omfatter lastbiler med større vareleverancer samt turistbusser.

Erhvervskøretøjer omfatter:

- > Taxier inkl. busser med op til 9 siddepladser.
- > Små varebiler, op til 3.000 kg. Køretøjskategori N1 i EU typeklassificeringen⁸
- > Store varebiler, der må føres på almindeligt kørekort (benzin- og dieslbiler op til 3.500 kg. og el-varebiler op til 4.250 kg.). Typekategori N1.
- > Lastbiler. Typekategori N2 (op til 12 ton totalvægt) og N3 (over 12 ton totalvægt).
- > Busser med mere end 9 siddepladser.

Ladebehovet for nogle af disse køretøjer er inkluderet i opgørelsen af københavnernes behov, idet fremskrivningen af bestanden af person- og varebiler også omfatter erhvervskøretøjer (taxier og varebiler, der må føres på almindeligt kørekort). Der er et særligt ekstra opladningsbehov for en del af erhvervskøretøjerne (taxier og vareleverancer), hvor kørselsomfanget er større end for de erhvervskøretøjer, der anvendes af f.eks. håndværkere. Taxier og biler til varedistribution vil derfor have et særligt behov for at kunne supplere hjemmeladning med ladning på offentligt tilgængelige ladere.

⁸ Se typeklassificeringerne på coceurope.eu

Transportbranchen peger på, at adgang til opladning er en meget væsentlig udfordring for omstillingen af erhvervskøretøjer til elektrisk drift.⁹ Selvom der går nogle år inden den tunge transport i større omfang vil køre elektrisk, er det en udfordring for de større elektriske varebiler og taxier, der allerede findes i dag (bl.a. vil halvdelen af taxierne i København og Frederiksberg være el-taxier allerede i løbet af 2023).

Branchen selv ser gerne, at opladningen kan foregå der, hvor de skal udføre deres arbejde, så opladningen enten foregår, mens aflæsningen foregår eller der udføres serviceydelser. Der er et arbejdsmiljøkrav, der sætter en maksimal afstand på 500 meter fra aflæssested til afleveringssted. Branchen mener p.t. ikke, at de eksisterende erhvervs- og aflæssepladser i København opfylder betingelsen om at være der, hvor de konkret skal udføre deres arbejde.¹⁰

Bortset fra de største varebiler, lastbiler og turistbusser, vil erhvervskøretøjerne kunne anvende ladestanderne til personbiler. Det er den samme type ladestik og pladsbehovene til især de små varebiler adskiller sig ikke så meget fra personbilerne, at det hindrer en sådan anvendelse.

For lastbilerne vil opladningen ikke kunne foretages ved ladestanderne til personbilerne. Dels fordi lastbilerne i mange tilfælde ikke kan komme tæt nok på ladestanderne og dels fordi lastbilerne forventes at have andre typer af ladestik, der kan lade med højere hastighed (megawatt-ladere).

Behovet for erhvervskøretøjerne i 2035 vil være anderledes end fra 2022 og nogle år frem. I den tidlige fase, hvor udbredelsen er lille, er erfaringen med, hvordan opladningen sikres, lille. Derfor peger disse brugere også på en sikkerhed for at kunne få ladet sin el-varebil eller lastbil, når der er behov. Dvs. adgang til ladere, der hvor aktiviteterne foregår. Det behov svarer til privatbilernes behov i den tidlige indfasning, hvor kendskabet ikke var stort. I praksis er behovet for energi og behovet for destinationsladning (tæt på aflæsestederne eller arbejdspladserne inde i byen) ved DC-ladere ikke så stort, idet en stor del af opladningen af de mindre erhvervskøretøjer vil foregå som hjemmeladning. I 2023 er udvalget af varebiler med stor rækkevidde begrænset. Derfor vil det i et par år frem være relevant med DC-ladere i tilknytning til aflæsse- og arbejdsstederne. Derefter vil der være flere og flere varebiler med stor rækkevidde, så behovet for opladning i løbet af dagen vil være mindre. Som nævnt, vil varebilerne have mulighed for at lade ved de DC-ladere, som personbilerne benytter. Derfor vil der allerede være (og komme – se næste kapitel) mange lademuligheder for disse brugere.

⁹ Som det blandt andet fremgår af Rambøll og Copenhagen Electrics rapport *Barrierer for smart opladning – udfordring med opladning på offentlig vej for service- og transportvirksomheder* fra november 2022, og fra interview med udvalgte erhvervsvirksomheder i nærværende projekt.

¹⁰ Som anført i Rambøll (2022) *”Barrierer for smart opladning på offentlig vej”*. Copenhagen Electric, november 2022.

Markedsdialogen peger på, at der er behov for sikkerhed for opladning, når der afleveres varer eller foretages håndværkerarbejde i byen. Det peger på, at der skal etableres flere DC-ladere fordelt på flere lokationer.

Det vil dog ofte være mere effektivt at samle flere DC-ladere til erhvervskøretøjerne (særligt lastbilerne, men også til andre erhvervskøretøjer som taxier) på steder, hvor de har bedre adgangsforhold og parkeringsforhold. Der er allerede i dag eksempler i København på ladepladser for el-taxier (f.eks. Viggos opladestation på Bernstorffsgade). Men for de andre større varebiler, busser og lastbiler vil opladningen typisk ikke blive foretaget i den tætte by, men i stedet i industri- og erhvervsområderne i udkanten af byen og ved indfaldsvejene, på truck-tankstationer (for lastbiler).

Nedenfor gennemgås behovene for de to hovedgrupper af erhvervskøretøjer, dels små varebiler, håndværkere og mindre erhvervskøretøjer og dels store varebiler og lastbiler.

5.4.1 Varebiler og håndværkere

Varebiler op til 3.500 kg. for benzin/diesel og 4.250 kg. for elektriske biler (der kan køres med almindeligt kørekort) er med i opgørelserne af borgernes behov for opladning (opgørelsen i forrige afsnit). De største varebiler (varebiler over 3.500 kg., der ikke kan køres med almindeligt kørekort) og lastbiler er ikke med i ovenstående opgørelse. Det skyldes bl.a., at de ikke er med i indfasningskurverne (se Figur 3) for udviklingen i da de ikke er en del af ladepunktsberegneren og i statistikken er klassificeret som lastbiler. Det forhold, at el-varebiler må veje 750 kg. mere end tilsvarende diesel-varebiler, er indført for at kompensere for vægten af batteriet.

For den store del af erhvervskøretøjer, der kører ind til kommunen for at udføre service (håndværkere mm.), er både parkering og den fremtidige adgang til opladning udfordrende. Der vil dog være en stor andel af netop disse køretøjer, der forventes at blive opladt ved hjemmeadressen, som ofte vil være udenfor kommunen. Der vil dog også være en større andel af håndværkerkøretøjer og taxier, der parkeres ved boligforeninger med begrænset adgang til at opsætte egen opladning. Det er ikke muligt ud fra almindelig tilgængelig statistik at finde ud af, hvor stor en del af disse køretøjer, der har adgang til hjemmeparkering. Forventningen er, at en større andel af erhvervskøretøjer og taxier sammenlignet med personbiler, der parkeres ved brugernes eget hjem, ikke har adgang til egen ladestander.¹¹ En stor del erhvervskøretøjer parkeres ved etageejendomme med fælles parkering eller ingen adgang til egen parkering. En andel af disse vil forventeligt kunne få adgang til opladning ved private ladere ved boligforeningen.

¹¹ Dette bekræftes i interview med vognmænd.

Der er også en del af disse køretøjer, der kører langt hver dag for at komme ind til arbejdspladsen, eller der hvor varerne samles op og distribueres til. Derfor kan der være brug for opladning inden hjemturen.

Opladning af de store varebiler (og lastbilerne) forventes i store træk ske ved vognmandens egne parkeringsarealer (depoter, garager mv.). Det sker i dag for flere af de store operatører, der udfører distribution i byen (f.eks. DHL, GLS og Bring jf. bl.a. Copenhagen Electrics rapport nævnt tidligere). Men som for flere af varebilerne, vil der være behov for opladning ved aflæsning eller undervejs på ruten.

Som indikation på hvor mange varebiler og erhvervskøretøjer, der potentielt kan forventes at få brug for adgang til ekstra opladning, har vi set på forholdet mellem trafik med varebiler og med personbiler. Vi har ikke detaljerede data om trafikken i Københavns Kommune, men vi har set på den samlede kørsel med varebiler, taxi og personbiler i 2019 (som et standardår, hvor Covid-19 ikke har spillet ind i de relative størrelsesordener) for hele landet. Dog vil en del af denne trafik allerede være medtaget under gruppen af personbiler. Ca. 1/5 af varebiltrafikken udføres med biler op til 2.000 kg., hvilket er den gruppe af varebilerne, hvor der allerede i dag er en del el-drevne biler i drift. Disse er derfor med i grundlaget for fremskrivning af behovet for ladeinfrastruktur.

Grundlaget er trafikken opgjort af Danmarks Statistik i Statistikbankens Tabel Vej23. Her udgør kørte kilometer med taxi 1% af kørsel med personbiler, mens varebiler over 2.000 kg udgør ca. 13%. Det antages, at dette er repræsentativt for fordelingen i Københavns Kommune. Derfor kan man antage, at der er behov for 10-15% ekstra DC-ladere (eller energi, der leveres gennem DC-ladere) for varebiler over 2.000 kg i forhold til de DC-ladere, der giver strøm til personbilerne.

Det forventes, at der er behov for 10-15% flere DC-ladere end det behov, der er fundet for personbilerne. Dvs. mellem 40 og 100 DC-ladere i 2035 til at imødekomme det ekstra behov fra varebiler.

På den korte bane er der behov for andre/flere steder, hvor aktiviteterne foregår (f.eks. på erhvervsparkeringen). Det skal imødekomme et behov, der tager udgangspunkt i en usikkerhed om mulighederne for at få strøm til sin el-varebil, hvis den løber tør for strøm i løbet af arbejdsdagen. Som allerede nævnt, vil en stor del af varebilernes opladning kunne foregå ved eksisterende DC-ladere til personbiler, og med udviklingen i varebilernes rækkevidde, vil det i 2035 være en mindre del af opladningen, der vil ske ved hjemmeadressen eller i forbindelse med ophold på varedepoter eller på DC-ladere langs med hovedvejnettet udenfor Københavns Kommune.

5.4.2 Lastbiler og turistbusser

Vejdirektoratet er i gang med en undersøgelse af, hvor stort behovet for opladning til tunge køretøjer kan forventes at blive. I forbindelse med undersøgelsen har COWI fastlagt, hvor stor en del af lastbilturene, der skal have supplerende

opladning undervejs på dagens ruter.¹² Vurderingerne når frem til, at knapt 40% af alle ture, hvor distancen er mere end 360 km på en dag (og alle kørte kilometer), har brug for supplerende destinationsladning eller ladning undervejs på turen (f.eks. i forbindelse med pause jf. køre-hviletidsreglerne). Med baggrund i undersøgelserne for Vejdirektoratet har COWI lavet en vurdering til brug for nærværende rapport. Den viser, at set i forhold til alle ture med tunge køretøjer er det kun ca. 12% af turene, der er så lange, og dermed kun **cirka 5% af de tunge køretøjer**, der har behov for ladning undervejs.

COWIs opgørelser viser, at de *små lastbiler under 18 tons*, står de for en mindre del af turene (5% af alle lastbilture), og kun ca. 10% af turene med de mindste lastbiler er længere end 360 km og vil derfor have brug for opladning undervejs.

Ser man alene på energibehovet og antallet af lastbiler, der i praksis har brug for opladning, når de kommer til Københavns Kommune, er det således ikke stort.

Som det også er tilfældet for varebilerne, er det i en tidlig fase i mindre grad det konkrete ladebehov, der er i fokus. For mange operatører er det derimod usikkerheden om eldrevne lastbilers (og varebiler, busser mv.) rækkevidde og dermed behov for opladning, der lige nu er en barriere for, hvor hurtigt de vil anskaffe elbilerne.

De største varebiler (3.000-3.500/4.250 kg) og lastbilerne (inkl. turistbusserne) er mere pladskrævende og vil ikke – eller kun i begrænset omfang – kunne benytte ladestandere til personbiler. Det er derfor relevant at udpege særlige steder, hvor de større køretøjer kan få adgang til opladning. Her skal der særligt ses på industriområder eller erhvervsområder, hvor bilerne i forvejen har adgang til parkering mv. Der er ikke mange af den slags områder af en vis størrelse i Københavns Kommune, men der kan dog identificeres områder i f.eks. Nordhavn, Sydhavnsområdet, Amager langs Artillerivej og området omkring Refshaleøen og Prøvestenen, hvor der er mere tung trafik end i den indre del af byen.

På kort sigt er der dog også behov for at sikre opladning på mere bynære lokaliteter for at imødegå den bekymring eller usikkerhed som transportørerne har ift. adgang til opladning, når de får behovet. I næste kapitel ses på nuværende udbud af ladeinfrastruktur. Der findes dog endnu ikke offentlig tilgængelig infrastruktur til lastbiler og turistbusser, men i Københavns Kommune findes flere tankstationer med adgang til optankning af lastbiler, hvor en (i nogle tilfælde) mere bynær privat etablering af ladeinfrastruktur med tiden kan forventes.

Det er svært at vurdere, hvor mange lademuligheder lastbiler og turistbusser skal have adgang til, særligt på den korte bane. På lang sigt giver opgørelserne fra Vejdirektoratets arbejde en indikation for behovet for lastbilerne. For at give

¹² Biler over 3.500 kg. klassificeres sammen med lastbilerne i statistikkerne for trafikarbejdet i Danmark.

en vurdering af ladebehovet, opgøres den samlede trafik med lastbiler i kommunen, hvor det kan antages, at andelen på 5%, der har behov for opladning for at kunne gennemføre dagens ture også er gældende for kommunen.

I 2014 kørte dagligt knap 20.000 lastbiler over kommunegrænsen til Københavns kommune.¹³ Dvs. 10.000 lastbiler, der kører ind og ud. Hvis det er unikke lastbiler, betyder det, at 500 lastbiler har behov for opladning på en given dag for at gennemføre alle dagens ture.

Et gennemsnitligt energiforbrug for en elektrisk distributionslastbil er 1,29 km/kWh.¹⁴ På de daglige ture kan så antages, at den supplerende opladning skal svare til halvdelen af det daglige energibehov. Omregnet vil det svare til 140 kWh i gennemsnit. I alt skal der oplades ca. 140 kWh/bil x 500 biler = 70 MWh om dagen, hvis alle lastbilerne omlægges til el.

Der sker en kraftig udvikling i ladekapaciteten på laderne. I dag findes allerede 350 kW ladere, og der er demonstreret ladere helt op til 3,5 MW. Fremtidens ladere til lastbiler vil derfor ligge mellem 350 kW og 3,5 MW (se også afsnit 8). Omkostningerne til de hurtigste ladere er dog en del større, så branchen vil ikke opstille de hurtigste ladere alle steder, medmindre der er et særligt behov. Opladning i fremtiden antages derfor at ske med 1 MW ladere. Der findes ikke et statistisk grundlag for at kunne vurdere, hvor stor udnyttelsen af sådanne ladere vil være. Med en antagelse om en faktisk udnyttelse, der svarer til udnyttelsen af DC-ladere til personbiler, kan det teoretiske behov fastlægges.

DC-ladere til personbiler udnyttes mellem 10 og 25% af den maksimale kapacitet. Det svarer til gennemgangen ovenfor som viser, at nuværende DC-ladere afgiver mellem 200 og 400 kWh i døgnet ud af et teoretisk maksimum på 2.400 til 5.000 kWh ved 24 timers udnyttelse. En 1 MW oplader vil derfor afgive mellem 2 og 6 MW i døgnet.

Det teoretiske behov for 1MW ladere til lastbiler i Københavns Kommune vil derfor ligge på 12 og op til maksimalt 35 ladere, hvis ALLE lastbiler er elektrificerede.

Der ligger ikke reelle prognoser for hvor stor omlægningen af den tunge transport til eldrift, man kan forvente.¹⁵ Det vil dog ikke være alle lastbiler, der er elektrificerede.

¹³ Jf. Trafikken i København, trafiktal 2010-2014. Københavns Kommune, 2017. Det er dog antal lastbilture, og ikke unikke lastbiler. Jf. hjemmesiden open-data.dk er trafikken i 2019 på cirka samme niveau. Det har ikke været muligt at udtrække de eksakte tal fra visningen på siden.

¹⁴ Jf. Energistyrelsens Alternative Drivmidler-model.

¹⁵ På tidspunktet for udarbejdelsen af rapporten har kun foreligget en fremskrivning fra Energistyrelsen, hvor udviklingen af el-lastbiler lå på, hvad der vurderes at være et urealistisk lavt niveau. Energistyrelsen har arbejdet med en opdateret fremskrivning som det ikke har været muligt at inddrage i arbejdet.

5.5 Samlet behov for DC-ladere

I tabellen herunder gives en samlet oversigt over det beregnede behov for DC-ladere til de tre hovedgrupper af brugere: kommunens borgere (og indpendlere), lette erhvervskøretøjer og lastbiler inkl. busser.

Tabel 2 Opsamling af behov for DC-ladere. Kilde: egne opgørelser

Brugergruppe	DC-lader behov i 2025	DC-lader behov i 2035
Beboere samt indpendlere, turister, taxier og små varebiler	50-100	300-600
Varebiler op til 4.000 kg. (varedistribution og håndværkere)	5-15	40-100
Lastbiler og busser (1 MW ladere)	5-10 (1 MW ladere)	15-25 (1 MW ladere)

6 Udbud af ladekapacitet i København

Til analysen er indhentet information om eksisterende DC-ladere i Københavns Kommune. Informationerne er indhentet fra kommunens egen registrering af ladere, input fra Drivkraft Danmark og fra Dansk e-Mobilitet samt www.elbilviden.dk. Der er endvidere indhentet input om planlagte opsætninger af DC-ladere i de nærmeste år. I de fleste tilfælde er disse uden konkret tidshorizont, og der er ingen indikationer af hvor meget, der vil blive opsat i de næste 10-15 år.

6.1 Nuværende ladeinfrastrukturudbud

Nedenstående oversigt viser den nuværende samlede DC-ladeinfrastruktur samt en samlet oversigt over de indmeldte planlagte yderligere udbygninger. Ultimo 2022 er der 42 DC-ladere i Københavns Kommune.

Udover DC-ladernerne er der omkring 1.250 offentligt tilgængelige AC-ladere (knap 2.500 ladeudtag) jf. ladekortet på Elbilviden.dk i København og Frederiksberg kommuner.

6.2 Forventning til fremtidig privat udbygning af ladeinfrastruktur

Ladeoperatørerne og benzinselskaberne er alle enige om, at de vil fortsætte udbygningen af ladeinfrastruktur. For ladeoperatørerne ligger en del af deres eksisterende ladere på offentlige arealer, og deres forventning til udbygning forventes derfor også at ske på offentlige pladser og arealer. Der vil dog også ske en udbygning på private områder med offentlig adgang. Særligt ved parkeringshuse, detailhandel, kontorbygninger og lignende.

Det har ikke været muligt at få informationer fra alle potentielle ladeoperatører (inkl. benzinselskaber) om deres forventninger til, hvor meget infrastruktur de forventer at sætte op. Derudover har de indhentede indmeldinger kun været rettet mod de næste 2-4 år.

Der er dog modtaget indikationer fra benzinselskaberne, at de alle regner med at sætte ladeinfrastruktur på alle nuværende anlæg. Enkelte har også indmeldt et forventet antal. Dette peger på forholdsvis store udbygningsplaner med en 6-dobling af antallet af ladere fra i dag frem til 2026 (på tankanlæg i Københavns Kommune), hvis alle følger den samme udbygningstakt. Det giver en samlet udbygning på godt 200 DC-ladere frem mod 2026, så der i alt er ca. 240 DC-ladere i kommunen.

For at vurdere om en sådan udbygning er mulig og for at vurdere, hvor meget yderligere udbygning på tankstationer og private arealer, der kan forventes efter 2026, er der udarbejdet en oversigt over alle tankstationer i Københavns Kommune. Dernæst er der foretaget en vurdering af størrelserne af disse for at fastlægge hvor mange ladestandere, der kan skaffes adgang til. Drivkraft Danmark har ikke en oversigt, der angiver størrelsen af de enkelte tankstationer, så optællingen er baseret på visuel inspektion via Google StreetView og COWIs eget

Digitale vejværktøj. Efter opgørelsen af antal mulige DC-ladepladser er det antaget, at andelen af ladere ud fra det maksimalt mulige antal svarer til elbilernes andel af den samlede bilpark.

Der er stor forskel på, hvor meget plads de enkelte tankstationer har. Enkelte (som f.eks. OK tanken på Ryesgade) har 2-4 benzin/dieselpumper og ikke meget areal udenom selve pumperne, mens andre (f.eks. Circle-K stationen på Frederiksborgvej) har 6-8 benzinpumper og meget udenomsareal. Der vil med andre ord kunne findes plads til mellem 6-8 ladestik på de mindste tankstationer/pladser (som f.eks. på OK tanken på Ryesgade) og enkelte vil kunne finde plads til 40 eller flere ladepladser på de store tankstationer (som pladsen på Frederiksborgvej).

Der ligger endvidere tre deciderede truck-tankstationer, hvor der også ville kunne etableres kombinerede ladepladser til såvel lastbiler som vare- og personbiler.

Hvis det antages, at pladsen på de enkelte tankstationer udnyttes fuldt ud til opsætning af DC-ladere, vil det med et gennemsnit på 16-20 mulige DC-ladere på hver station give ca. 240 DC-ladere. Om benzinselskaberne på den måde vil etablere ladere på hele arealet, er dog nok tvivlsomt, idet noget også skal fungere som almindelig parkering, venteplads til vaskehal mm. Og de vil givet beholde enkelte benzin og dieselpumper til de tilbageværende fossile biler.

I 2035 vil op mod 75% af bilerne i København være elbiler, så det vil betyde, at ca. 180 DC-ladere kan være på plads på de eksisterende tankstationer, hvis alle arealerne benyttes til DC-ladere.

Udover tankstationerne vil også andre private arealer blive brugt til at placere DC-ladere. Der er ikke mange indikationer på hvor meget af det, der vil blive etableret som DC-ladning. F.eks. har By & Havn i deres nylige udbud af lade-standere i deres p-huse ikke vurderet behov for etablering af DC-ladning. Til gengæld har taxi-selskabet Viggo selv fået etableret DC-ladning til egne biler med adgang for alle andre brugere flere steder (Bernstorffsgade er den eneste i Københavns Kommune). Tilsvarende ses i f.eks. Albertslund (Hedemarken), hvor der i en boligforening er etableret DC-ladning.

Det er med andre ord ikke muligt at give et særligt datadrevet bud på hvor mange DC-ladere, der vil blive opsat på private arealer i kommunen frem mod 2035. Et skøn er derfor, at det vil svare til antallet, som opsættes på tankstationerne, hvilket derfor vil være i størrelsesordenen 100-200 ladere.

Samlet vil der kunne blive opsat op til godt 300 DC-ladere på private arealer frem mod 2035. Det betyder også, at udbygningstakten vil aftage på de private arealer efter 2026.

I vurderingen antages derfor:

- > Frem mod 2026 udbygges med i alt 200 DC-ladere på private arealer

- > Fra 2026 og frem mod 2035 udbygges op til i alt 330 DC-ladere på private arealer (180 på tankstationer og 150 på andre private arealer).

