

COMMISSION DE REGULATION DE L'ENERGIE EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

ETUDE (BRUGEL-ETUDE-20170210-20)

relative au développement des infrastructures de recharge,
accessibles au public, pour les véhicules électriques en
Région de Bruxelles-Capitale

Etablie en application de l'article 30bis §2 2° de l'ordonnance
électricité

10 février 2017

Table des matières

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Base légale..... | 3 |
| 2 | Contexte..... | 3 |
| 3 | Objectif – Méthodologie – Résultats..... | 4 |
| 3.1 | Objectif de l'étude..... | 4 |
| 3.2 | Méthodologie..... | 5 |
| 3.3 | Résultats de l'étude..... | 6 |
| 3.3.1 | Nombre et répartition des bornes de recharge publique..... | 6 |
| 3.3.2 | Définition des modèles d'exploitation des bornes de recharge publique..... | 7 |
| 3.3.3 | Coûts/bénéfices pour chaque modèle d'exploitation des bornes de recharge publique.. | 11 |
| 4 | Position de BRUGEL..... | 13 |
| 5 | Annexe..... | 13 |
| 5.1 | Technisch-economische studie over de oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen. | 13 |

Liste des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 – Modèle basique d'exploitation des bornes publiques « Platformmodel »..... | 8 |
| Figure 2 – Modèle « interopérable avancé » d'exploitation des bornes publiques « Netwerkmodel ». | 9 |
| Figure 3 – Modèle « interopérable complet » d'exploitation des bornes publiques : « Tweevoudig interoperable model »..... | 11 |
| Figure 4 – Impact du type de déploiement (actif, réactif ou mixte) dans le cas du modèle d'exploitation basic..... | 12 |
| Figure 5 – Impact du type de déploiement (actif, réactif ou mixte) dans le cas du modèle d'exploitation interopérable avancé « Netwerkmodel »..... | 12 |

I Base légale

En vertu de l'article 30bis §2 2°, BRUGEL doit :

« D'initiative ou à la demande du Ministre ou du Gouvernement, effectuer des recherches et des études ou donner des avis, relatifs au marché de l'électricité et du gaz »

Sur la base de l'article susmentionné et pour mieux appréhender l'intégration des véhicules électriques sur le réseau et le marché d'électricité bruxellois, BRUGEL a commandité une étude technico-économique sur le développement des infrastructures de recharge, accessibles au public, en Région de Bruxelles-Capitale.

2 Contexte

Au niveau européen, dans sa « *feuille de route pour un espace européen unique des transports- Vers un système de transport compétitif et économe en ressources* »¹, la Commission européenne a fixé comme objectif de réduire de 60% les émissions de CO2 dans les transports d'ici 2050. Dans cet objectif, il est devenu nécessaire de remplacer le pétrole par des solutions de substitution à faible émissions de CO2. Afin de faciliter cette transition, la Commission européenne a adopté la directive 2014/94/UE du Parlement européen et de Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs² (ci-après « *directive 2014/94/UE* »).

Cette directive impose la présence de bornes de recharge ouverts au public sur tout le territoire national : « *Les États membres devraient veiller à ce que des points de recharge ouverts au public soient mis en place pour assurer une couverture adéquate, afin que les véhicules électriques puissent circuler au moins dans les agglomérations urbaines/suburbaines et d'autres zones densément peuplées et, le cas échéant, au sein de réseaux déterminés par les États membres. Le nombre de ces points de recharge devrait être fixé en tenant compte du nombre estimé de véhicules électriques qui seront immatriculés avant la fin 2020 dans chaque État membre* ».

La directive recommande également le déploiement de systèmes de comptage évolué afin de piloter la recharge des véhicules électriques pour que son impact soit le plus limité possible sur l'équilibre du système électrique : « *Dans la mesure où cela est techniquement possible et financièrement raisonnable, les opérations de recharge des véhicules électriques aux points de recharge devraient faire appel à des systèmes intelligents de mesure afin de contribuer à la stabilité du système électrique en rechargeant les batteries depuis le réseau lorsque la demande générale d'électricité est faible et de permettre un traitement des données sûr et souple* ».