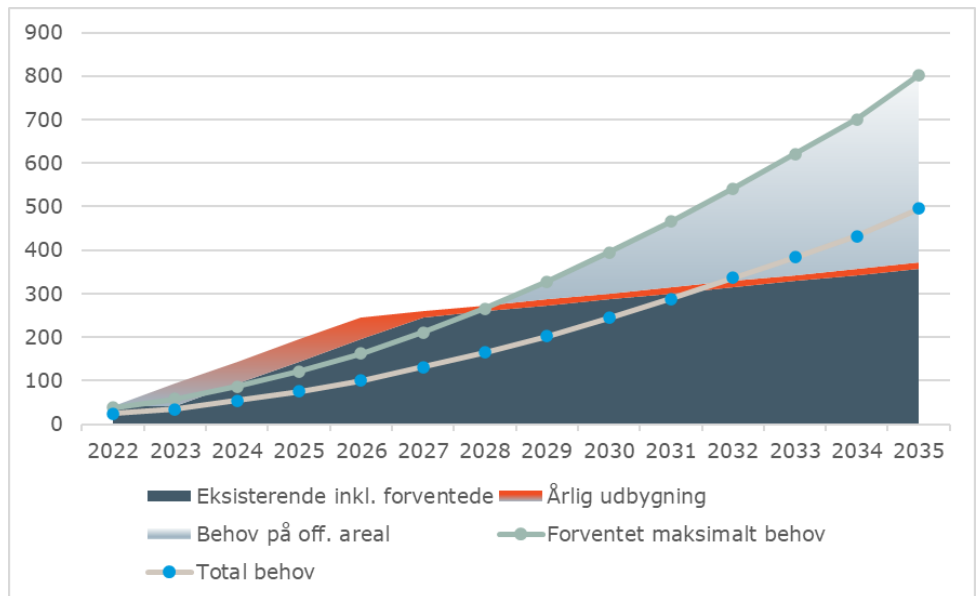
6.3 Forventet behov for DC-ladeinfrastruktur på offentligt tilgængelige kommunale arealer

I dette afsnit beskrives det behov, der er for at få opsat offentlig tilgængelig ladeinfrastruktur på kommunens arealer, når de private aktører har opsat ladeinfrastruktur (på de private arealer – p-huse, private p-pladser, tankstationer og andre lokaliteter). Denne rest er opgjort ved at sammenholde det forventede behov jf. afsnit 4.

I Figur 5 gives en mulig udvikling i opsætning af DC-ladeinfrastruktur baseret på de ovennævnte vurderinger af, hvordan udbygningen kan ske. Som basis vises det akkumulerede antal ladere, hvor der år for år medregnes forrige års udbygning af ladere. Kurverne i figuren viser det vurderede behov for DC-ladere (dels det gennemsnitlige bud og dels det maksimalt vurderede behov), og endelig viser det gråt skraverede område den udbygning, der skal ske på offentlige arealer, for at nå det forventede maksimale behov for ladere.

Udviklingerne er naturligvis baseret på de mange antagelser beskrevet i de forrige afsnit. Derudover er den præcise udbygningstakt for ladeoperatørerne på de private områder ikke nødvendigvis helt i den takt, som er vist i figuren.

Figur 5 Udvikling i udbygning af DC-ladeinfrastruktur.



Med udgangspunkt i disse vurderinger, kan det forventes, at der i 2035 skal installeres mellem 100 og 400 DC-ladere på offentlige arealer. Det noteres også, at der ikke umiddelbart kan identificeres et behov for at inddrage offentlige arealer til DC-ladere før 2028 og måske endda senere, hvis det vurderede behov er mindre end det maksimalt estimerede behov. Omvendt kan behovet også opstå, hvis tankstationerne og andre aktører med adgang til private arealer ("private

udbydere”) ikke udbygger i den takt, det er forudsat i vurderingen her. Københavns Kommune og Drivkraft Danmark (samt andre aktører som f.eks. Copenhagen Electric) gør en indsats for at få disse private operatører til at rulle ud i god tid, så kan Københavns Kommune undgå at udlægge arealer. Men hvis de private udbydere er langsomme i optrækket, så bliver der et behov for, at den offentlige sektor reserverer og udbyder flere arealer. Risikoen er, at kommunen skal bruge mere areal på ladestandere end nødvendigt, hvis de private udbydere ikke kommer i ”omdrejninger” i tide.

Udover behovet til personbiler og varebiler, der er medregnet i det viste behov i figuren, er der også behov for ladning til de store varebiler og lastbilerne hhv. busser. Selvom ladeoperatørerne og benzinselskaberne ikke endnu har påbegyndt opsætning af ladeinfrastruktur til de tunge køretøjer, har flere af selskaberne indikeret, at de også ser denne del af transporten som et marked, de gerne vil kunne tilbyde ladning til.

Der er, som nævnt, i dag tre deciderede truck-tankstationer i kommunen, hvor det kan forventes, der vil blive adgang til opladning. Derudover vil distributørerne også opsætte ladeinfrastruktur på egne depoter. Som nævnt tidligere, er der på det korte sigte en udfordring med at sikre adgang til ladning for erhvervskøretøjerne (særligt lastbilerne). Det gælder både undervejs på de lange ture, men også som en sikkerhed for at kunne få ladet op, hvis behovet opstår. Denne udfordring gælder også i Københavns Kommune.

Opgørelserne af den mængde strøm, der efterspørges af de tunge erhvervskøretøjer, er ikke stor. Mange af varedistributørerne, der leverer varer inde i byen, har i det seneste år udarbejdet strategier for omstilling til elkøretøjer. Der er dog stor variation i hvor meget og hvor hurtigt udskiftningen forventes at ske. Store operatører som PostNord, Bring, Danske Fragtmænd, DHL og GLS forventer mere end 50% elkøretøjer omkring 2025 og endnu flere frem mod 2030. Det er dog hovedsageligt de mindre køretøjer (varebiler og de mindste lastbiler). Interview med branchen bekræfter generelt de ovenstående vurderinger af, hvor opladningen kommer til at foregå. Dvs. hovedsageligt ved egne depoter (60-80% for vare- og distributionsbilerne), hos kunderne (10-20%) og på offentligt tilgængelige ladere (10-20%).

Behovet for offentligt tilgængelig ladeinfrastruktur kan derfor formodentlig imødekommes ved et mindre antal truck-ladepladser på de steder, hvor de vil opholde sig f.eks. i forbindelse med aflæsning eller omlæsning af bilerne (på egne depoter, i erhvervsområder i kanten af byen og erhvervs parkeringspladserne tættere på byen – disse dog primært for varebiler og ikke de store lastbiler). For varebilsegmentet vil erhvervsparkeringen ofte ligge i nærheden af DC-ladestationer (eller de mange ladere, som opsættes i de næste år i byen jf. opgørelsen ovenfor). Behovet for yderligere arealer til erhvervsopladninger er derfor størst for de store varebiler og for lastbilerne i udkanten af byen.

Det er ikke muligt med den information, som findes p.t., at beregne præcist hvor mange ladepladser, der er behov for til erhvervskøretøjerne (nu eller i 2035). Anbefalingen er derfor, at der udvælges et antal ladepladser egnet til dels varebiler, dels til de store varebiler og til lastbilerne, hvor der kan opsættes

truck-ladere i den nærmeste fremtid. På baggrund af de nævnte strategier til omlægning til elbiler fra varedistributørerne, vil behovet være hastigt stigende frem mod 2025 og 2030. Der er senest påbegyndt udbygning af truck-ladestander fra nogle olieselskaber. En del af den bynære offentligt tilgængelige truck-ladning vil blive udbygget på truck-tankstationerne i kommunen, som derfor vil reducere behovet for at bruge offentligt tilgængelige kommunale arealer.

7 Egnede arealer til DC-ladeinfrastruktur

I dette afsnit beskrives, med hvilke metoder og på hvilket grundlag, en udpeging af relevante egnede arealer til opstilling DC-ladeinfrastruktur i Københavns Kommune er foretaget. Afsnittet rundes af med en liste over identificerede egnede arealer.

7.1 Metode til arealscreening

COWI har udviklet en lokaliseringsmodel, der har til formål at bistå med udpeging af arealer til brug for et givent formål. Modelværktøjet har således tidligere været anvendt ifm. lokalisering af f.eks. datacentre og solcelleparker. For at kunne bringe modellen i stand til at udpege egnede arealer til DC-ladeinfrastruktur i København, har det været nødvendigt at tilpasse den. Denne "kalibrering" er dels foretaget med afsæt i inputs fra en forudgående interessedialog (beskrevet i afsnit 4). Men også andre hensyn, end dem som markedsaktørerne har sigte på, er lagt ind i modellen. Det gælder f.eks. en række begrænsninger og forhold, der ud fra en byplanmæssig helhedsbetragtning vurderes at være "følsomme".

Udpegingen af egnede lokaliteter er således en øvelse, der går ud på at *fravælge* areal til brug for opstilling af DC-ladeinfrastruktur af enten markeds-mæssige eller "følsomme" årsager (en bottom-up metode), for derefter at *prioritere* (rangere) øvrigt potentielt areal (en top-down metode). Der lægges i udpegingen af egnede arealer vægt på, at flest mulige af "markedsdialogens ønsker" kan opfyldes, dog under hensyn til, at DC-ladeinfrastruktur så vidt muligt dækkes geografisk bredt i hele Københavns Kommune.

I den gennemførte aktørdialog er der identificeret en række forhold, som markedet vurderer som afgørende vigtige ifm. etablering af DC-ladere, heriblandt at:

- > Der på en ladehub, afhængig af dens beliggenhed og primære betjeningsområde, bør være tilstrækkeligt areal til opstilling af et større antal ladere, som udgangspunkt mellem 6-8 hhv. 12-16 ladere og i nogle tilfælde måske med mulighed for yderligere udbygning på sigt (jf. punktet herunder).
- > Arealerne skal kunne rumme et endnu større antal ladere i fremtiden (fremtidssikring).
- > Der er let tilgængelighed til/fra byen eller bydelen, hvor brugeren har sine daglige ærinder, dvs. fra hovedfærdselsårer og trafikknudepunkter.
- > Der er tilstrækkelig med plads til også at sikre til- og frakørsels- samt manøvreforhold såvel som øvrige faciliteter (fx toilet).
- > Der i umiddelbar nærhed forefindes muligheder for shopping eller andre ærinder.
- > Arealet ligger ikke tæt op ad boliger eller i den indre by (centrum).

Blandt de mere "følsomme" forhold, er der lagt vægt på:

- > Respektafstande til f.eks. kirker og andet arkitektonisk/fredet/bevaringsværdigt byggeri såvel som friarealer, statuer og grønne områder/åndehuller.

Ovennævnte forhold har været tillagt stor vægt i lokaliseringsmodellen og dermed i udpegningen af potentielt egnede arealer.

Lokaliseringsmodellen, der er anvendt til udvælgelse af egnede lokaliteter til opstilling af DC-ladeinfrastruktur, er opbygget omkring et underliggende 50x50 meter kvadratnet. Oven på dette er føjet input fra geolokaliserede objektive data, dvs. data der indeholder et stedsspecifikt koordinat. Det kan f.eks. være en bygning eller placering af eksisterende ladeinfrastruktur.

Metoden gør det muligt at lægge vægt på flere og forskelligartede oplysninger i forskellige datasæt, der ikke umiddelbart kan sammenholdes. Inden for hvert felt er der gjort betragtninger om tilstedeværelse af de enkelte geolokaliserede data.

Afhængig af bl.a. afstande og eventuelt omfang (mængde) af et fysisk forhold bidrager hvert datasæt i hver enkelt felt til én slags "pointgivning" for et givent felt, der benyttes til at rangere felterne relativt ift. hinanden. Modellen forholder sig således til følgende:

- > Indbyrdes relevans, datasættene imellem
- > Nærhed/afstand til en given fysik
- > Omfang/mængde af et fysisk forhold
- > Ekskluderende forhold.

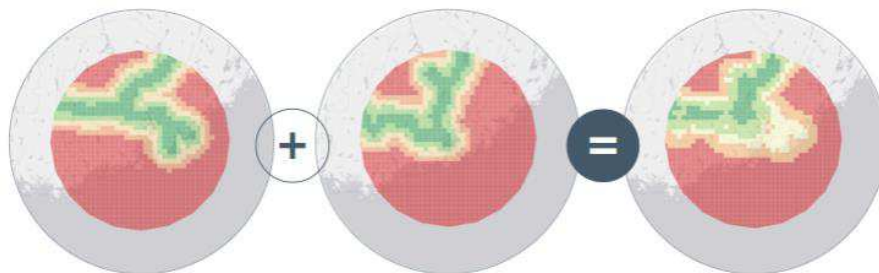
I udpegningen af egnede områder er der f.eks. vurderet en *indbyrdes større relevans* af nærhed til en trafikeret vej, end nærhed til toiletforhold, uden at sidstnævnte derved bliver irrelevant for modellens virke.

Endvidere er eksempelvis trafik relevant ift. både afstand og trafikmængde. Jo kortere afstand mellem en trafikeret vej og et relevant areal, des mere relevant for DC-ladning. Ligeledes gælder, at jo mere trafik, des mere relevant er arealet som DC-ladehub.

Enkelte datatyper er decideret *ekskluderende* og inddrages med en sandt/falsk betragtning, idet der foretages en undersøgelse af, om et opsat kriterie er opfyldt, eksempelvis om kirkebyggelinjer respekteres.

De sammenholdte data medfører på tværs af disse en samlet vægtning af hvert underliggende 50x50 m felt, i princippet som illustreret i Figur 6.

Figur 6 Eksempel på metodik med kvadratnet af flere datalag



7.2 Datagrundlag for udpegning af arealer

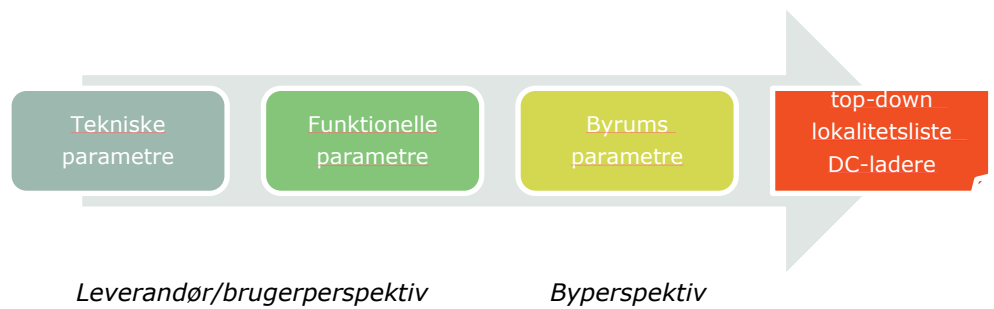
Der er indhentet en lang række data, som udgør basis for udpegningen af relevante arealer til opstilling af DC-ladere blandt Københavns Kommunes ejede eller administrerede arealer (herunder vejarealer). Følgende datatyper bruges:

- > Adressetema om kommunens ejendomme (leveret af Københavns Kommune)
- > Geolokaliserede data om Københavns byrumsmæssige forhold og -inventar (fra opendata.dk/city-of-copenhagen)
- > Oplysninger fra Resights
- > Trafiktal (fra Mastra)
- > BBR-data (COWIs egen adgang til BBR registre)
- > Oversigt eksisterende og planlagte ladere (Drivkraft Danmark) suppleret med individuelle erfaringer.

Rangeringen af felter er sket dels på baggrund af de forhold, som enten leverandører eller brugerne lægger vægt på, og dels af hensynet til at sikre de fornødne rammer for, at der kan skabes gode forhold for kommunens borgere og gæster, hvor især de mere bløde værdier er søgt inddraget.

I Københavns Kommune er undersøgt tilstedeværelse af relevante forhold, f.eks. relevant areal eller parkeringsområde, trafikmængder, kulturelle tilbud eller respektafstande til kirker, statuer eller lignende. Der er blevet arbejdet med tre kategorier af parametre; tekniske, funktionelle og byrumsmæssige jf. Figur 7, der udgør de geolokaliserede objektive data som modellen benytter.

Figur 7 Proces for identificering af liste over egnede lokaliteter til DC-ladning



Parametrene kan således medføre enten til-/fravælgelse eller op-/nedprioritering af en lokalitet, alt efter type af parametre. Formålet er således todelt, nemlig dels at skære arealer fra og dels at bringe relevante, særligt egnede lokaliteter op øverst i prioriteringsrækkefølgen. Som et eksempel medfører kirkebyggelinjer et egentligt fravalg af et givent område inden for afgrænsningen af linjen, hvorimod fraværet af en anseelig trafikmængde alene medfører en nedprioritering af et område.

Grundlaget for at udpege egnede arealer spiller dermed ind på flere sæt af data, der tager hensyn til både krav og prioriterede forhold. Parametrene består af en række datasæt, der helt overvejende er valgt på baggrund af input fra aktørerne gennem markedsdialogen, på basis af COWIs indsigt i området samt på input fra Københavns Kommune. Dataemnerne, der anvendt i modellen, ses af Figur 8.

Figur 8 Dataemner der anvendes i modellen til udpegnig af egnede områder



7.3 Proces for behandling af modelresultater

Lokaliseringsmodellen har udpeget 43 potentielt egnede felter, dvs. felter der i høj grad opfylder alle eller de fleste af de opstillede lokaliseringsparametre. Lokaliseringsmodellen har således sikret, at et udpeget område opfylder de opstillede lokaliseringskriterier, men den specifikke arealudvælgelse er sket gennem en manuel vurdering.

Den manuelle vurdering er foregået ved en gennemgang af de felter, som modellen har fundet mest velegnede i forhold til DC-ladning samt nærområder omkring, med henblik på den præcise udpegnings af egnede lokaliteter.

Den manuelle gennemgang er foretaget af COWIs tværfaglige mobilitets- og byrumsfaglige team i en proces, hvor der især er taget hensyn til mobilitets- og byrumsfaglige forhold, og hvor særligt (men ikke kun) følgende forhold er taget i betragtning:

- > Adgangsforhold (trafikale forhold)
- > Mobilitet og tilgængelighed (trafik- og byrumsfagligt forhold)
- > Indpasning i byrum (byrumsfaglige forhold)
- > Gang- og sigtelinjer (byrumsfaglige forhold)
- > Parker samt grønne og blå byrum (byrumsfaglige forhold).

Det tværfaglige team har endvidere inddraget den viden, som er indhentet igennem markedsdialogerne, hvor aktørerne specifikt er spurgt ind til relevante forhold såvel som gennemgangen er baseret på indspil fra Københavns Kommune. Der er desuden benyttet lokalt kendskab, "Danmarks digitale gadefotos", luftfotos samt oplysninger tilgængelig fra "Københavnerkortet".

7.4 Relevante DC-ladelokaliteter i København

De 43 potentielt egnede felter er efter den manuelle gennemgang reduceret betydeligt i antal. Det skyldes dels forhold, som modellen ikke har taget højde for, dvs. forhold der umiddelbart ikke kan henføres til geolokaliserede data, primært de byrumsfaglige forhold, herunder æstetiske hensyn, sigte- og ganglinjer, men også trafikale forhold som trafiksikkerhed og øvrige mobilitetsformer.

Antallet af lokaliteter er herudover suppleret med et antal arealer, der ikke nødvendigvis er udpeget af modellen, men alligevel vurderes at have relevans – dette også af hensyn til at opnå en bred geografisk dækning. Nogle af disse supplerende arealer tilhører Københavns Kommunes Ejendomme (KEID), andre er beliggende i tilknytning til busterminaler og atter andre er allerede i dag udstyret med (AC)ladeinfrastruktur, men har potentiale til at blive opgraderet med DC-ladere (også).

Det resulterende antal udpegede lokaliteter er derfor 22 offentligt tilgængelige kommunale arealer (se Figur 9 og Figur 10 samt Bilag B for nærmere præsentation af arealerne på kort). Dette antal lokaliteter er vurderet tilstrækkeligt til at imødekomme behovet jf. afsnit 6.3, idet næsten alle lokaliteter har en størrelse, så der kan etableres mindst 16 ladere og for flere af dem flere end 16.

En enkelt lokalitet er alene egnet for busser, mens der blandt de øvrige 20 lokaliteter findes 2 lokaliteter, hvor opladning af større lastbiler også er muligt, foruden opladning af biler, taxier og øvrige erhvervskøretøjer. Det er desuden fundet relevant at opstille DC-ladere på et par arealer tilhørende By & Havn. Det gælder dels på Oceankaj, til servicering af de turistbusser, der transporterer

krydstogspassager, og dels på Dampfærgevej omkring havneterminalen, til servicering af primært store lastbiler, fortrinsvis ifm. færgeoverfarterne. Københavns Kommune opfordres til dialog med By & Havn om muligheden for opstilling af DC-ladere på disse arealer.

Det er ligeledes fundet relevant (men ikke udpeget pga. ejerforhold) at opstille lader til busser ved Toldbodgade¹⁶. Københavns Kommune ejer sammen med Slots- og Kulturstyrelsen et areal, beliggende nord for Amaliehaven, der i dag benyttes af busser til parkering. Københavns Kommune opfordres til dialog med Slots- og Kulturstyrelsen om muligheden for opstilling af DC-ladere på dette areal forbeholdt busser.

Endeligt er Øster Allé undersøgt som et alternativt sted for busopladning. Kun den allernordligste del af Øster Allé vurderes relevant. I dag er arealet indrettet med skråparkering til biler. Inddragelse af disse til busholdepladser vil yderligere reducere antallet af p-pladser til personbilerne på Østerbro. Københavns Kommune opfordres til at overveje en prioritering af busopladning frem for kantstensparkering til biler på denne lokalitet.

Tabel 3 Oversigt over udpegede lokaliteter til opstilling af DC-ladere jf. kort på Figur 9.

Nr	Bydel	Sted	Bemærkning	Ladetype
1	Østerbro	Østerbrogade 240		Kombination
2	Østerbro	Tuborgvej 174a		Primært lynladning
3	Brønshøj-Husum	Mosesvinget/Hareskovvej		Primært lynladning
4	Indre by	Nyrupsgade 27		Primært lynladning
5	Indre by	Bernstorffsgade 29		Primært lynladning
6	Amager Øst	Italiensvej 64A	KK har allerede udstedet tilladelse til 7 lynladere, der vurderes behov for yderligere	Primært lynladning
7	Nørrebro	Stengade 14	Muligt nybyggeri indskrænker muligheden for DC-ladere	Kombination

¹⁶ Der er planlagt et omdannelsesprojekt i Toldbodgade, men med forventning om opretholdelse af arealet som busholdeplads. Der er delt ejerskab af p-pladsen.

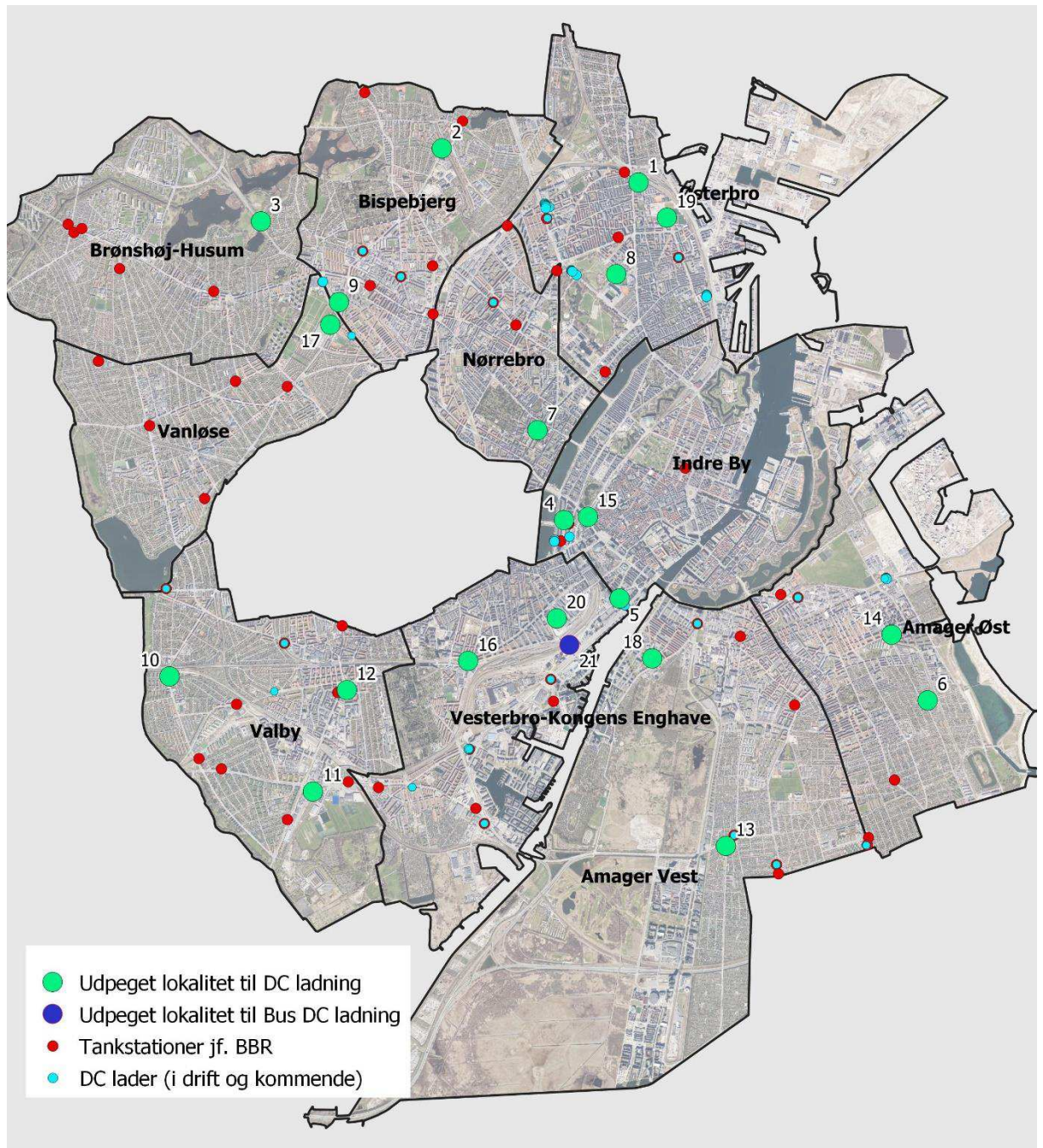
Nr	Bydel	Sted	Bemærkning	Ladetype
8	Østerbro	Gunner Nu Hansens Plads		Primært hurtigladning
9	Bispebjerg	Hulgårdsvej 119	Også egnet for lastbil "Cirkuspladsen" – anvendes normalt til Cirkus	Primært lynladning
10	Valby	Vigerslevvej 111		Primært lynladning
11	Østerbro	Blushøjvej	Også egnet for lastbil	Primært lynladning
12	Valby	Gl. Køge Landevej 1		Kombination
13	Amager Vest	Kongelundsvej 30		Primært lynladning
14	Amager Øst	Lergravsvej 32	Byggelovspladser	Kombination
15	Indre by	Jarmers Plads		Primært lynladning
16	Vesterbro-Kongens Enghave	Sønder Boulevard 139	Muligt nybyggeri indskrænker muligheden for DC-ladere	Primært lynladning
17	Vanløse	Hulgårdsvej 100z		Kombination
18	Amager Vest	Kigkurren 8D		Kombination
19	Østerbro	Svendborggade (Østerbro Skøjtehal)		Primært hurtigladning
20	Vesterbro-Kongens Enghave	Kødbyen	Fredet areal – tilladelse skal gives af Slots- og Kulturstyrelsen	Primært hurtigladning
21	Vesterbro-Kongens Enghave	v. Dybbølsbro (projektkalitet)	Kun egnet bus	Lynladning

Udover ovennævnte, har modellen udpeget et areal omkring Hans Knudsens Plads, hvor der aktuelt opstilles DC-ladere (Clever's ladehub), og mulighederne for yderligere opstilling der vurderes at være udtømte. Omvendt, har modellen også udpeget Bernstorffsgade 29, hvor der også er opstillet DC-ladere, men her vurderes der at være yderligere mulighed for opstilling af DC-ladere.

De udpegede arealer modsvarer det forventede behov for ladeinfrastruktur på offentlige arealer, behandlet i afsnit 6.3 da der jf. ovenfor for (næsten) alle udpegede lokaliteter kan etableres mindst 16 ladere.

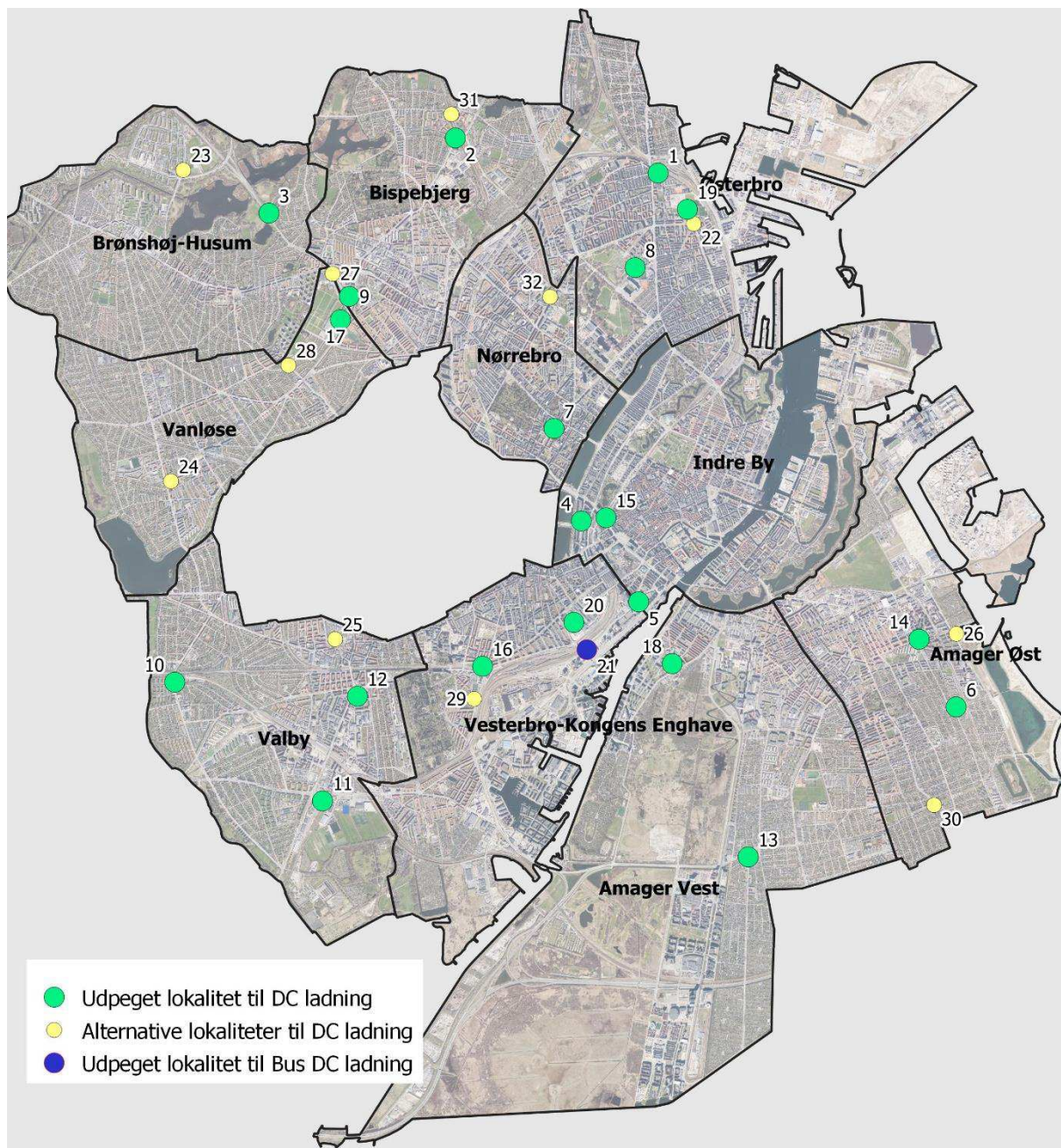
Fælles for arealerne er, at de trafikale adgangsforhold er særdeles gode, hensynet til mobiliteten (dvs. øvrige trafikarter og særligt cyklisterne) og tilgængelighed generelt er opfyldt. For så vidt angår de mere byrumfaglige aspekter, er arealerne nøje gransket i forhold til indpasning i byrummet, dvs. at det er vurderet muligt at etablere DC-ladere på arealet på en måde, der tager højde for gang- og sigtelinjer, og på en måde, der ikke skæmmer herlighedsværdier, som eksempelvis parker samt grønne og blå byrum. Det er bl.a. sket ved at fokusere på hvad der findes omkring de ydre grænser for det udpegede område, herunder om rummet er lukket om sig selv og derfor er mindre følsomt for visuelle gener.

Figur 9 Kort over udpegede lokaliteter til opstilling af DC-ladere



Gennemgangen og vurderingen af felter har endvidere medført udpegnig af øvrige 9 potentielle alternativer til opstilling af DC-ladere på offentligt areal (se Figur 10, der ligeledes kan genfindes i Bilag B). Disse alternativer kan Københavns Kommune eventuelt udnytte, hvis et eller flere af de først-prioriterede arealer vælges udnyttet til et andet specifikt formål, der ikke er foreneligt med opstilling af DC-ladere.

Figur 10 kort over udpegede lokaliteter samt alternativer til opstilling af DC-ladere



Tabel 4 Oversigt over alternative lokaliteter til opstilling af DC-ladere jf. kort på Figur 10

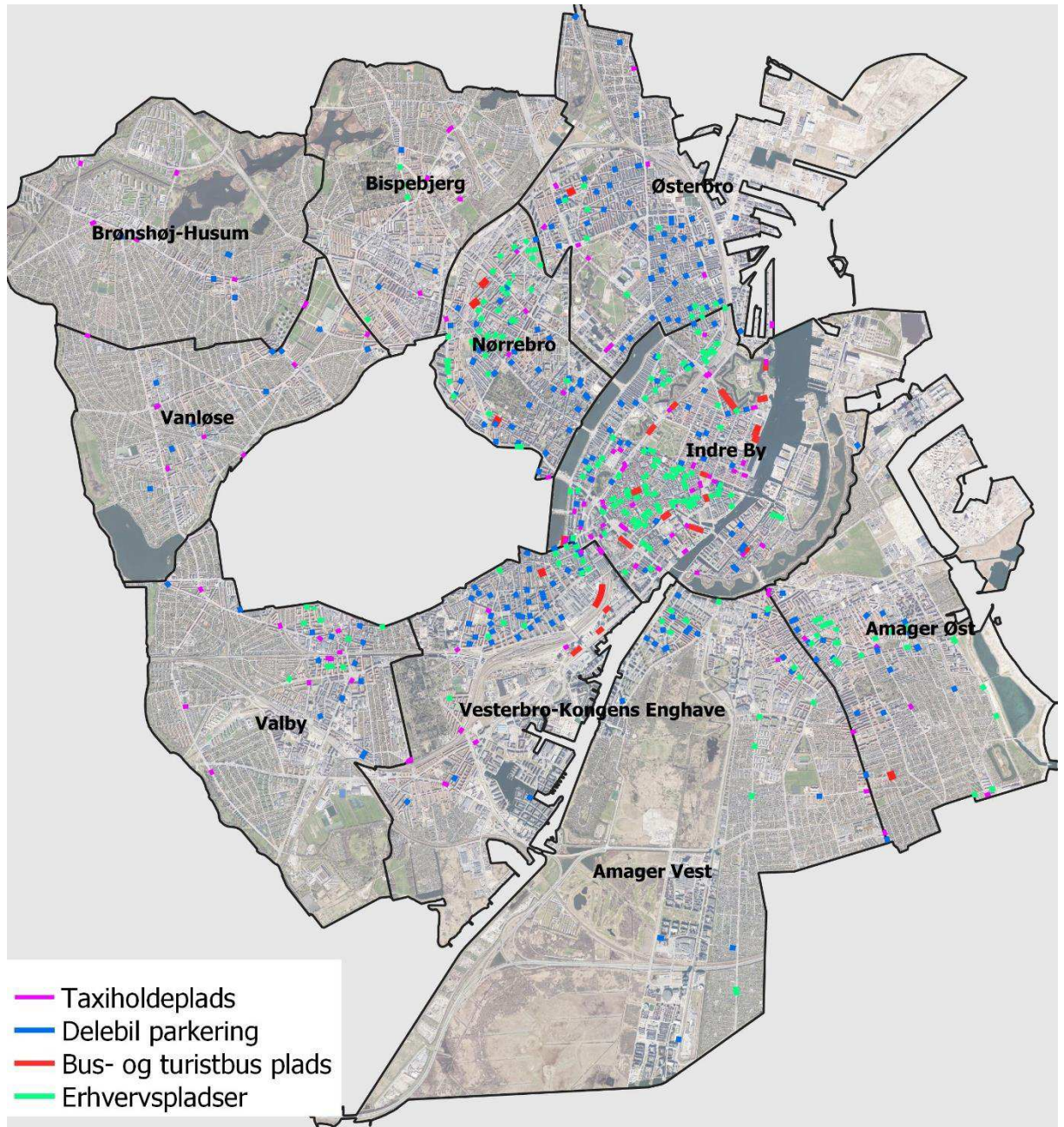
Nr.	Potentielle alternativer	Bemærkning	
22	Strandboulevarden 120		Primært hurtigladning
23	Terrasserne 3		Primært hurtigladning
24	Helga Larsens Plads		Primært hurtigladning
25	Mosedalvej 7		Primært hurtigladning
26	Amager Strandvej 17		Primært hurtigladning
27	Borups Alle (v. Svømmehal)	KK har allerede udstedt tilladelse til DC-ladere	Primært lynladning
28	Godthåbsvej 249		Kombination
29	Bavnehøj Hallen		Primært lynladning
30	Greisvej 74		Primært hurtigladning
31	Emdrupvej 115A		Primært hurtigladning
32	Jagtvej 157		Primært lynladning

7.5 Ladeinfrastruktur på specialparkeringspladser

Som led i analysen er det blevet undersøgt, hvorvidt der er behov for opstilling af DC-ladere på specialparkeringspladserne i København. Resultater og anbefalinger er kort opsummeret i det følgende.

Rundt om i København findes et antal dedikerede p-pladser, såkaldte specialparkeringspladser til forskellige typer erhvervskøretøjer, omfattende taxier, last- og varebiler (gulpladekøretøjer) turist- og langtursbusser samt delebiler, se oversigten i Figur 11.

Figur 11 *Oversigt over specialparkeringspladser i Københavns Kommune, herunder taxiholdepladser, delebils- og erhvervsparkering samt over bus- og turistbusholde- og parkeringspladser. Kilde: opendata.dk/city-of-copenhagen*



7.5.1 Taxi-holdepladser

Interessentdialogen har vist, at omstillingen af taxier til eldrift i hovedstadsområdet er i markant fremgang i disse år. Samtidig gives der udtryk blandt aktørerne i branchen for, at det er vanskeligt at finde (lyn)opladningsmuligheder i tilstrækkeligt omfang og med en tilstrækkelig god geografisk spredning i København. Med henvisning til den foretagne analyse af behovet for DC-ladecapacitet i København, hvor også erhvervskøretøjerne er medtaget, kan det forventes, at

den planlagte udbygning af DC-ladeinfrastruktur (på private arealer) i kommunen vil være tilstrækkelig til også at imødekomme taxiernes behov for DC-opladning, i hvert fald frem til omkring år 2026.

Et andet forhold, der har været adresseret ift. opladning af taxierne, er mulighederne og relevansen af alternative opladningsteknologier. Der har været peget på to forskellige løsninger – dels induktiv (trådløs) opladning inspireret af pilotprojekter i Oslo og Gøteborg (se afsnit 8.3.3) og dels reorganisering af taxiholdepladsen i ét særskilt afsnit til opladning, hhv. ét til optag af passagerer.

De kommunale taxiholdepladser er helt overvejende kantstensparkering med plads til mindre end 10 taxier, og disse p-områder er på grund af pladsmangel ikke velegnede til opstilling af konventionelle DC-ladere. De er således heller ikke egnede til opdeling i flere afsnit. Hvorvidt trådløs opladning vil være en relevant og egnet løsning, er vanskeligt at vurdere på baggrund af den gennemførte aktørdialog og de hidtidige erfaringer fra forsøgene i Oslo og Gøteborg. Som udgangspunkt er det dog vurderingen, at taxiernes nødvendige ladebehov vil blive dækket via kommende planlagte udbygninger på tankstationer og andre private arealer i København de næste i hvert fald 5 år.

Elektrificering af de større taxier/flexbiler er så småt begyndt, men de elektriske modeller er endnu ikke økonomisk rentable.

7.5.2 Erhvervsparkeringspladser

Gulpladeparkeringspladserne i København er fortrinsvis tiltænkt varebiler og lastbiler. Disse er typisk etableret som kantstensparkering. En gennemgang af gulpladeparkeringspladserne i København viser, at der generelt er meget begrænset mulighed for etablering af DC-ladere ved disse pladser. Baseret på input fra aktører i branchen (og som også beskrevet i afsnit 5.4) er det forventningen, at behovet for opladning af de varebiler, der betjener København, hovedsageligt dækkes af ladere, opstillet på operatørernes terminaler beliggende uden for byen, idet kørselsafstanden derfra til byen er forholdsvis kort. Elektriske varebiler vil kunne foretage DC-opladning på de samme ladepladser, som benyttes af personbilerne, og eventuel nødvendig supplerende opladning vil derfor kunne foretages på mange af byens tankstationer, som de kommende år forventes udstyret med lynladere.

7.5.3 Busparkeringspladser

Elektriske busser er velkendte i den offentlige kollektive transport, men de har endnu ikke fundet vej til de private aktører og operatører i Danmark. Det er de derimod i f.eks. Norge, og batteridrift i busser er da heller ikke teknologisk væsensforskelligt fra lastbiler, som er godt på vej til at blive implementeret i Danmark jf. afsnittet nedenfor. Så forventningen er, at der vil komme el-busser til transport af turister mv. og på sigt også i regionaltrafikken, dvs. i fjernbusserne.

Der findes enkelte dedikerede holdepladser i København til turist- og fjernbusser. Det skal i den sammenhæng bemærkes, at den nuværende holdeplads ved

DGI-byen (Ingerslevsgade v. Tietgensgade) i fremtiden erstattes med en ny-etableret fjernbusterminal ved Dybbølsbro Station.¹⁷ Det er vurderingen, at denne terminal vil være velegnet til etablering af lynladere i fremtiden, og ifølge Økonomiforvaltningen i Københavns Kommune er det tidligere aftalt med Vejdirektoratet, at busterminalen forberedes til evt. senere opsætning af ladeinfrastruktur.

7.5.4 Delebilparkeringspladser

Interessentdialogen har vist, at delebilerne stort set kun oplades ved AC-ladere rundt om i København. Når de en sjælden gang DC-lades, er det ifm. længere ture, som må antages at være udenfor København. Det er derfor vurderingen, at der ikke er behov for opstilling af DC-ladere på de dedikerede delebilparkeringspladser. Derimod vil en yderligere AC-ladere være relevante på disse p-pladser, hvor brokvartererne har højest prioritet.¹⁸

¹⁷ Vejdirektoratet er aktuelt i samarbejde med Københavns Kommune ved at anlægge en busterminal ved Dybbølsbro i København, hvor fjernbusserne til og fra København samles. Kilde: Vejdirektoratet.dk (opdateret d. 27/1-2023).

¹⁸ Baseret på input fra aktørdialogen.

8 Ladeinfrastrukturens og elbilernes teknologiske udvikling

I dette afsnit præsenteres og diskuteres perspektiverne for de mest dominerende og nyeste elbil- og batteriteknologier, baseret på interviews med nøgleaktører i branchen.¹⁹ Det centrale spørgsmål, der er søgt besvaret er, hvilke eventuelle innovative, markedsmodne hurtig- og lynteknologier mv., der er på vej til at blive implementeret af markedsaktørerne, og som det vil være relevante at efterspørge i et evt. kommende udbud af ladepladser i København.

8.1 Elbilbatterier

Siden elbilerne for alvor kom på markedet for ca. 10 år siden, er den gennemsnitlige batteristørrelse øget betragteligt. I dag har de større bilmodeller en reel rækkevidde på 4-500 km, nogle endda mere. Batteriet er det største enkelte omkostningselement i en elbil, og prisen for batterier er, efter at have været konstant faldende de sidste mange år, nu udviklingen i prisen væsentligt aftaget.²⁰ En gennemsnitlig elbil koster i størrelsesordenen 350.000 DKK mod 200.000 DKK for en konventionel bil. Så hvis elbilerne skal ned i et prisleje, hvor de fleste bilkøbere kan være med, er det formodentlig nødvendigt at nedskalere batteristørrelsen på disse elbiler til i størrelsesordenen 50-60 kWh. Det vil betyde en kortere rækkevidde, som, hvis bilen skal have den ønskede funktionalitet, må kompenseres af et veludbygget netværk af ladeinfrastruktur samt en effektiv opladning.

Figur 12: Nyere elbilmodeller har oftest batteripakken liggende i bunden af bilen imellem for- og bagakslen, som det også ses på denne udstillingsmodel (Hyundai).



Det er ikke forventningen blandt aktørerne i branchen, at nye batteriteknologier i væsentlig grad vil ændre dette billede de kommende 5-10 år. Den teknologiske udvikling indenfor ladeteknologi vil ske gennem lidt større batterier og noget hurtigere ladehastighed – måske i nogle tilfælde meget hurtigere – men der er

¹⁹ Se referenceliste Bilag A.

²⁰ International Energy Agency, 2022: "Global Electric Vehicle Outlook 2022. BloombergNEF, 15/7 2022: <https://www.bloomberg.com/professional/blog/race-to-net-zero-pressures-of-the-battery-boom-in-five-charts/>

ingen forestående teknologiske revolutioner, kun udvikling af eksisterende teknologier. Der er forventninger til, at den såkaldte Solid State-batteriteknologi vil kunne lede til yderligere reducerede opladningstider, men denne type batterier findes endnu ikke på markedet, end ikke i mindre elektroniske apparater som f.eks. mobiltelefoner, og det er derfor ikke forventningen, at de når ud i elbilene i den nære fremtid.