¹ Livre blanc de 2011 sur la politique des transports, COM(11) 144.

² J.O.U.E., L 307/1, 28.10.2014. Dans le respect de la répartition des compétences (mobilité/énergie), dans le présent avis, l'analyse est portée sur les aspects « énergie » du déploiement des véhicules électriques.

En outre, au niveau régional, l'accord du nouveau gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale prévoit de favoriser l'implantation des véhicules électriques notamment en soutenant le secteur privé à investir dans la mise en place d'un maximum de points de recharge sur l'ensemble de la Région et en accélérant le choix prioritaire de véhicules électriques pour les services publics.

Par ailleurs, dans le cadre de l'exécution de ses missions, BRUGEL a demandé aux gestionnaires des réseaux électriques d'étudier l'intégration aux réseaux électriques des véhicules électriques. Les études réalisées avaient notamment pour but de réfléchir aux moyens d'assurer l'alimentation de ces véhicules via des adaptations du réseau électrique mais également d'identifier les éventuels problèmes de congestion du réseau en fonction du mode d'alimentation de ces véhicules qui se développera en réponse aux besoins des utilisateurs.

C'est dans ce contexte que BRUGEL, en tant que régulateur régional, investi d'une mission de conseil auprès des autorités publiques en ce qui concerne l'organisation et le fonctionnement du marché régional de l'énergie, a lancé une étude sur la faisabilité technique et économique des solutions d'exploitation et de gestion des bornes de recharges ouvertes au public et raccordées sur le réseaux de distribution bruxellois.

L'objectif est de recueillir les éléments de réponse pertinents et suffisamment éclairés pour recommander au Gouvernement une solution technique et économique optimale pour l'intégration et la gestion de ces bornes de recharge.

3 Objectif – Méthodologie – Résultats

3.1 Objectif de l'étude

L'étude commanditée par BRUGEL consiste en une analyse technico-économique du développement des bornes de recharge pour véhicules électriques ouvertes au public sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale. L'étude vise, dans sa première partie, à déterminer le nombre optimale de bornes de recharge pour couvrir le territoire de la Région en tenant compte du potentiel de la demande pour ce type d'infrastructure et des contraintes du réseau de distribution bruxellois (disponibilité du raccordement au niveau de tension adéquat pour le rechargement standard des véhicules électriques). Les modèles d'exploitation (gestion de l'infrastructure, fourniture en énergie,...) de ces bornes ont été analysés en tenant compte des besoins de développement actuel et futur de ces bornes et des règles de fonctionnement du marché de l'électricité. Dans la deuxième partie de l'étude, une analyse coûts/bénéfices pour les principaux acteurs de la chaîne de valeur a été conduite pour déterminer la faisabilité économique des modèles retenus pour l'exploitation de ces infrastructures. L'impact sur la facture du client finale des coûts de mise en œuvre de cette infrastructure a aussi été analysé dans l'hypothèse où ces investissements seront supportés par tous les consommateurs bruxellois d'électricité.

3.2 Méthodologie

Pour la première partie de l'étude, qui consiste à estimer le nombre optimal de bornes de recharge pour couvrir le territoire de la Région en tenant compte du potentiel de la demande pour ce type d'infrastructure et des contraintes du réseau de distribution bruxellois, le bureau d'étude a adopté une méthodologie basée sur les deux étapes suivantes :