8.2 Ladestanderne og ladeeffekt

De forskellige DC-ladestanderne på markedet er typisk i stand til at levere mellem 150 og 350 kW maksimumeffekt. I praksis leveres dog kun sjældent effekter på mere end 150 kW i en ladesequens, hvilket dels hænger sammen med bilernes ladestand SoC (State of Charge) ved ankomst, dels bilernes BMS (battery management system) og dels batteriets temperatur. Det er således først og fremmest optimering af ladekurven, dvs. en konstant høj gennemsnitlig ladeeffekt, der er påkrævet for at reducere ladetiden, snarere end en høj maksimum ladeeffekt fra ladestanderne.

På mange ladestationer opereres med lastdeling, dvs. uens fordeling af den tilgængelige strøm på de enkelte ladeudtag. Det foregår efter forskellige principper som f.eks. kan være "fair-share" (alle ladende biler modtager samme ladeeffekt) eller "first come-first served" (den først ankomende bil modtager mest ladeeffekt). Det er teknisk muligt, men endnu ikke praktiseret at tilbyde "VIP"-ladning, dvs. nogle ladere/kunder modtager altid maksimal ladeeffekt. Ligeledes er reservation af en ladestander forud for ankomst teknisk muligt, men vil i praksis være vanskelig at administrere, idet der ikke kan garanteres en fri ladeplads. Desuden er der antageligt nogle juridiske problemstillinger forbundet hermed.²¹ Reservation af en lader er således mest anvendelig på private områder eller hvor kun flådekøretøjer oplades.

8.2.1 Hurtigladerne og lynladerne

Der ses ofte en differentiering af DC-ladere imellem hhv. hurtigladerne og lynladerne. Denne skelnen var især relevant dengang de mest effektfulde ladere var på 100 kW og laderne på markedet enten leverede maksimum omk. 50 eller 100 kW. I dag er DC-ladere bygget, så de kan konfigureres med den til opgaven/lokaliteten relevante ladeeffekt, og som nævnt ovenfor, er de oftest i stand til at lastfordele. Det betyder i praksis, at en lynlader i nogle tilfælde kan levere f.eks. 200 kW, mens den i andre tilfælde kun leverer f.eks. 50 kW, hvorved skelnen mellem hurtig- og lynladning bliver en teoretisk mere end praktisk opdeling (også omtalt i afsnit 5.1).

Der sker dog aktuelt en udvikling i markedet for "små" DC-ladere med maksimum ladeeffekt på 20-75 kW. Fordelen ved en (fysisk) lille DC-lader ift. en AC-lader på 11 eller 22 kW er, at det gør det muligt at undgå elbilens indbyggede

²¹ Jf. Mobility Tech, d. 10/1-2023: Rambøll-rapport: "Derfor er det så svært at reservere en ladestander".

inverter (on-board charger), der begrænser bilen til kun at kunne modtage – typisk maksimum 11 kW, enkelte modeller dog 22 kW. Den mindre DC-lader har også den fordel – udover at være mindre pladskrævende – at den ikke har brug for så mange ampere som de større DC-ladere (lynladere)²² og derfor er billigere at etablere og endvidere billigere i indkøb.

8.3 Alternative ladeteknologier

Udover konventionel opladning vha. kabel har en række producenter af biler og ladeudstyr udviklet alternative ladeteknologier.

8.3.1 Batteriskift

En alternativ ladeteknologi på markedet er (gen)introduceret af den kinesiske bilproducent Nio, som med et såkaldt batteriskifte-koncept er i færd med at etablere batteriskiftestationer rundt om i verden, herunder også i Danmark. Et batteriskift varer omkring 10 minutter, og det "nye" batteri er ladet op til ca. 90% SoC. En batteriskiftestation kræver et areal på minimum 65 m². Fordelen, udover en kort "opladningstid" er, at batterierne kan oplades forholdsvis langsomt og derfor ikke forudsætter en helt kraftig elforsyning fra elnettet som tilfældet er med lynladning.

Figur 13: Nio Batteri-skiftestation. Foto: ViaRitzau.



Det er uvist om andre bilfabrikanter følger denne teknologivej, men indtil videre synes det ikke at være tilfældet. Nio er dog ikke det første firma, der afprøver

²² F.eks. er den italienske producent af ladeudstyr, Alpitronic på vej på markedet med en lille DC-lader, der kan væghænges, som leverer 1x50 kW eller 2x25 kW effekt samtidigt og som skal forsynes med 93A. Dette i modsætning til en lynlader, der behøver mellem 150-500A.

denne teknologi. Konceptet med batteriskift blev for første gang forsøgt introduceret i større skala af det israelske firma, Better Place, men dengang uden succes.

8.3.2 Pantograf-opladning

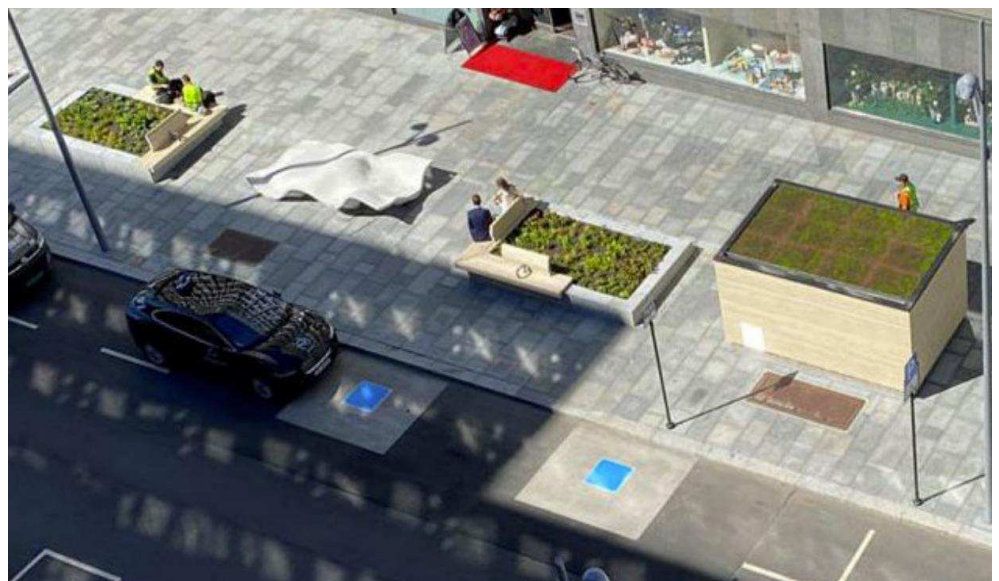
Der er ifm. busdrift bl.a. i København blevet udviklet og etableret depotladning vha. pantografer. Ifølge aktører i branchen er der ingen, der længere anvender eller planlægger at anvende denne teknologi til fremtidens elbusser. Det er både ufleksibelt og for dyrt ift. konventionel opladning, som i dag i nogle tilfælde – afhængig bl.a. af batteristørrelsen på bussen – foretages med samtidig opladning fra to konventionelle 150 eller 300 kW DC-ladere.

Det gennemføres aktuelt også forsøg med pantograf-opladning af lastbiler i både Tyskland og Sverige, men det foregår under kørslen og ikke som depotopladning, sådan som det er tilfældet med bybusserne.

8.3.3 Induktiv opladning

I bl.a. Oslo og Gøteborg gennemføres aktuelt forsøg med såkaldt induktiv opladning af taxier. Induktiv opladning er karakteriseret ved ikke at kræve en fysisk (kablet) forbindelse mellem ladeinfrastrukturen og det elektriske køretøj, i modsætning til den konventionelle konduktive (kablede) opladningsform. Bag forsøgene står det amerikanske selskab InductEV (tidl. Momentum Dynamics) i samarbejde med en række lokale aktører, heriblandt bilproducenter, vognmænd og myndigheder.

Figur 14: Eksempel på et induktionsladesystem. Den trådløse opladning sker fra de blå "plader" i vejen, der forsynes med strøm fra teknikskabet, placeret på fortovet. Kilde: InductEV



Induktiv opladning forudsætter, at der lokalt etableres et teknikskab (power cabinet), samt lægges en plade (pad) plant ned i vejbanen, hvor den ladende bil skal holde under opladningen. Køretøjets modtager skal placeres over "pad'en"

med en præcision på +/- 5 cm. Nedenunder køretøjet skal monteres en modtager (receiver). Denne måler 60x60x6 cm. Der sker en konvertering fra AC til DC imellem teknikskabet og modtageren i bilen, så der er altså tale om DC-ladning. Ladeeffekten er på mellem 50-450 kW. Den højere ladeeffekt forudsætter bl.a. flere "pads" i jorden og derfor kun mulig med store køretøjer (f.eks. busser). Disse placeres ved siden af hinanden og er fleksible, så de både kan forsyne mindre (f.eks. personbiler) og større køretøjer (f.eks. busser). Ifølge producenten er udnyttelsesgraden over 90%, og dermed bedre end mange konventionelle (konduktive) DC-ladere.

Generelt er induktiv opladning ikke en teknologi, der arbejdes med blandt de førende producenter af ladere, og derfor ikke noget som er på vej ind på markedet på den korte bane. Induktiv opladning er fortsat en "ung teknologi", som der er behov for at udvikle på og få gjort mere robust. I dag er systemet kun udviklet for personbiler – det sker i samarbejde sammen med Volvo (XC40) i Gøteborg og Jaguar (I-pace) i Oslo. På bus-området har InductEV kun et producent-samarbejde med BYD (Kina).

Systemet/konceptet med induktiv opladning er baseret på "opportunity charging", dvs. hyppige, men kortvarige opladninger undervejs på ruten. Det er derfor også kun velegnet til flådekøretøjer, herunder taxier, med faste og nogenlunde forudsigelige ruter/dækningsområde, og altså som udgangspunkt ikke egnet til godskøretøjer, som opererer mere fleksibelt, og hvor der i øvrigt er mulighed for pauser af en tilstrækkelig længde til at en længerevarende opladning kan foretages.

En væsentlig fordel ved konceptet er et begrænset behov for batterikapacitet og dermed -størrelse. Systemet/konceptet er således velegnet til en større flåde af køretøjer, hvor omkostningerne til ladeinfrastruktur kan deles på flere enheder. Ifm. en vurdering af konceptets "viability", er det oplagt, at TCO-kalkulen inkluderer både køretøjer og ladeinfrastruktur.

En fordel ved systemet/koncepter er også, at det ikke fylder så meget på ladepladsen (men teknikskabet fylder en del) og at vedligeholdelsesomkostningerne er lavere. Der er heller ikke ingen bevægelige dele, som bl.a. i frostvejr kan være en udfordring, sådan som det kendes fra pantograf-ladning. En anden fordel er, at bilen kan lade mens den holder i kø i et opmarchområde og venter på at optage passagerer. Den skal dog holde på samme plads i et stykke tid, hvorfor køen ikke kan flyttes. Alternativt skal der være et antal induktionsladere placeret langs med opmarchområdet.

Konventionel opladning med kabel er en billigere løsning end den trådløse som InductEV producerer. Således er "up-front" omkostningerne høje, hvilket er vigtigt for mange aktører.

Projekterne med taxier i Oslo/Gøteborg har ifølge producenten vist, at konceptet med induktiv opladning teknisk set fungerer fint, også f.eks. om vinteren med sne. Udfordringerne har mest bestået i at finde interesserede samarbejdspart-

nere på køretøjssiden og at få organiseringen på plads. Bl.a. er ejerskabet af taxierne spredt på mange vognmænd (ofte er chaufføren også ejer af bilen). Organiseringen på busmarkedet er betydeligt mere simpel.

Den induktive opladning er velegnet til f.eks. shuttle-busser i lufthavne med forudsigelige ruter, evt. i kombination med taxier, idet begge typer køretøjer vil kunne anvende de samme "pads" på samme sted. Det er således ikke forventningen, at systemet/konceptet er relevant for massemarkederne, før en hjemmelader kan købes for omk. 2.000 USD.

Producenten af det induktive opladningssystem, der aktuelt testes i Oslo og Göteborg, InductEV, oplyser, at omkostningerne for etablering af systemet ligger i størrelsesordenen 132.000 USD for det stationære udstyr til opladning af 2 køretøjer, mens omkostningen for det mobile udstyr (i biler) er omkring 14.000 USD per køretøj.²³

8.3.4 Batteri-bank

På lokaliteter, hvor elforsyningen er begrænset, eller målet er at reducere tilslutningsbidraget (indkøb af ampere med op til 1/4) til lynladere, kan der etableres en batteri-bank, som løbende forsynes med relativt lav effekt fra nettet.

²³ Når det gælder personbiler, vil konkrete priser skulle forhandles med Volvo, som er InductEV's eksklusiv-partner.

Figur 15: Eksempel på en ladehub med batteri-backup (placeret decentralt i containeren bagved teknikskabene). Fra Allego's ladehub i Kaltenkirchen, Tyskland



Der findes også løsninger på markedet, hvor DC-ladere og batteri-bank er integreret i samme modul. Løsningen giver desuden mulighed for at indkøbe strømmen, når den er billigst/mest grøn og endvidere sælge til elnettet, når der i korte perioder er behov for frekvensstabilisering. Det er også muligt at tilslutte et solcelleanlæg til delvis forsyning af batteri-banken. En dansk produceret (Nerve Smart Systems) kombineret batteribank og DC-lader er netop markedsført.²⁴ Den kan levere en ladeeffekt på op til 350 kW per modul. Såfremt 2 moduler kobles, vil de kunne levere op til 500 kW (ved ét udtag). Den kombinerede batteri/lynlader kræver i forhold til en konventionel lynlader et mindre antal ampere (mellem 16 og 180A).

²⁴ Nerve Smart Systems, model Nerve 350kW B-HPC.

Figur 16: Illustration af en kombineret batteri/lynlader fra Nerve Smart Systems (Nerve 350 kW B-HPC). Kilde: Nerve Smart Systems



Ulemperne ved batteri-banker er en forholdsvis høj pris samt, at de fylder relativt meget. Den kombinerede batteri-bank/lynlader fra Nerve Smart Systems måler således 2,26 m i højden, 2,94 m i bredden og er 1,26 m dyb. Prisen for ét modul er omk. 1,3 mio. DKK, men det vil kunne leases.

8.3.5 Megaladere

Med elektrificering af de store lastbiler er der opstået behov for en højere ladeeffekt, end hvad der traditionelt benyttes til person- og varebiler (dvs. maksimum 350 kW, som er begrænsningen med CCS), og der er derfor udviklet det såkaldte Megawatt Charging System (MCS). Målsætningen for denne nye type MCS-ladere som bl.a. ABB arbejder på at udvikle, er en ladeeffekt på i fremtiden op til 3-4,5 MW (1.500V/3.000A). De første MCS-ladere vil dog forventeligt ikke muliggøre højere ladeeffekt end 1,25 MW.²⁵

MCS-ladesystemet vil ikke benytte CCS, som er den europæiske standard for person- og varebiler. Det er dog tænkeligt, at en Mega-lader vil kunne have to ladeudtag med hhv. MCS- og CCS-ladesystemer, ligesom det kendes fra eksisterende ladere, der både har CCS- og CHAdeMO-ladeudtag. Megawatt-ladning er ikke markedsmodent endnu. Der er ikke givet konkrete tidshorisonter på, hvornår disse ladere vil være almindeligt tilgængeligt. Baseret på erfaring med udvikling af DC-lynladere til CCS går der 5 år eller mere inden det er tilfældet.

²⁵ Det amerikanske firma Atlis Energy Solutions har udviklet en Mega-lader, som i test leverer >1.000 kW, men der er ingen køretøjer på markedet, der er i stand til at modtage så høj en effekt. (illustreret i denne video: https://www.youtube.com/watch?v=IbQh_J5D8aM)

8.4 Opsummering

Elektrificering af køretøjer er en stor industri med enormt potentiale, og der foregår derfor naturligt en betydelig teknologisk udvikling på verdensplan. Der er dog ikke umiddelbar udsigt til nogen revolutionerede teknologispring, og markedsmodning af et givet produkt tager lang tid. Det er således anbefalingen, at der ifm. et evt. udbud af DC-ladeinfrastruktur tages afsæt i de teknologier, der findes på markedet, og i øvrigt fokuseres på en optimal brugeroplevelse inden for de eksisterende teknologirammer.

Omstillingen til eldrift er begyndt med personbilerne og bevæger sig – om end langsomt – over i de større køretøjer. Markedet for elektriske modeller af store varebiler, store taxier/flexkøretøjer eller lastbiler er endnu umodent og efterspørgslen efter ladere til disse køretøjer derfor endnu beskedent. Det forventes at megaladesystemet introduceres indenfor kort tid, men er altså ikke noget, der findes på markedet i dag.

Kombinerede batteribank/lynlader er til gengæld introduceret på markedet og kan være en god løsning på steder, hvor der er lav efterspørgsel efter høj ladeeffekt, særligt på lokaliteter, hvor elforsyningen er en udfordring.

Bilag A Interessentoversigt

Interviews

Organisation	Informant	Aktørkategori
Wennstrom	Rasmus Wagner	Installatører
ABB	Lasse Altmann	Ladeinfrastruktur
Tritium	Matt Stace	Ladeinfrastruktur
Nio	Michael Salomon	Køretøjsproducenter
XPENG	Kresten Aarup	Køretøjsproducenter
Tesla	Jens Peter Lange	Køretøjsproducenter
Volvo Trucks	Joakim Nilsson	Køretøjsproducenter
Semler Group (VW, Audi, m.m.)	Lars Himmer	Køretøjsproducenter
ShareNow	Anders Jelstrup Besenbacher	Delebiludbydere
Green Mobility	Kim Hein	Delebiludbydere
LetsGo	Christian Rohmann	Delebiludbydere
E.ON Drive Infrastructure	Anders Krag Pedersen	Ladeoperatører
CLEVER	Mathias Langkilde Sukstorf/Tom Søborg Hansen	Ladeoperatører
OK	Thor Folmann Krarup	Ladeoperatører
Norlys (Sperto)	Erik Thrane	Ladeoperatører
Spirii (Aura, Fdm, merkur)	Rasmus Larsen	Ladeoperatører
Shell (DCC)	Jesper Gjerstrup	Ladeoperatører
Q8	Marc Skriver Bayer	Ladeoperatører
Circe K	Adrien Lefeuvre	Ladeoperatører
Recharge	Sami Saarilahti/Martin Messer Thomsen	Ladeoperatører
Tesla	Jens Peter Lang	Ladeoperatører
Dantaxi (Moove Group)	Hendrik Larsen	Vognmænd - Persontransport
Tide	Steen Rügge	Vognmænd - Persontransport
DPT Flextransport	Mohamad Mahjoub	Vognmænd - Persontransport
GLS	Kasper Lundgaard	Vognmænd - Godstransport
Bring	Anders Hald	Vognmænd - Godstransport
Schou Danielsen	Martin Schou Danielsen	Vognmænd - Godstransport
Nerve Smart Systems	Jesper Boie Rasmussen	Innovative ladeløsninger
InductEV	Elena Allen	Innovative ladeløsninger
Copenhagen Electric/Region H	Kathrine Fjendbo Jørgensen	Interesse- og brancheorganisa
Dansk e-Mobilitet	John Dyrby Paulsen	Dansk E-mobilitet
Apcoa	Michael Christensen	Parkering

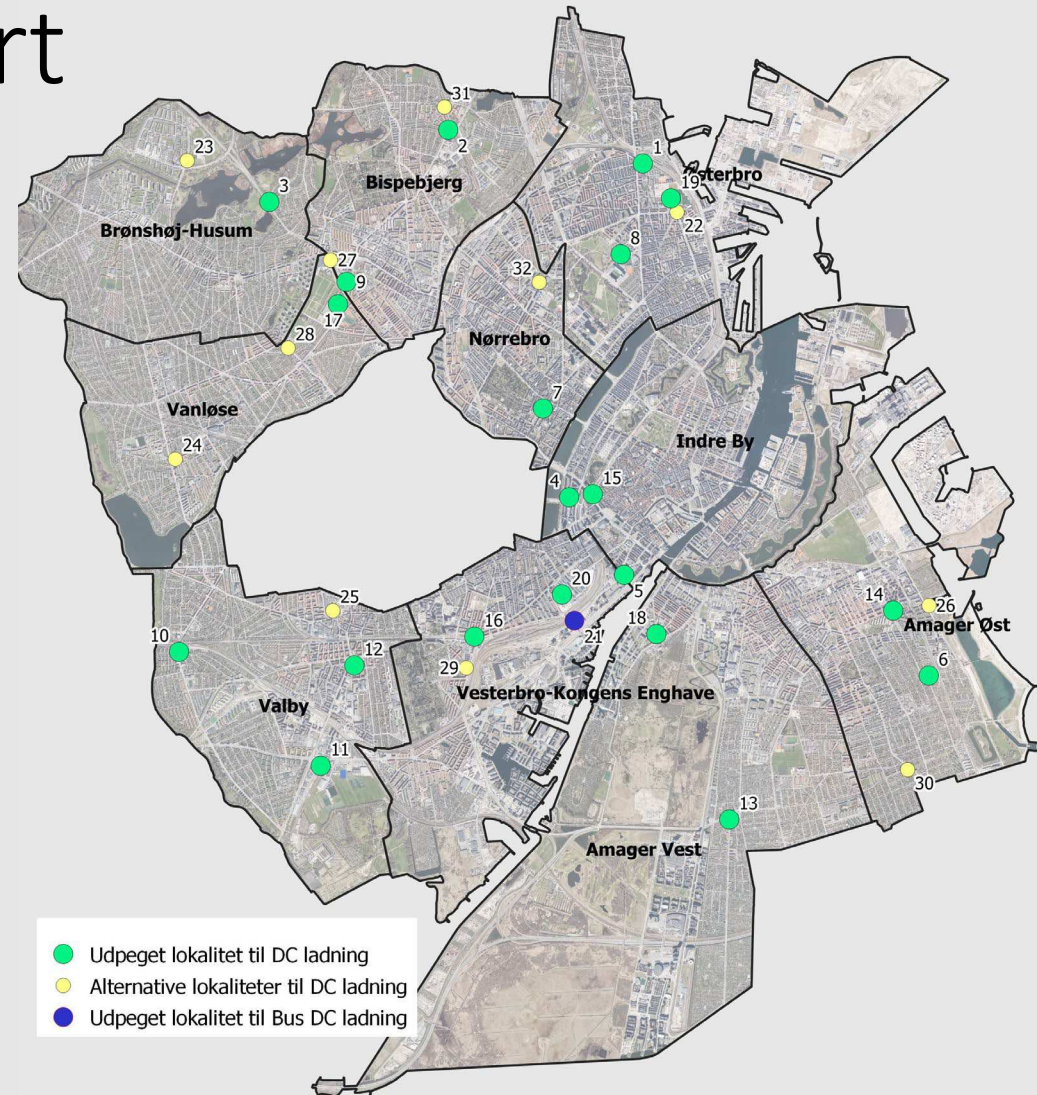
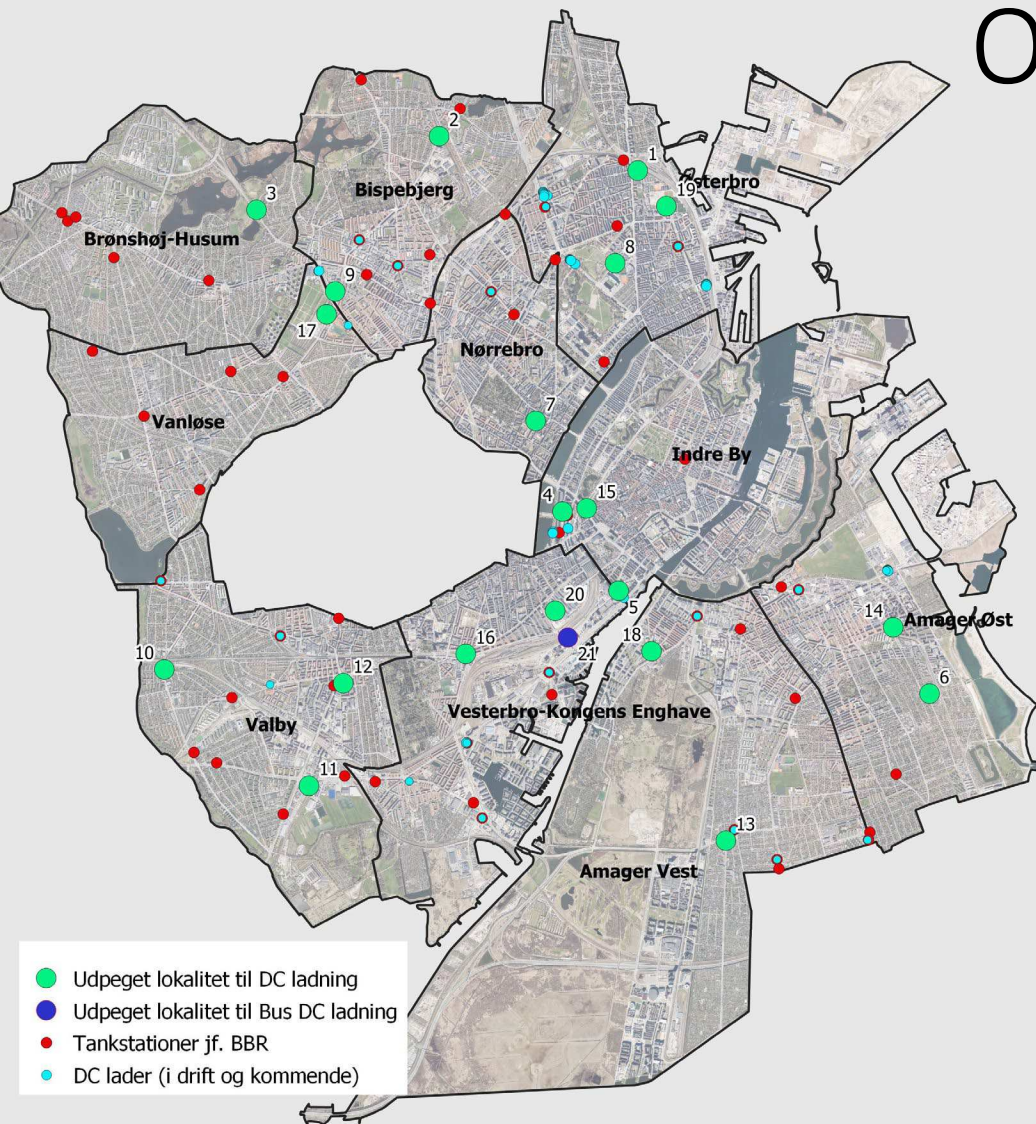
Workshopdeltagelse