- **Estimation spatio-temporelle de la distribution de la demande de véhicules électriques** : cette estimation est basée sur les données sociodémographiques des résidents bruxellois (nouvelles immatriculations, les revenus des ménages, surface de l'habitat,...). Une méthode de calcul régressive est ensuite été appliquée pour estimer le nombre de détenteurs de véhicules électriques à l'horizon de 2020. Ce nombre ainsi obtenu a permis ensuite d'estimer le besoin en bornes de recharge au niveau des blocs de logements. Ce niveau d'agrégation des données a été obtenu après des analyses successives des données au niveau des 19 communes et des 118 districts de Bruxelles.
- **Localisation optimale des bornes** : Pour répartir le nombre total estimé de bornes sur tout le territoire de la Région, un modèle de type MCLP³ (pour Maximal Covering Location Problem) a été utilisé. Les localisations des bornes ont été ainsi déterminées en fonction de l'évaluation de l'accessibilité au réseau électrique (raccordement au réseau 400V) à des coûts raisonnables. Une évaluation dynamique de la couverture du territoire sur les 5 prochaines années a été effectuée par le simulateur du déploiement progressif DMCLP⁴ (pour Dynamic Maximal Covering Location Problem).

Pour la deuxième partie de l'étude, la méthodologie adoptée consiste en la réalisation des deux analyses suivantes :

- **Analyse de faisabilité technique des différents modèles d'exploitation** : sur la base de cette analyse, notamment en tenant compte des expériences internationales, deux modèles de gestion des bornes publiques ont été présentés en détails pour la suite de l'étude. Un troisième modèle, jugé théorique mais le plus respectueux des règles de marché de fourniture, a été aussi analysé pour un éventuel développement futur de ce modèle.
- **Analyse coûts/bénéfices (ACB) de chaque modèle jugé techniquement faisable à court et moyen terme** : plusieurs variantes des ACB, construites selon les différentes stratégies de déploiement des bornes, ont été conduites dans le cadre de cette étude.

³ Church, R. and ReVelle, C., *The maximal covering location problem*, *Papers of the Regional Science Association*, 32(1974), 101-118.

⁴ Gunawardane, Gamini *Dynamic versions of set covering type public facility location problems*, *European Journal of Operational Research*, 10(1982), 190-195.

3.3 Résultats de l'étude

Le rapport final de l'étude commandité par BRUGEL, présente les résultats complets de chaque partie de l'étude. Ci-après une synthèse succincte de ces résultats :

3.3.1 Nombre et répartition des bornes de recharge publique

En 2015, 637.809 véhicules ont été recensés à Bruxelles et sur les 82.889 nouvelles immatriculations, 882 sont de type électrique BEV (voitures tout-électrique : BEV pour Battery Electric Vehicle) et PHEV (voitures hybrides rechargeables : PHEV pour Plug-in Hybrid Electric Vehicle). Sur la base des résultats de l'étude effectuée en Flandre⁵, la part des véhicules BEV et PHEV sur l'ensemble des nouvelles immatriculations a été estimé pour toute la période 2016-2020. Trois scénarios sont toutefois pris en considération pour estimer les nouvelles immatriculations des véhicules électriques à l'horizon de 2020. Il s'agit du scénario sans mesures de soutien particulières (BAU : Business as Usual), scénario avec des incitants à l'achat (eco-bonus) et le scénario avec des incitants et des infrastructures (100 bornes installées annuellement). Les résultats montrent qu'on peut atteindre en 2020 14.000 véhicules avec le BAU, 16.000 véhicules avec les incitants et 18.000 avec des incitants et des infrastructures de recharge suffisantes.

L'estimation spatio-temporelle de la distribution de la demande de véhicules électriques a été effectuée à plusieurs niveaux de granularité. Au niveau communal, le nombre de véhicules estimé pour toute la région a été proportionnellement réparti entre les 19 communes de Bruxelles. Ensuite, pour tenir compte des considérations sociodémographiques (revenus, tailles des maisons,...), le nombre obtenu pour chaque commune a été divisé par le nombre de districts⁶ appartenant à la municipalité. Les moyennes estimées de la demande de véhicules électriques par district varie de 14,68 en 2016 à 69,45 en 2020.

Pour estimer les besoins en bornes de recharges pour alimenter le nombre de véhicules estimés, la granularité de l'analyse a été ramenée au niveau des blocs⁷ de logements dans chaque district. La demande moyenne de véhicules électriques par bloc varie de 0,6 en 2016 à 2,81 en 2020. Pour obtenir une couverture optimale du territoire de la Région par des bornes de recharge, un modèle de type MCLP⁸ (pour Maximal Covering Location Problem) a été utilisé.

Si on prend en considération le scénario BAU (sans mesures de soutien à l'achat de véhicules électriques), l'installation de 100 stations (2 bornes de recharge par station), soit 1.000 bornes à l'horizon de 2020, devrait nous rapprocher du critère européen d'installer un nombre de bornes égale à 10% du nombre de véhicules électriques attendus (dans notre cas 14.000 en 2020 selon le scénario BAU). L'étude présente en ouvre les différents contextes d'aménagement du territoire (parking, zones vertes, bornes déjà disponibles,...) et de la

⁵ Lebeau, Kenneth, Van Mierlo, Joeri, Lebeau, Philippe, Mairesse, Olivier and Macharis, Cathy The market potential for plugin hybrid and battery electric vehicles in Flanders: A choice-based conjoint analysis, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(2012), 592-597.

⁶ La Région de Bruxelles est divisée en 118 quartiers résidentiels, 6 zones industrielles, 18 zones vertes et 3 cimetières.

⁷ Un bloc de logements est délimité par des voiries. Au total, l'étude a recensé 4992 blocs sur toute la Région.

⁸ Church, R. and ReVelle, C., *The maximal covering location problem*, *Papers of the Regional Science Association*, 32(1974), 101-118.

situation du réseau de distribution (possibilité de raccordement en 400 V sans investissements supplémentaires importants) ont été explicités pour une étude détaillée ultérieure du placement adéquat de ces bornes.

3.3.2 Définition des modèles d'exploitation des bornes de recharge publique

Les modèles d'exploitation des infrastructures de recharge, ouverts au public, pour les véhicules électriques diffèrent selon la technologie utilisée dans la fabrication des bornes, le nombre d'acteurs dans la chaîne de valeur et les moyens de communication et de paiement offerts aux utilisateurs de ces bornes. L'analyse effectuée pour le compte de BRUGEL montre trois types de modèles possibles (avec quelques variantes pour chaque modèle). Ces modèles décrivent les principaux rôles dans la chaîne de valeurs, les transactions entre les différents rôles et les principales limitations identifiées :

1. Modèle dit « Platformmodel⁹ » :

Ce modèle (voir Figure 1 ci-après) s'appuie sur deux rôles principaux :

1. le fournisseur de service de recharge qui représente la partie commerciale qui fournit directement le service aux utilisateurs de véhicules électriques ;
2. le propriétaire de la borne (ou le locataire des lieux) est celui qui offre les bornes aux différents fournisseurs de service de recharge.

Via ce fournisseur de service de recharge, le propriétaire de la borne garantit aux utilisateurs l'accès aux bornes et les moyens de paiements pour la recharge. Dans ce modèle, le fournisseur de service de recharge joue aussi le rôle de l'exploitant de la borne (exploitation et entretien).

Les principales caractéristiques de ce modèle sont :

- Très facile à déployer car une seule partie est désignée pour gérer les aspects techniques (exploitation quotidienne des bornes) et les transactions commerciales avec les utilisateurs,
- Plusieurs moyens de paiement ad-hoc (SMS, carte) sont possibles via ce modèle.
- Le contrat de raccordement au réseau électrique est généralement signé par le propriétaire (ou le locataire des lieux) de la borne,
- Le contrat de fourniture d'énergie peut être signé soit par le propriétaire de la borne (ou le locataire des lieux) ou l'exploitant désigné par le propriétaire. Le client ne peut choisir son fournisseur d'énergie ou son fournisseur de service de recharge autre que celui qui gère la borne.