Organisation	Informant	Aktørkategori
FDM	Kasper Hjort	Interesseorganisation
DI, Transport	Pernille Øvre Christensen	Brancheorganisation
Foreningen Danske Elbilister (FDEL)	Asser Mortensen	Interesseorganisation
Dansk PersonTransport	Trine Wollenberg	Brancheorganisation
Dansk Erhverv	Jesper Højte Stenbæk	Brancheorganisation
Drivkraft Danmark	Jeppe Hartmann	Brancheorganisation

Bilag 2

Kortlægning af mulige placeringer af hurtig- og lynladere i København

Oversigtskort



1

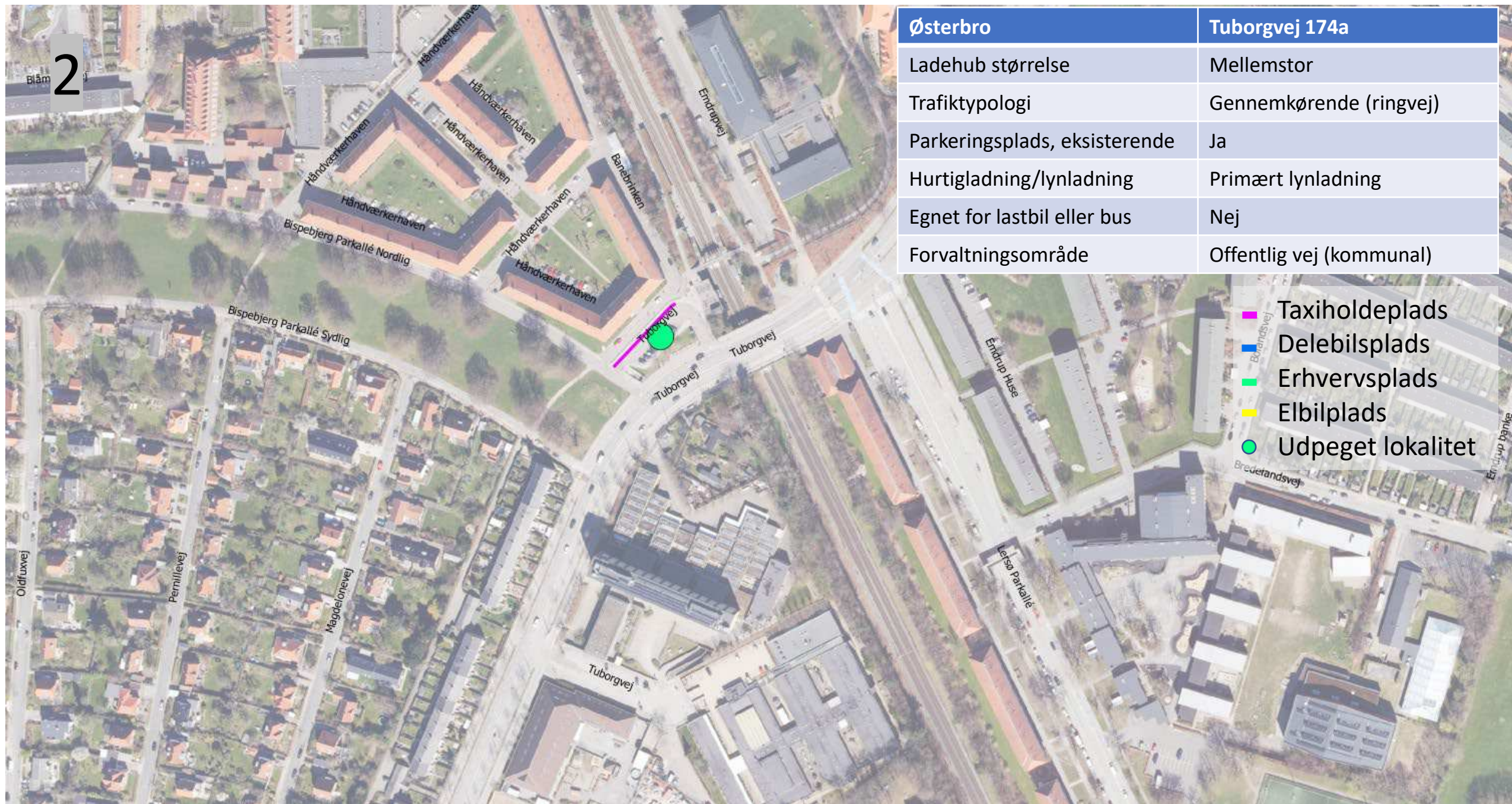


Østerbro	Østerbrogade 240
Ladehub størrelse	Stor
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Kombination
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Københavns Ejendomme

- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

2

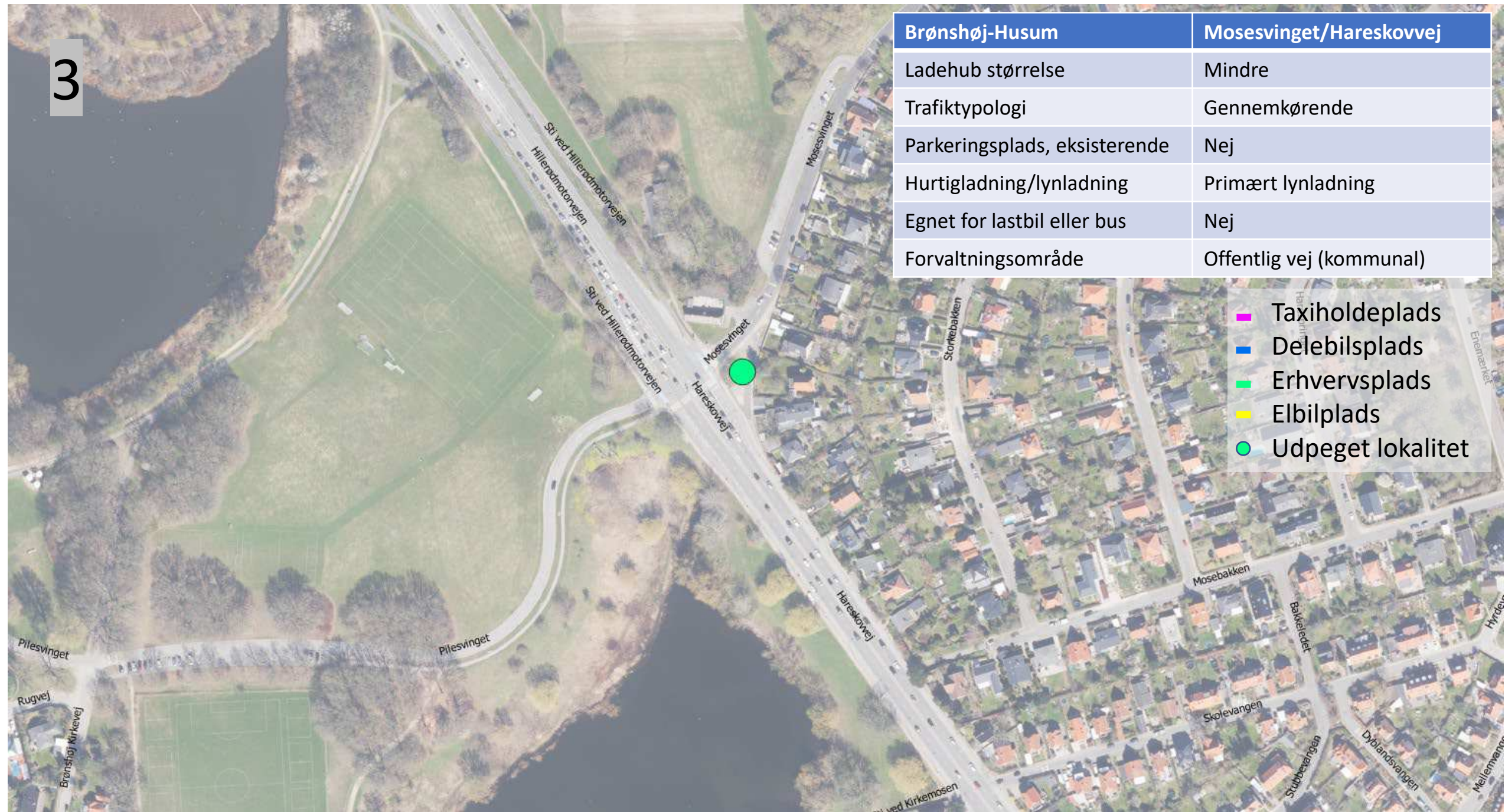
Østerbro	Tuborgvej 174a
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Gennemkørende (ringvej)
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)



- Taxiholdplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

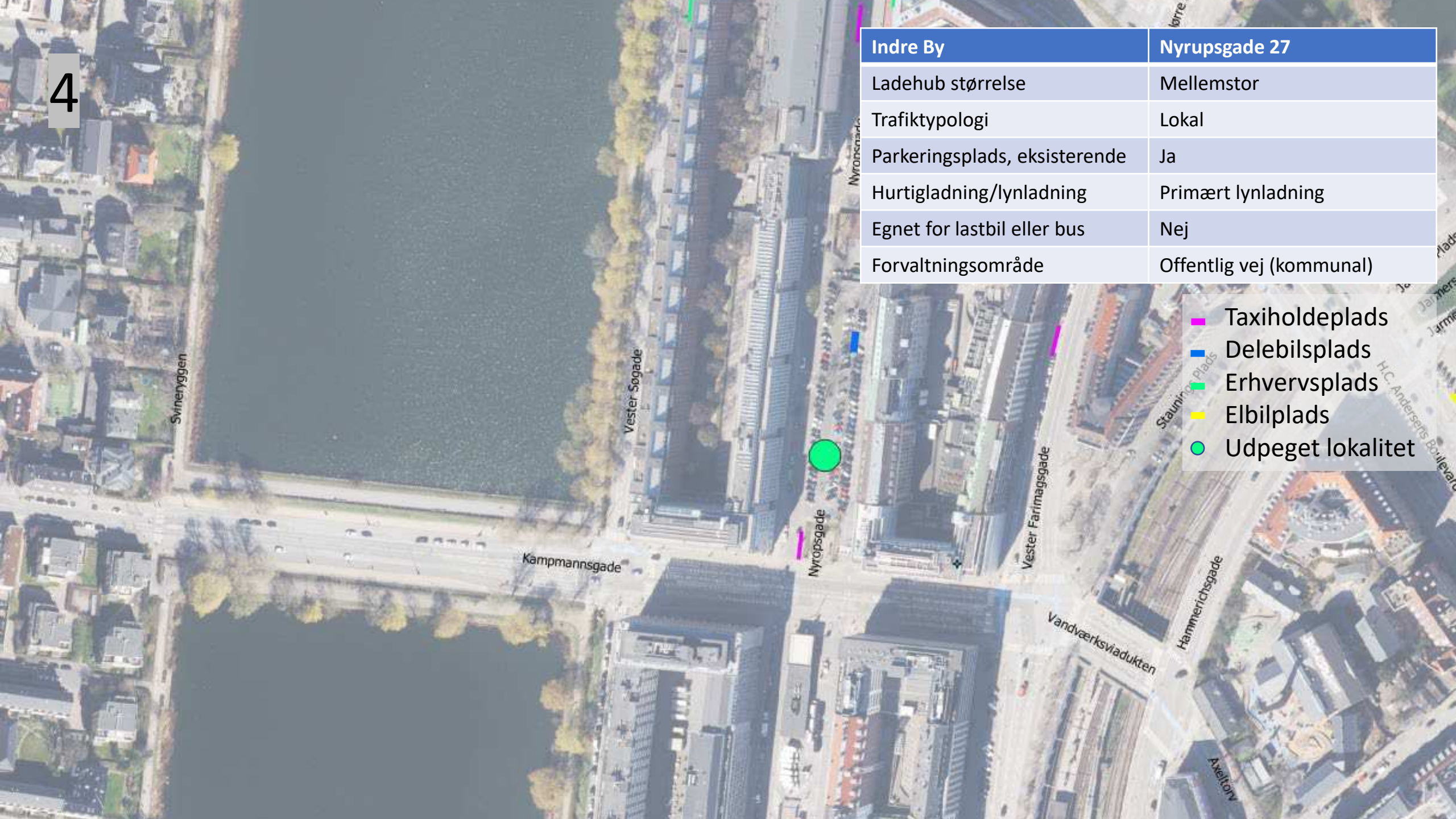
Brønshøj-Husum	Mosesvinget/Hareskovvej
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Nej
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

	Taxiholdplads
	Delebilplads
	Erhvervsplads
	Elbilplads
	Udpeget lokalitet



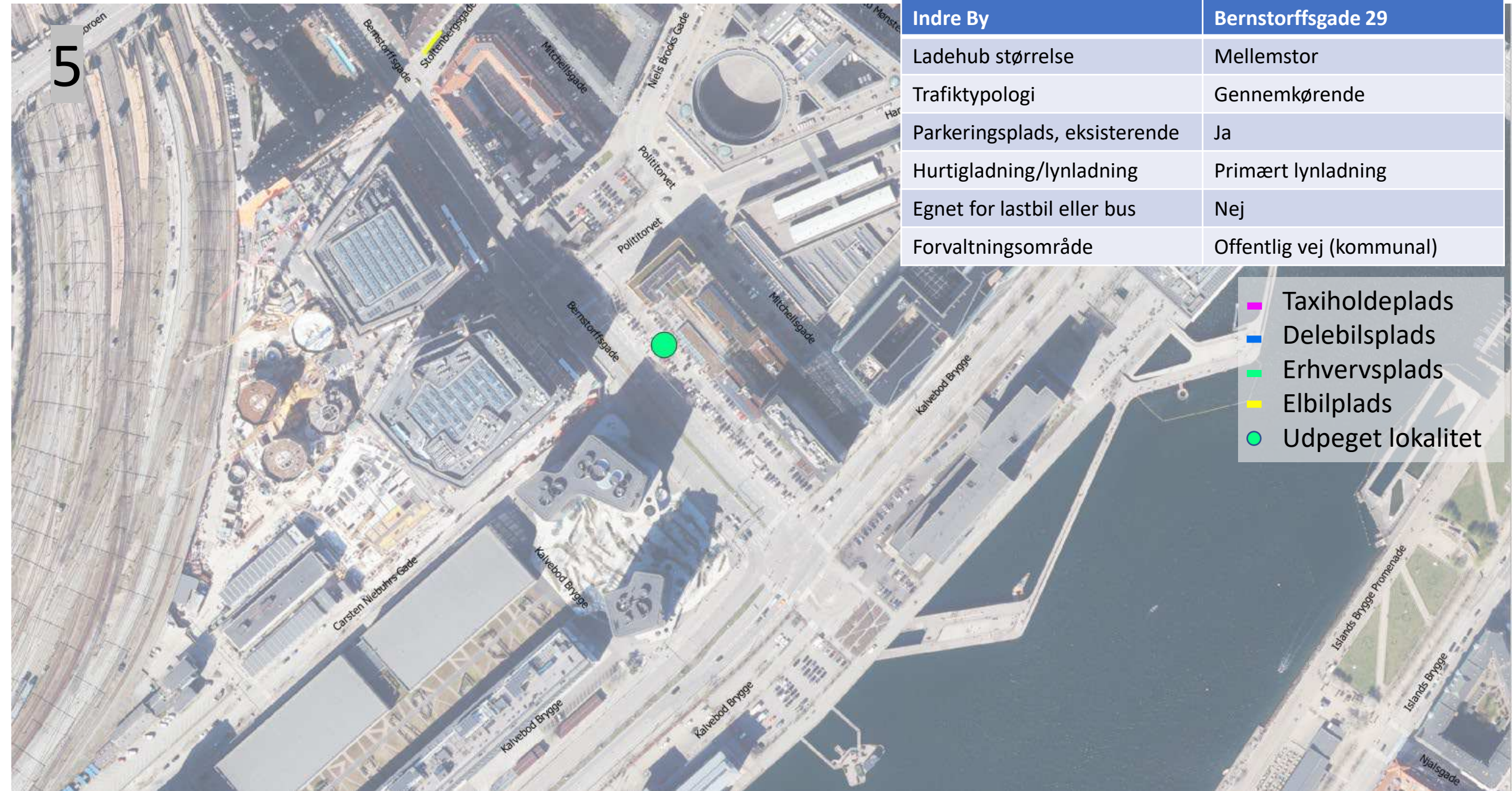
Indre By	Nyrupsgade 27
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet



Indre By	Bernstorffsgade 29
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

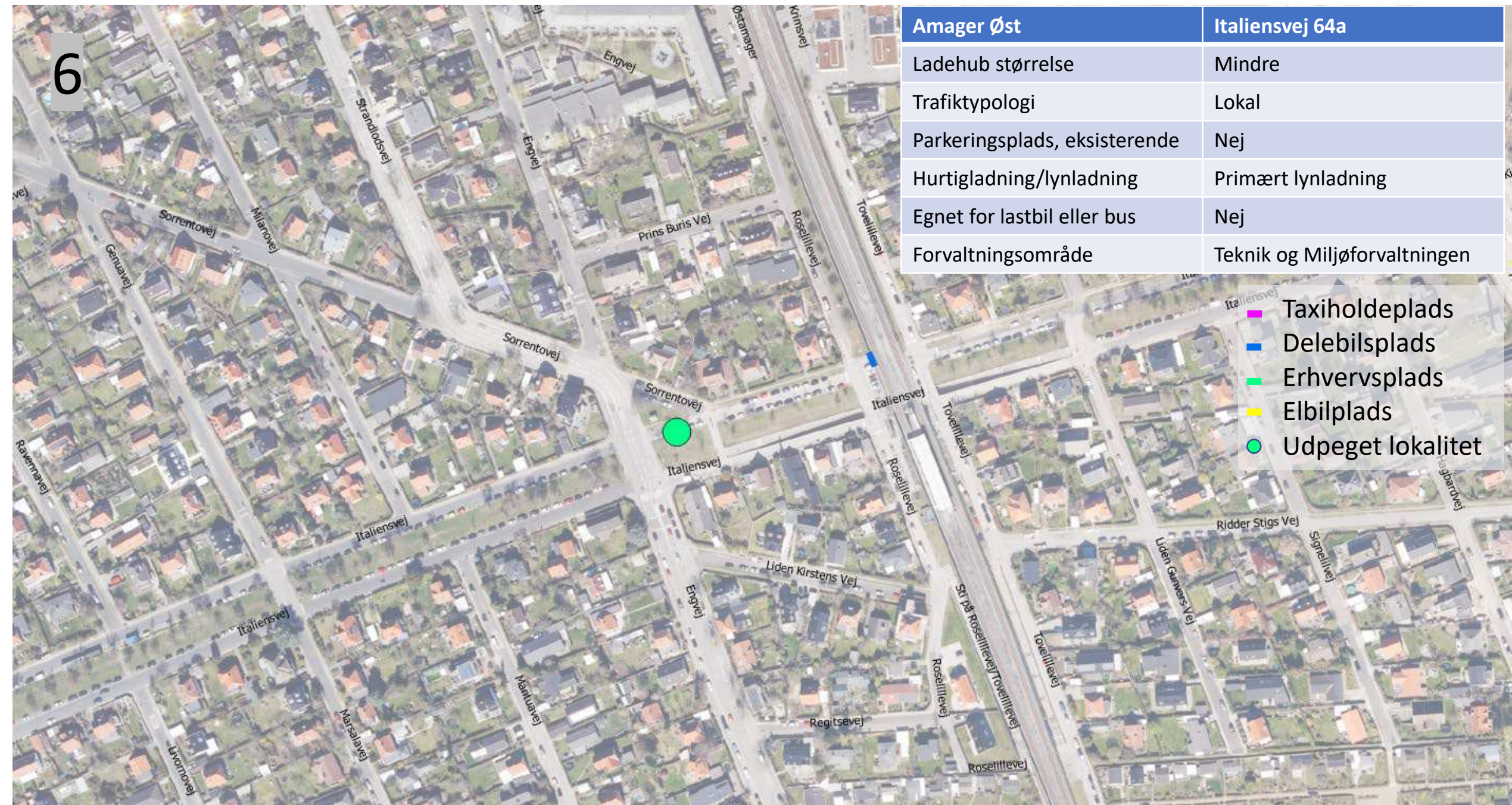
- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet



6

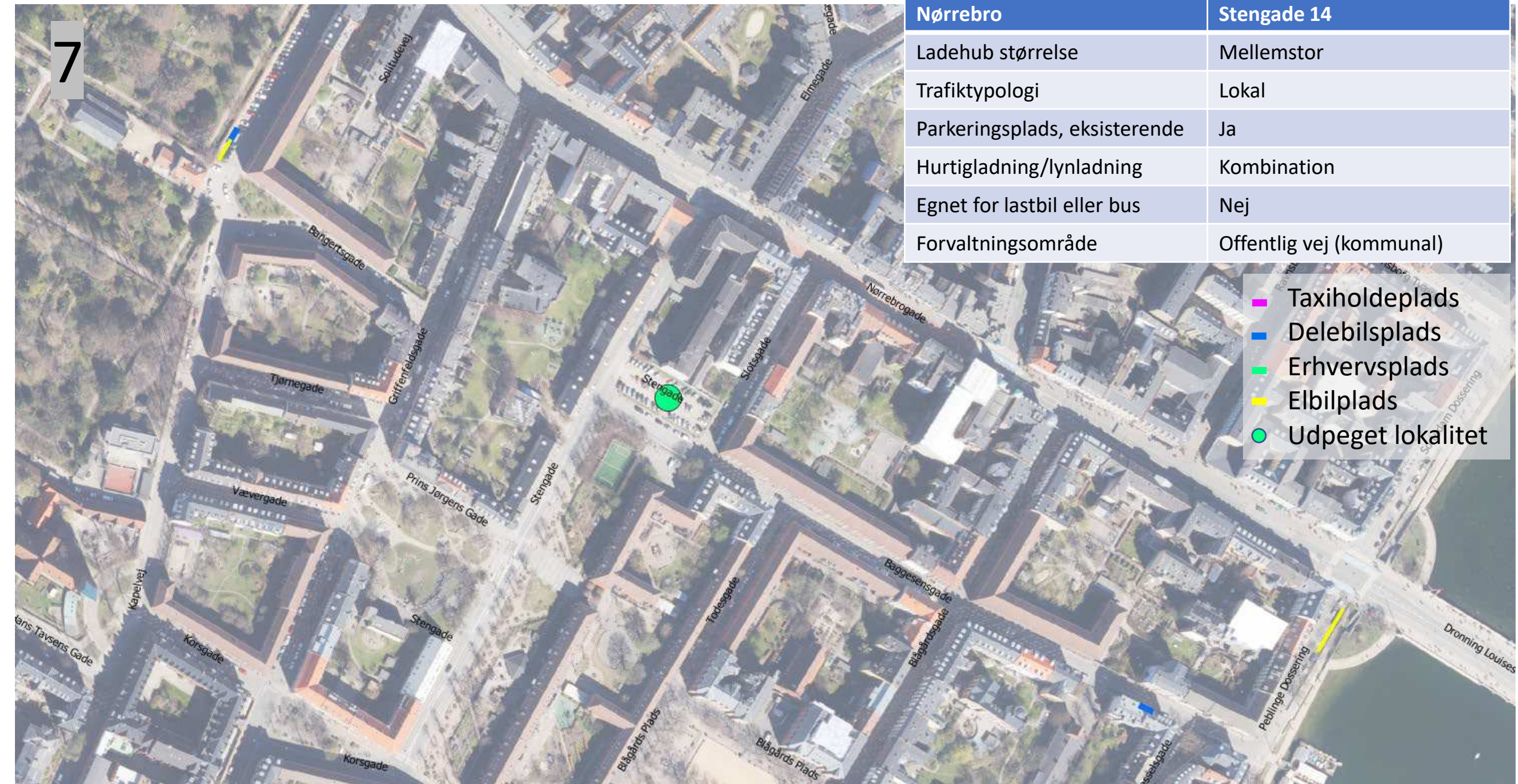
Amager Øst	Italiensvej 64a
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Nej
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Teknik og Miljøforvaltningen

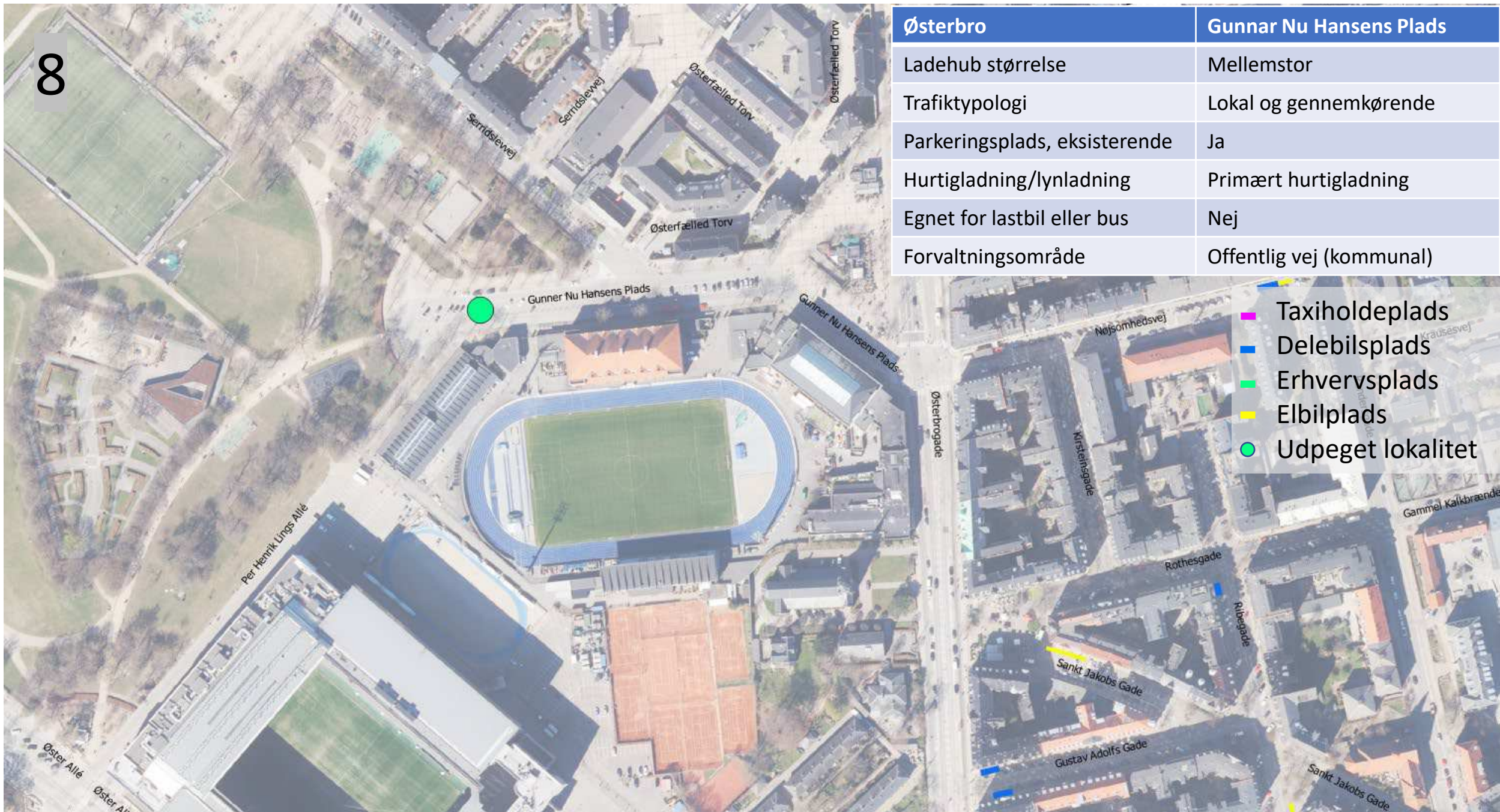
- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet



Nørrebro	Stengade 14
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Kombination
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

	Taxiholdplads
	Delebilplads
	Erhvervsplads
	Elbilplads
	Udpeget lokalitet

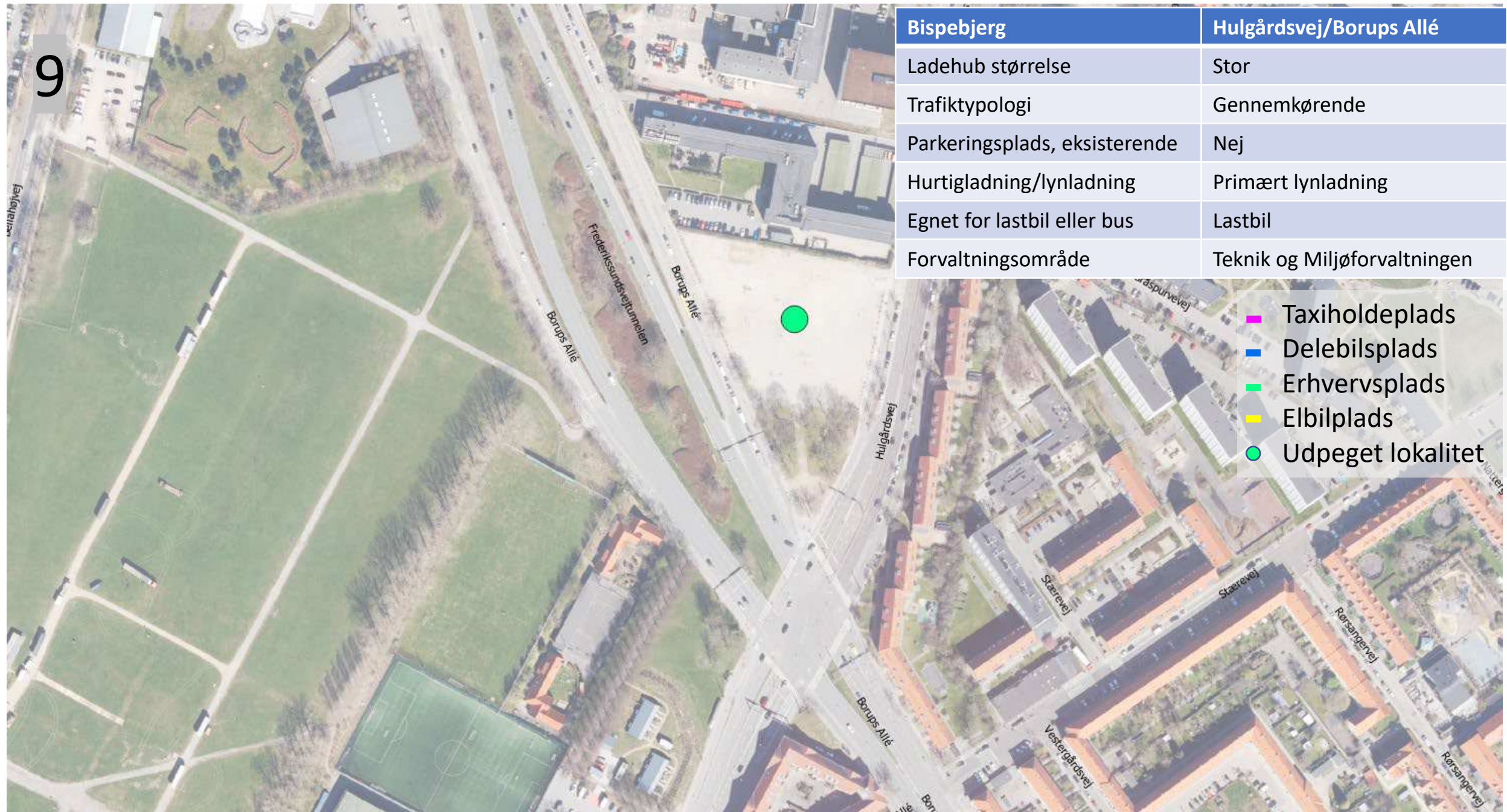




Østerbro	Gunner Nu Hansens Plads
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal og gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynladning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdedeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

9



Bispebjerg	Hulgårdsvej/Borups Allé
Ladehub størrelse	Stor
Trafiktypologi	Gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Nej
Hurtigladning/lynladning	Primært lynladning
Egnet for lastbil eller bus	Lastbil
Forvaltningsområde	Teknik og Miljøforvaltningen

- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

10



Valby	Vigerslevvej 111
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Lokal og gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtiglading/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

11



Østerbro

Blushøjvej

Ladehub størrelse

Stor

Trafiktypologi

Lokal og gennemkørende

Parkeringsplads, eksisterende

Ja

Hurtiglading/lynledning

Primært lynledning

Egnet for lastbil eller bus

Lastbil

Forvaltningsområde

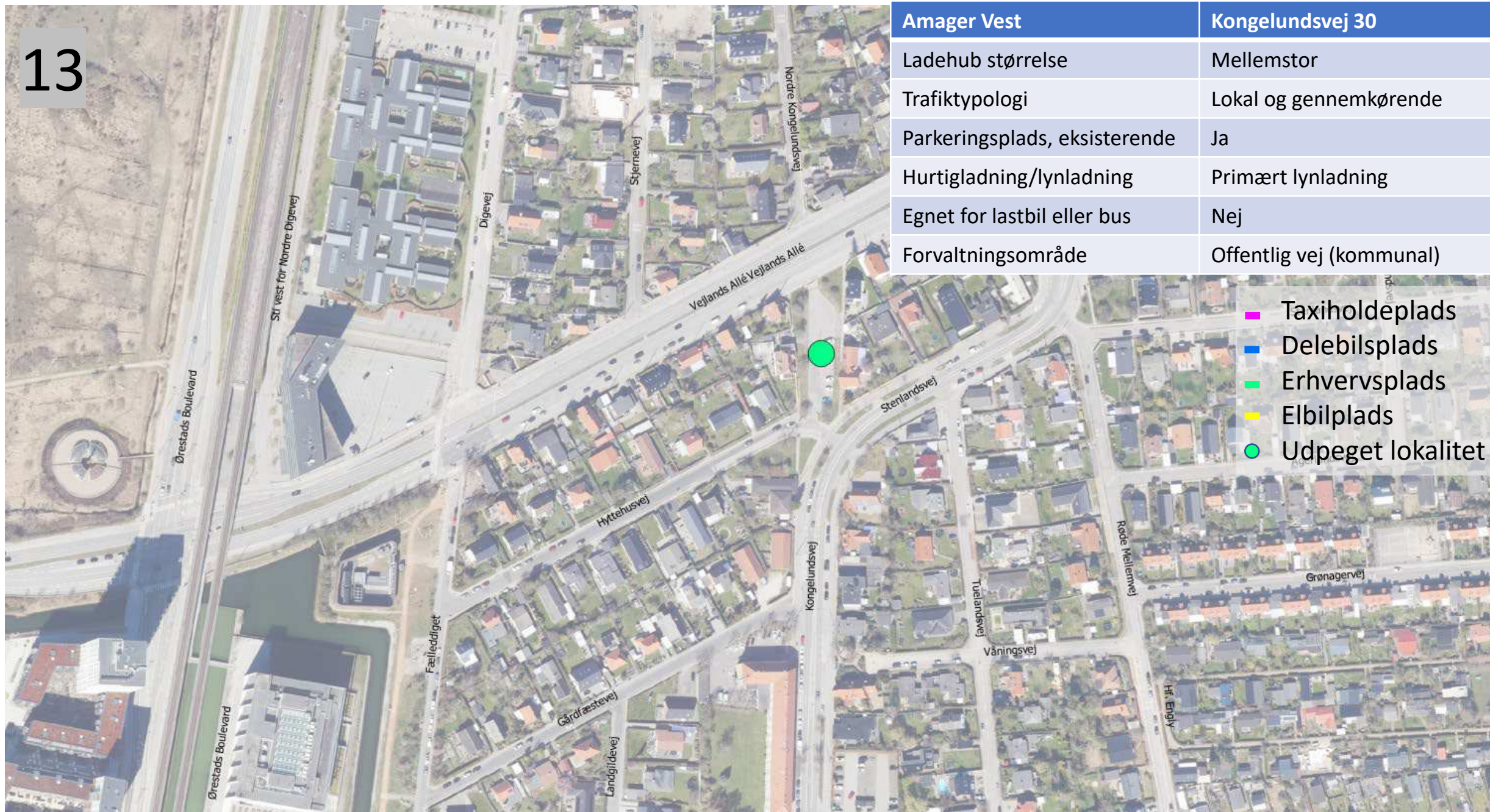
Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

Valby	Gl. Køgevej Landevej 1
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Lokal og gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Nej
Hurtigladning/lynledning	Kombination
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

-
- Taxiholdplads
 - Delebilplads
 - Erhvervsplads
 - Elbilplads
 - Udpeget lokalitet

13



Amager Vest

Kongelundsvej 30

Ladehub størrelse

Mellemstor

Trafiktypologi

Lokal og gennemkørende

Parkeringsplads, eksisterende

Ja

Hurtigladning/lynledning

Primært lynledning

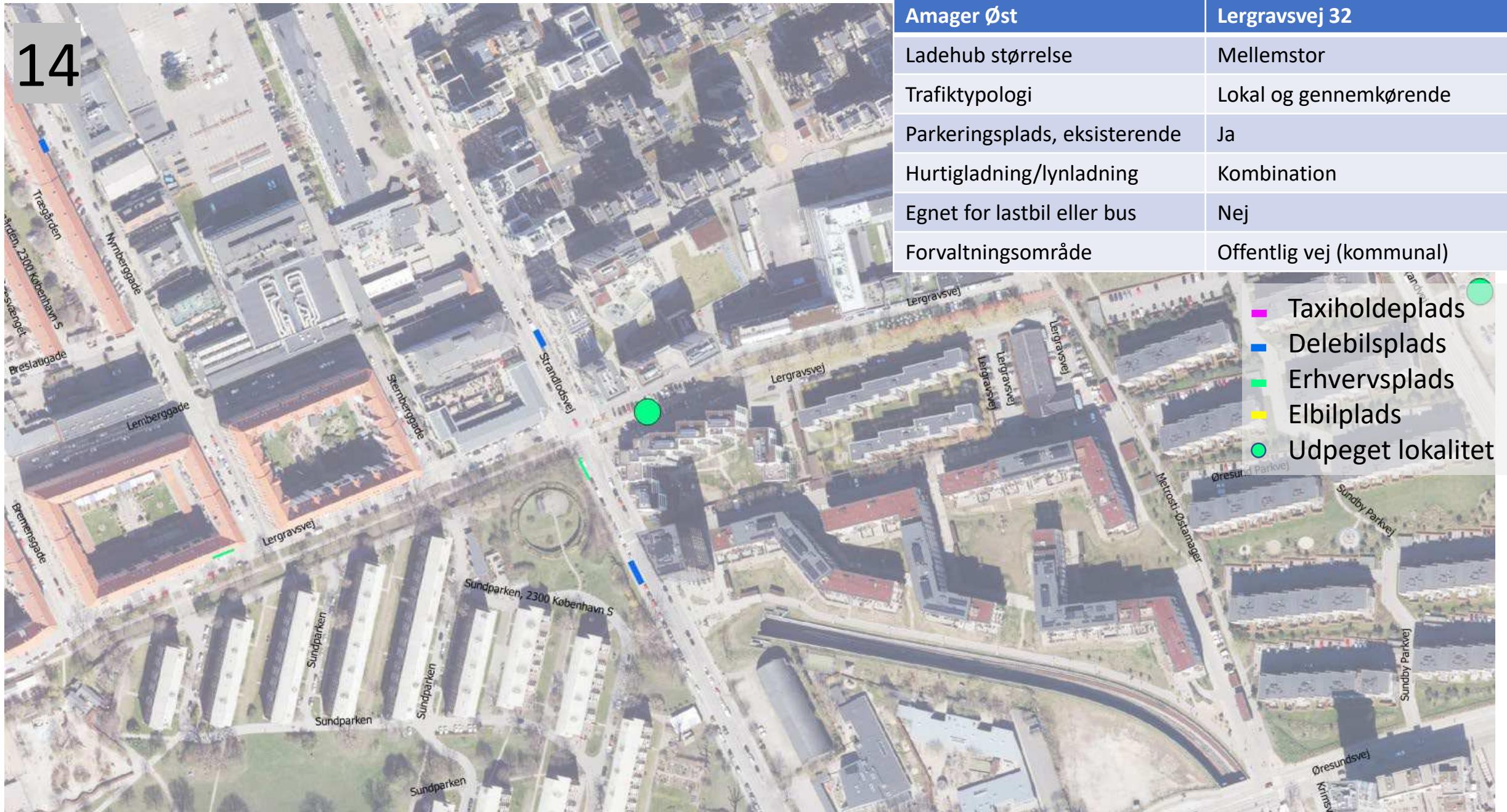
Egnet for lastbil eller bus

Nej

Forvaltningsområde

Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet



Amager Øst

Lergravsvvej 32

Ladehub størrelse

Mellemstor

Trafiktypologi

Lokal og gennemkørende

Parkeringsplads, eksisterende

Ja

Hurtiglading/lynledning

Kombination

Egnet for lastbil eller bus

Nej

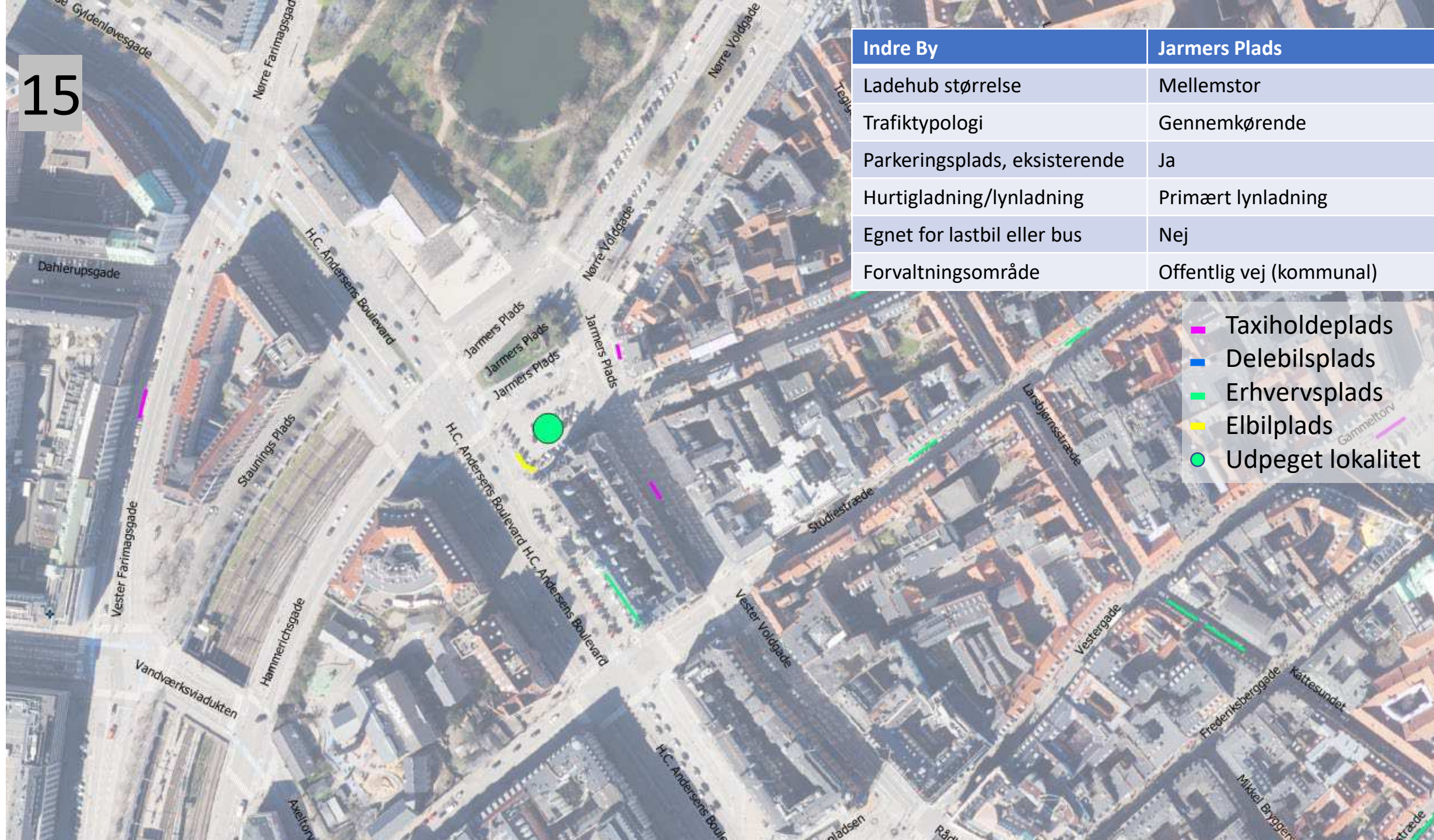
Forvaltningsområde

Offentlig vej (kommunal)