⁹ Modèle de gestion techniquement "basique" mais qui offre plusieurs moyens de paiement .

Toutefois, ce modèle présente aussi quelques risques notamment :

- la multiplication de fournisseurs de service de recharge (un seul par borne) sans toutefois offrir de l'interopérabilité aux utilisateurs,
- l'établissement d'un monopole sur l'exploitation des bornes (technique et commerciale),

Ce modèle représente la situation de fait actuelle en Belgique. A court terme, ce modèle devrait suffire pour répondre à la demande. Toutefois, pour tenir compte des besoins de concurrence entre les différents fournisseurs de service de recharge, ce modèle n'est pas approprié à long terme.

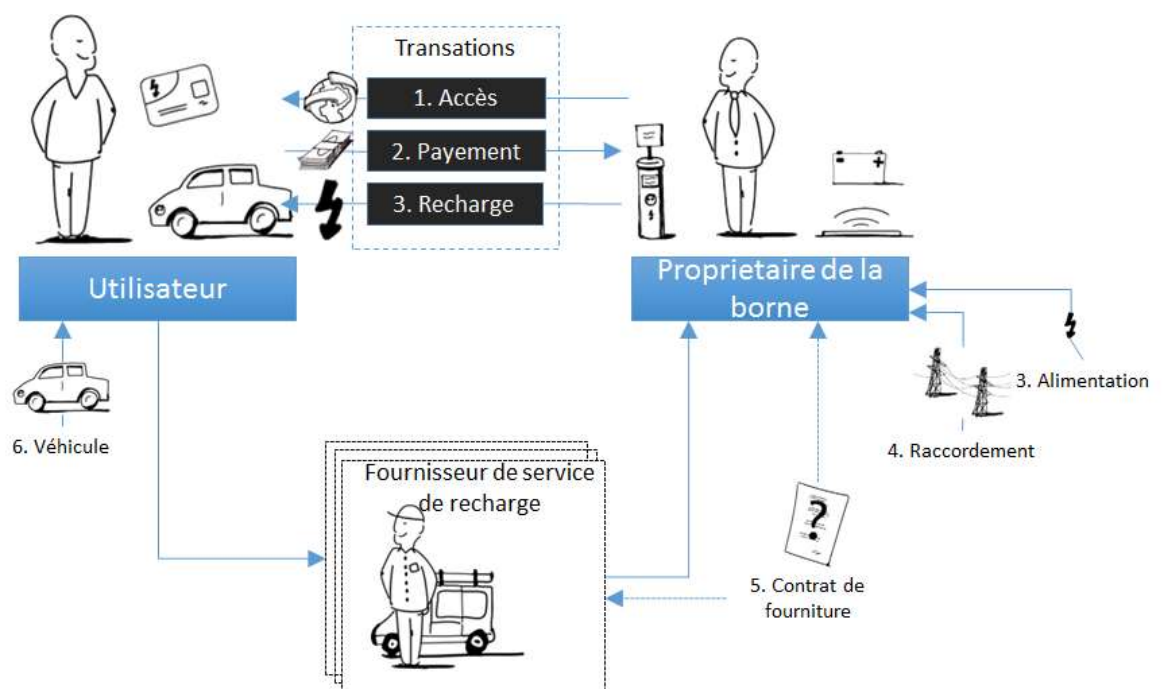


Figure 1 – Modèle basic d'exploitation des bornes publiques « Platformmodel »

2. Modèle « interopérable avancé » : interopérable entre fournisseurs de services de recharge

Dans ce modèle (voir Figure 2 ci-après), le propriétaire des bornes (ou le locataire des lieux) désigne les exploitants pour ces bornes (installation et entretien) et peut signer lui-même son

contrat de raccordement. L'exploitant de la borne est tenu de donner accès aux différents fournisseurs de service de recharge et de leur offrir les données de comptage pour leur refacturer ses services et l'énergie consommée par leurs clients.