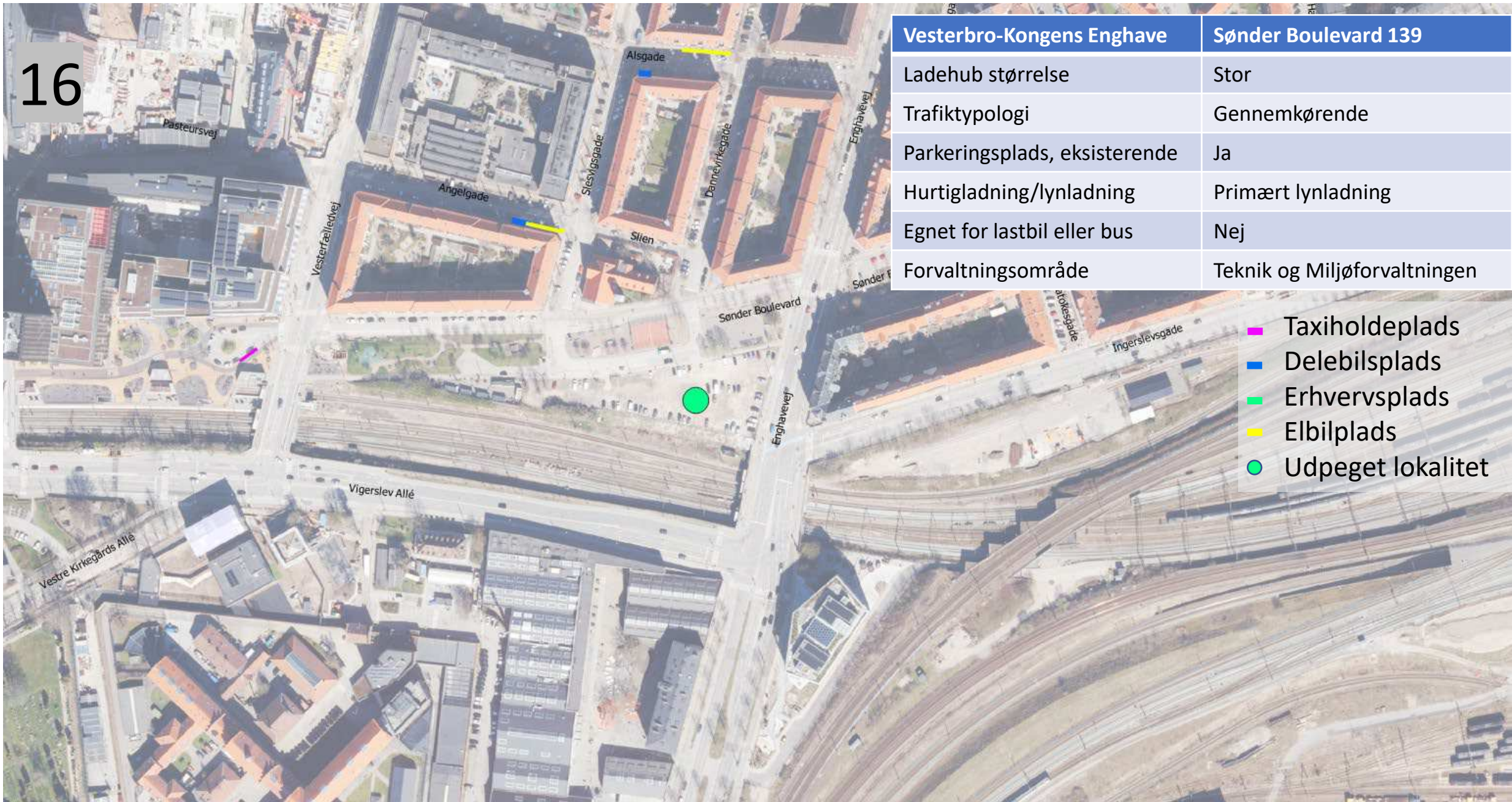
- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

Indre By	Jarmers Plads
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet



16



Vesterbro-Kongens Enghave	Sønder Boulevard 139
Ladehub størrelse	Stor
Trafiktypologi	Gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Teknik og Miljøforvaltningen

- Taxiholdedeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

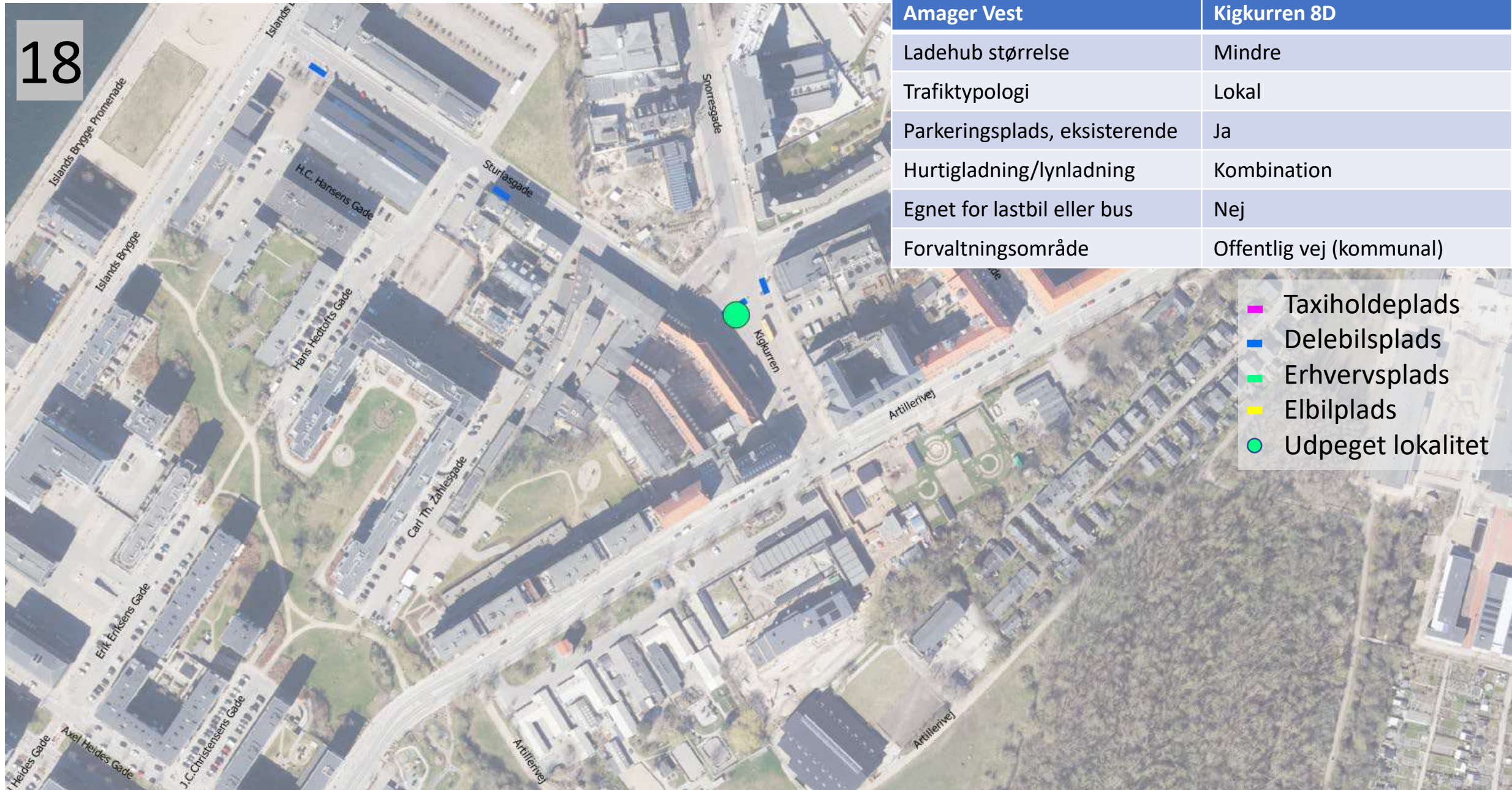
17



Vanløse	Hulgårdsvej 100z
Ladehub størrelse	Stor
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynladning	Kombination
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Københavns Ejendomme

- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

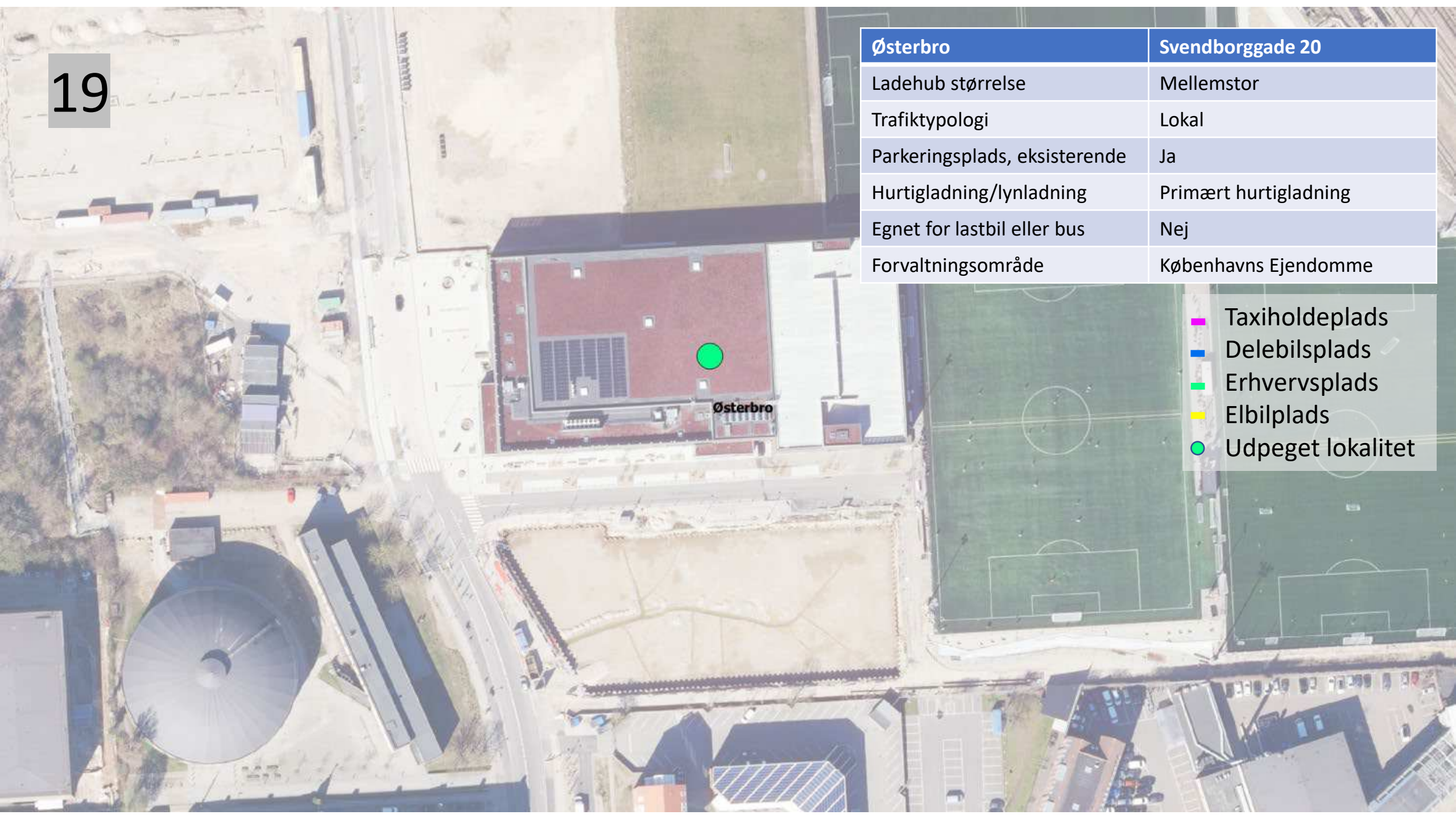









Amager Vest	Kigkurren 8D
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtiglading/lynledning	Kombination
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

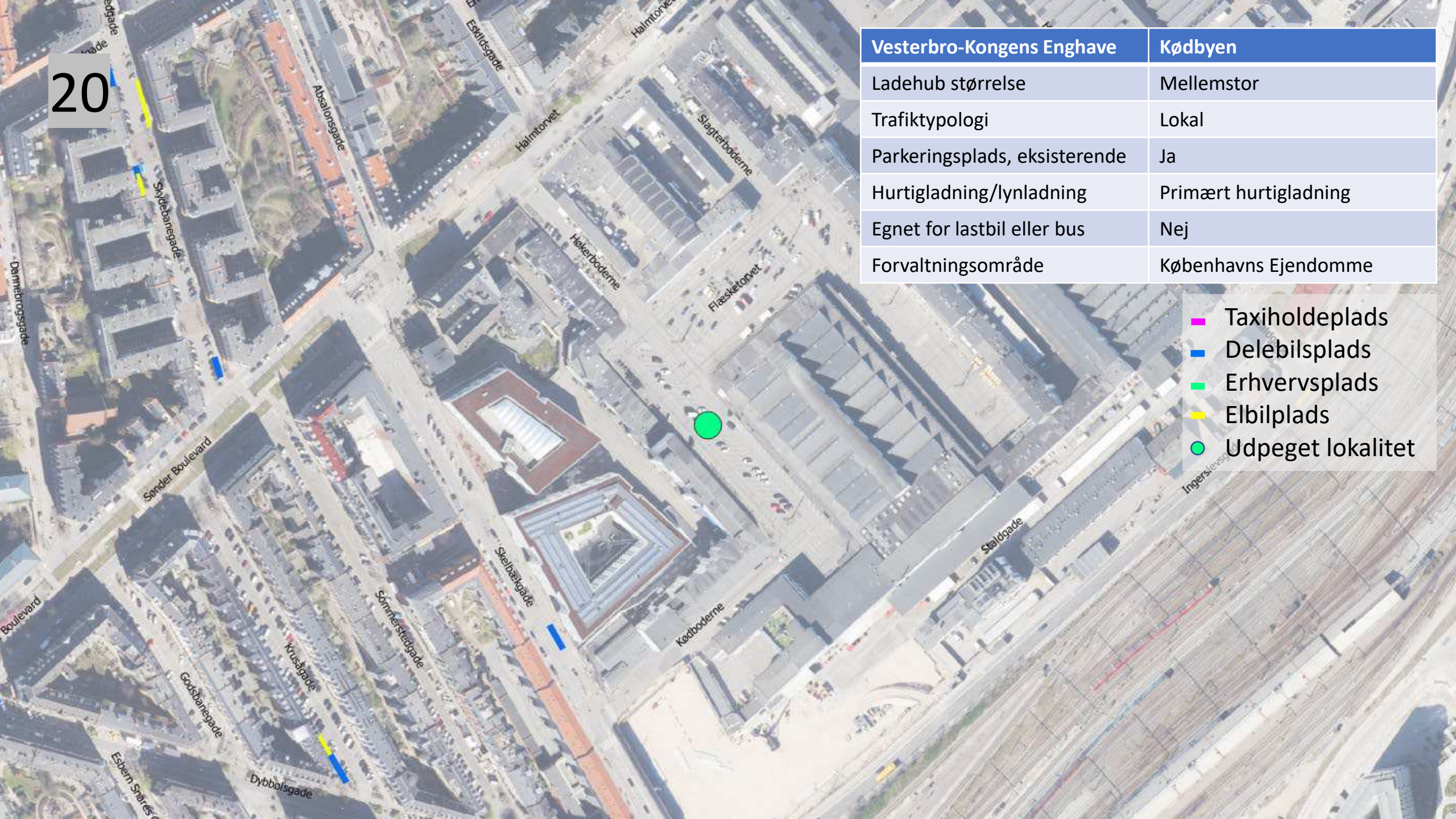
19



Østerbro	Svendborggade 20
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynladning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Københavns Ejendomme

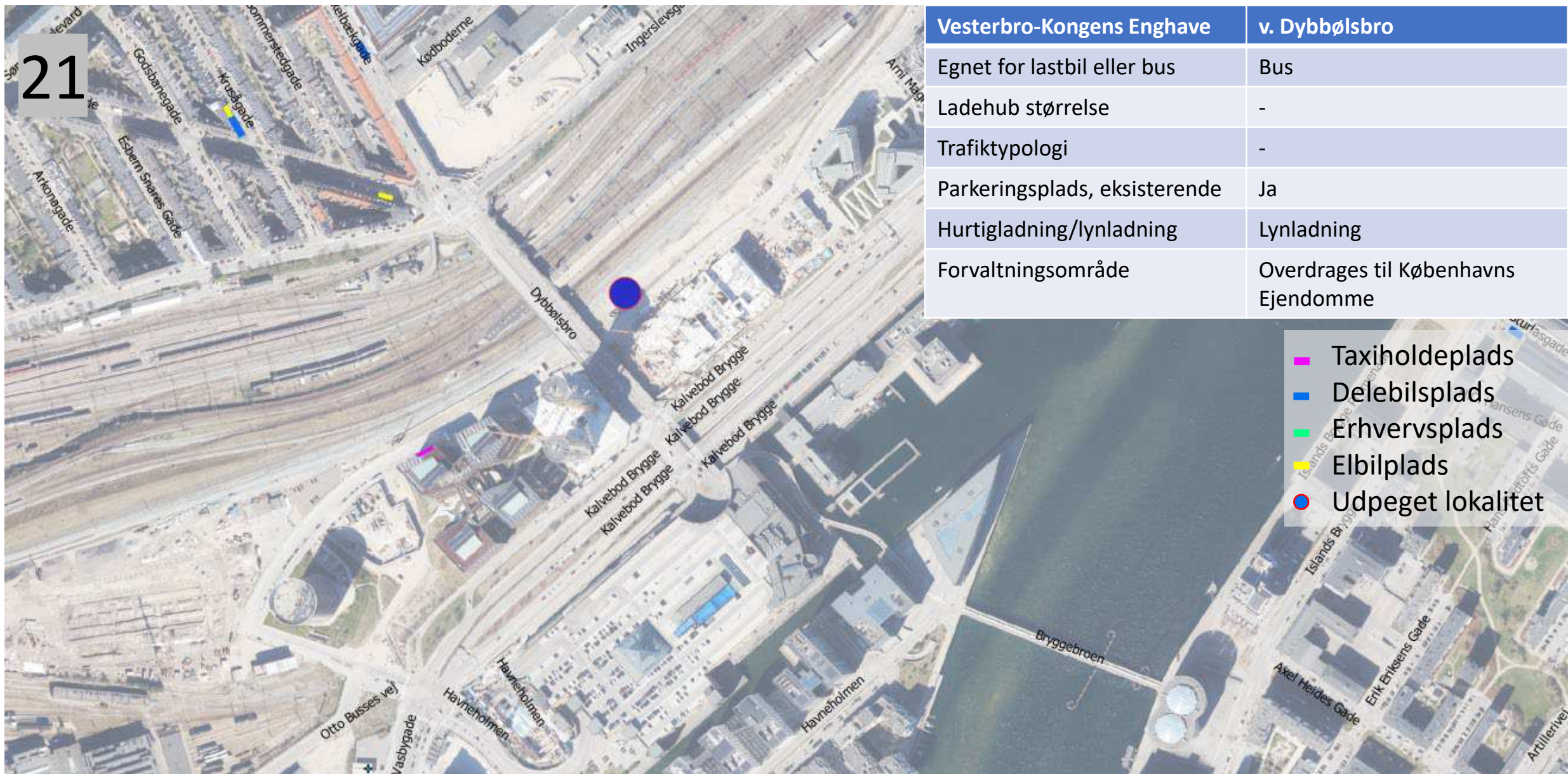
-  Taxiholdeplads
-  Delebilsplads
-  Erhvervsplads
-  Elbilplads
-  Udpeget lokalitet

20



Vesterbro-Kongens Enghave	Kødbyen
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynladning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Københavns Ejendomme

- █ Taxiholdeplads
- █ Delebilplads
- █ Erhvervsplads
- █ Elbilplads
- Udpeget lokalitet



Vesterbro-Kongens Enghave

v. Dybbølsbro

Egnet for lastbil eller bus

Bus

Ladehub størrelse

-

Trafiktypologi

-

Parkeringsplads, eksisterende

Ja

Hurtigladning/lynledning

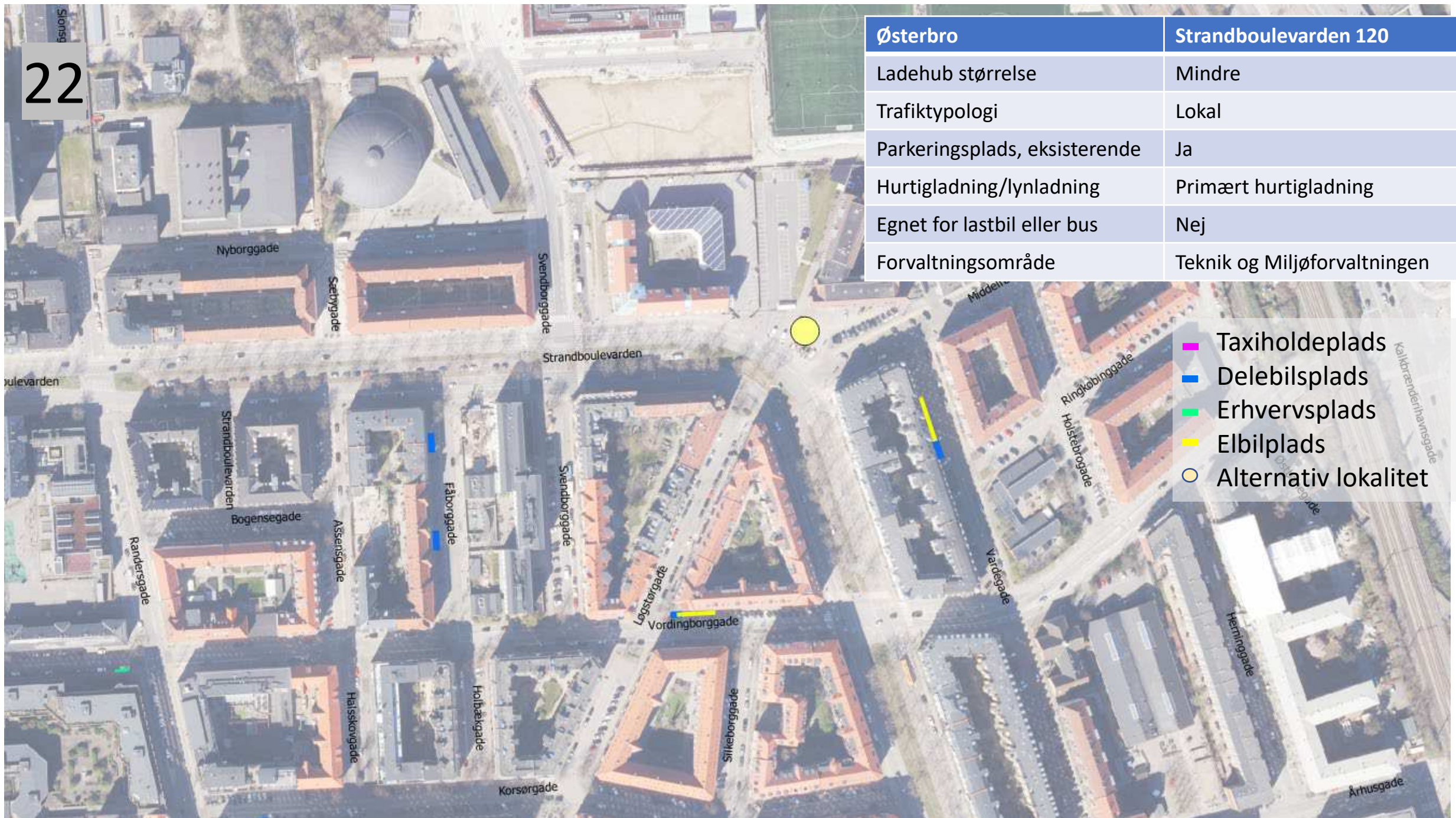
Lynledning

Forvaltningsområde

Overdrages til Københavns
Ejendomme

- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Udpeget lokalitet

Østerbro	Strandboulevarden 120
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Teknik og Miljøforvaltningen



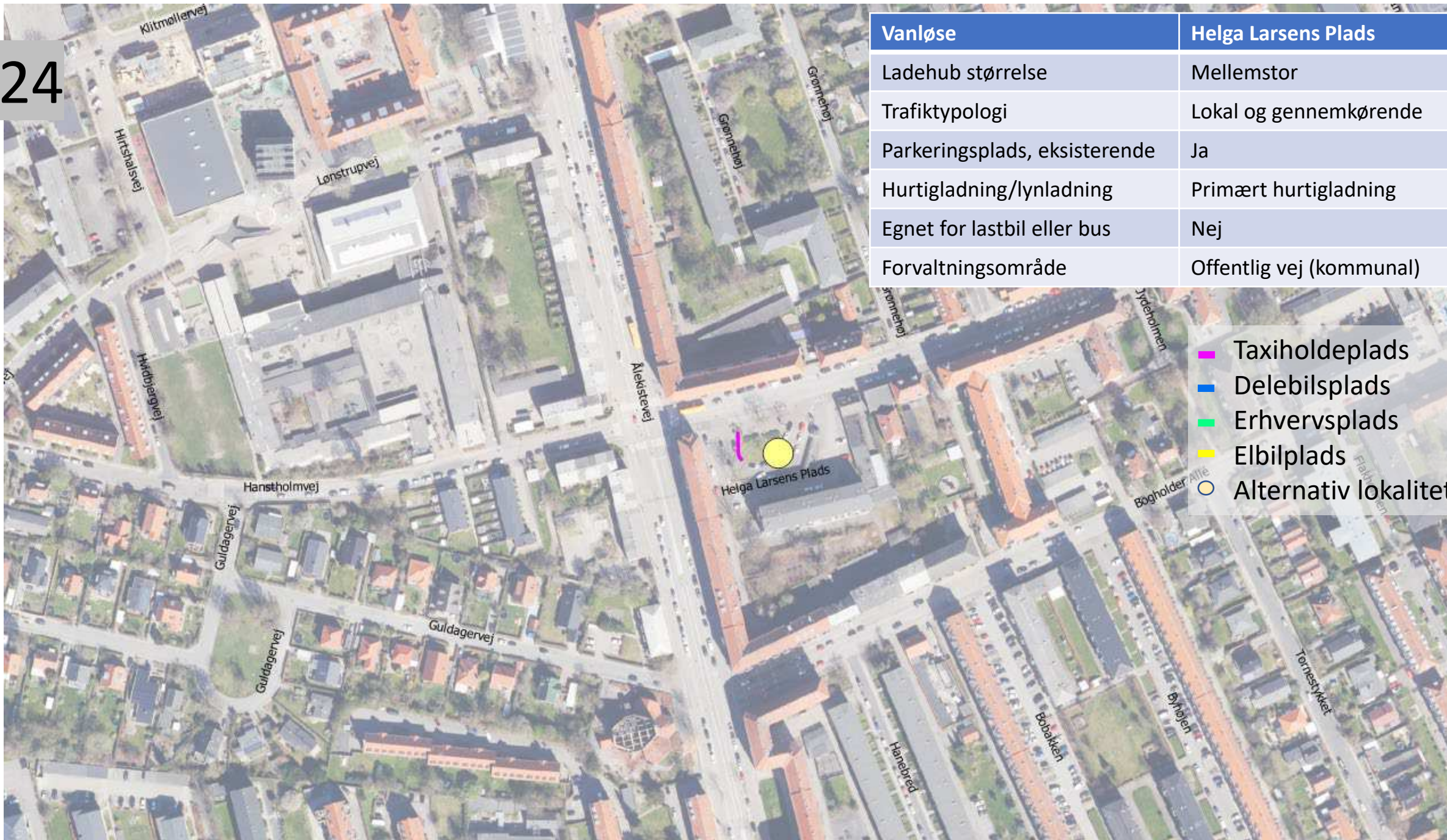
- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Alternativ lokalitet

23

Brønshøj-Husum	Terrasserne 3
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynladning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Alternativ lokalitet





Vanløse	Helga Larsens Plads
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal og gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynladning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

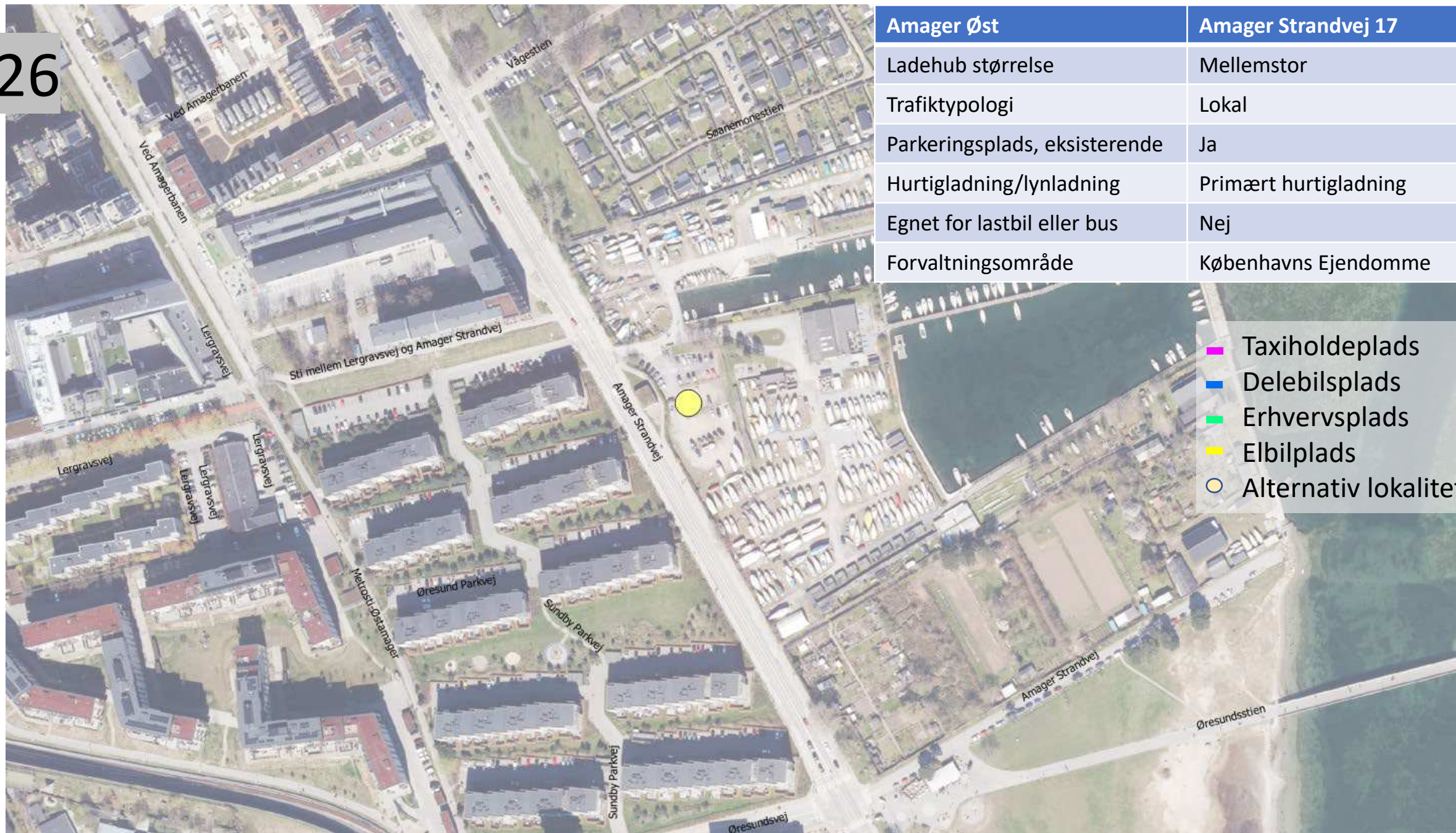
- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Alternativ lokalitet

25

Valby	Mosedalvej 7
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Københavns Ejendomme

Legend for map markers:

- Taxiholdeplads (Pink line)
- Delebilsplads (Blue line)
- Erhvervsplads (Green line)
- Elbilplads (Yellow line)
- Alternativ lokalitet (Yellow circle)



Amager Øst

Ladehub størrelse

Trafiktypologi

Parkeringsplads, eksisterende

Hurtigladning/lynladning

Egnet for lastbil eller bus

Forvaltningsområde

Amager Strandvej 17

Mellemstor

Lokal

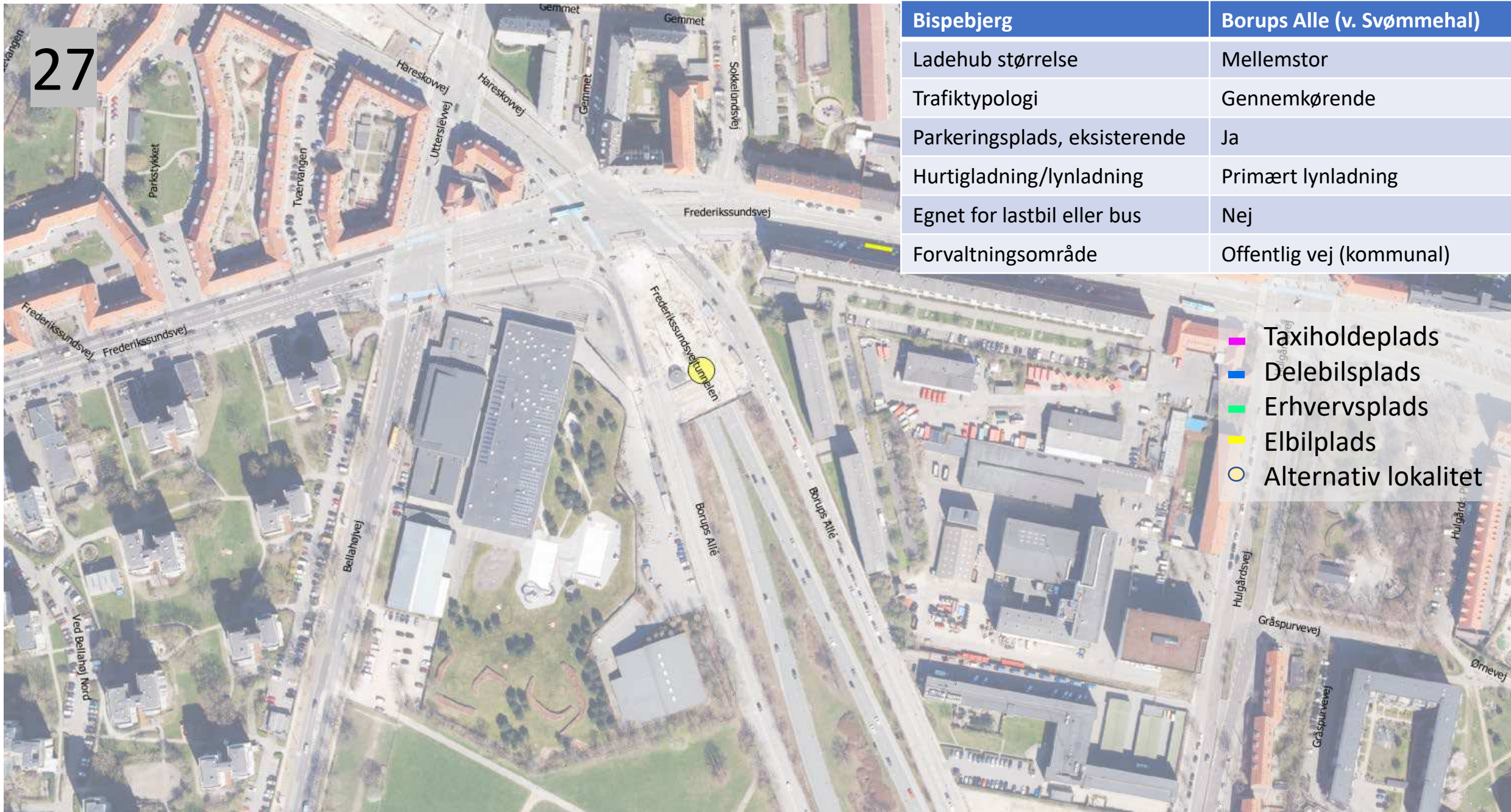
Ja

Primært hurtigladning

Nej

Københavns Ejendomme

- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Alternativ lokalitet



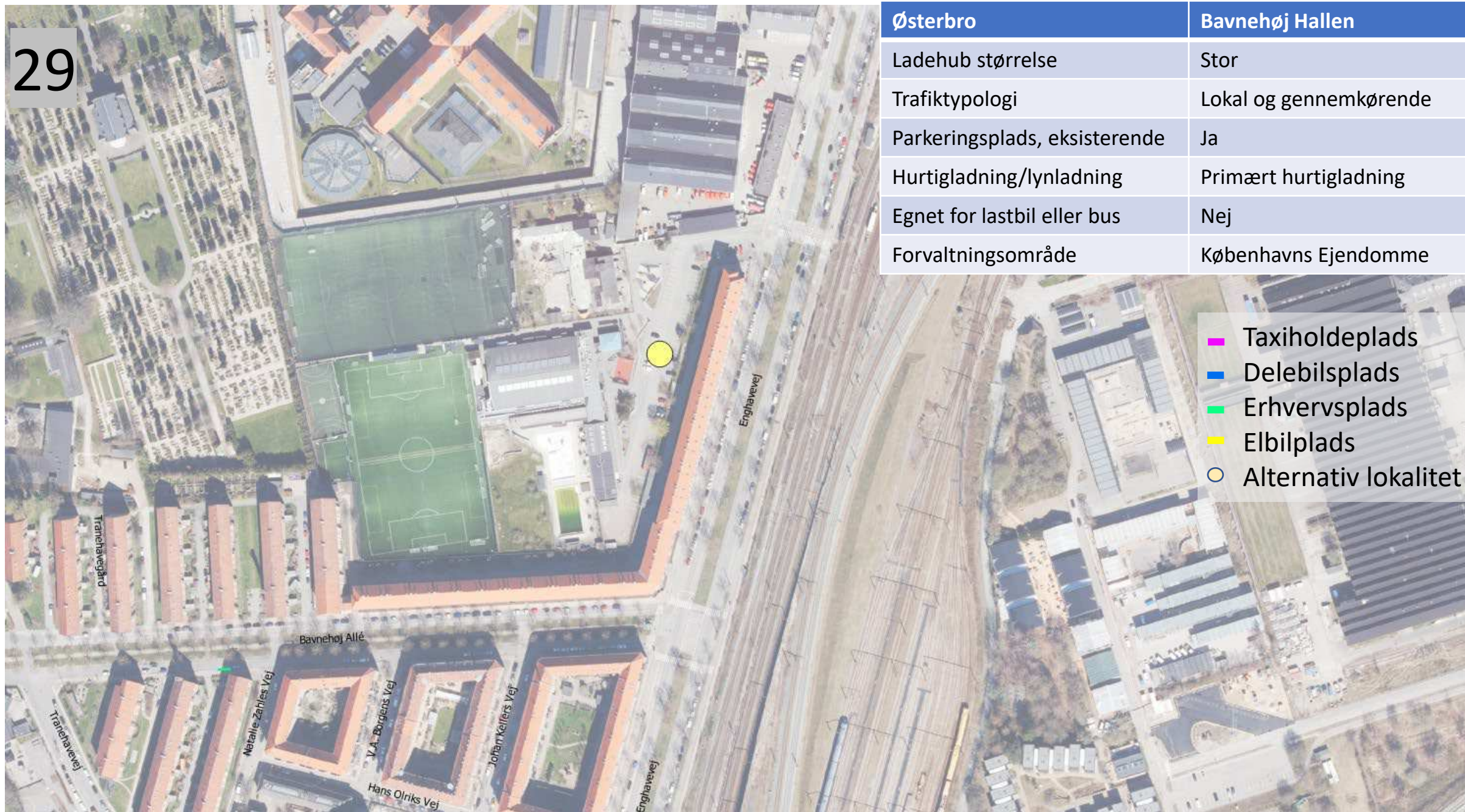
Bispebjerg	Borups Alle (v. Svømmehal)
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Alternativ lokalitet

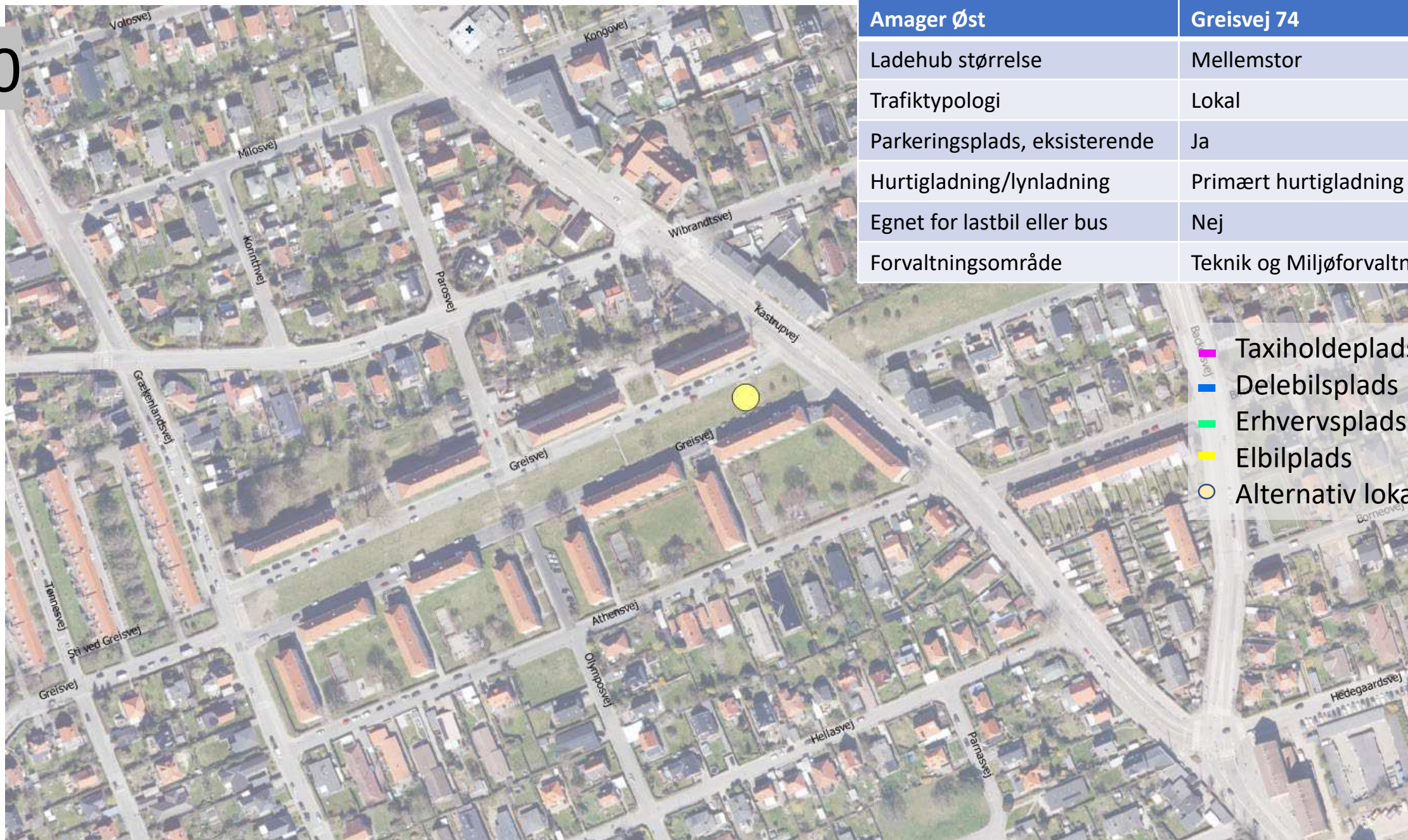


Vanløse	Godthåbsvej 249
Ladehub størrelse	Mindre
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Kombination
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Alternativ lokalitet



Østerbro	Bavnehøj Hallen
Ladehub størrelse	Stor
Trafiktypologi	Lokal og gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynladning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Københavns Ejendomme



Amager Øst	Greisvej 74
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynladning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Teknik og Miljøforvaltningen

- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Alternativ lokalitet



Bispebjerg	Emdrupvej 115A
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært hurtigladning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Offentlig vej (kommunal)

- Taxiholdeplads
- Delebilsplads
- Erhvervsplads
- Elbilplads
- Alternativ lokalitet



Nørrebro	Jagtvej 157
Ladehub størrelse	Mellemstor
Trafiktypologi	Lokal og gennemkørende
Parkeringsplads, eksisterende	Ja
Hurtigladning/lynledning	Primært lynledning
Egnet for lastbil eller bus	Nej
Forvaltningsområde	Københavns Ejendomme

	Taxiholdeplads
	Delebilplads
	Erhvervsplads
	Elbilplads
	Alternativ lokalitet