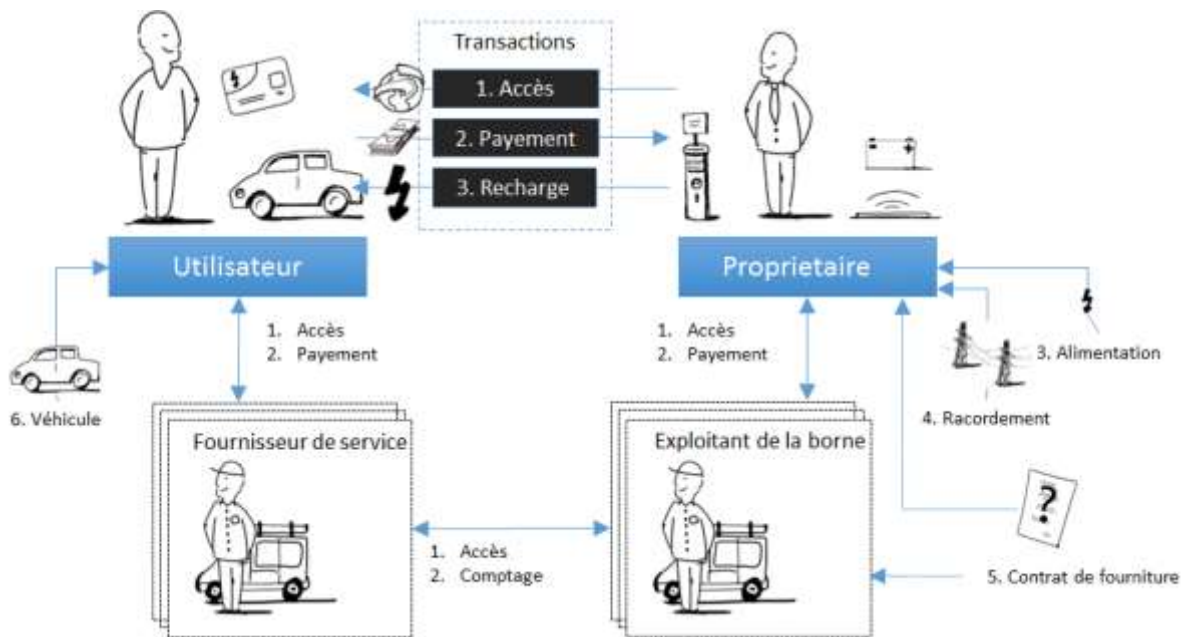


Figure 2 – Modèle « interopérable avancé » d'exploitation des bornes publiques « Netwerkmodel »

Les principales caractéristiques de ce modèle sont :

- Son déploiement nécessite une technologie (sur la borne ou via une clearing house) permettant l'interopérabilité entre les différents fournisseurs de service de recharge. Ceci peut générer des coûts supplémentaires (par rapport au modèle précédent «basic »),
- Le client peut choisir, sur chaque borne, son fournisseur de service de recharge ce qui lui permet de faire jouer la concurrence pour faire baisser les prix. Dans ce modèle, le client peut donc utiliser la borne de son choix sans devoir changer son fournisseur de service de recharge.
- Risque lié à l'investissement (placement de la borne) est réduit puisque tous les fournisseurs de service de recharge ont un accès égal à la borne. Ce modèle conduit donc à un développement plus rationnel des bornes car les fournisseurs de services de recharge ne seront pas contraints d'installer leurs propres bornes,
- Plusieurs moyens de paiement ad-hoc (SMS, carte) sont aussi possibles via ce modèle.

- Le contrat de fourniture d'énergie peut être signé soit par le propriétaire de la borne (ou le locataire des lieux) ou l'exploitant désigné par le propriétaire. Ni le client, ni le fournisseur de service de recharge ne peut choisir son fournisseur d'énergie.

Ce modèle est le plus répandu car il offre aux clients le choix des fournisseurs de service de recharge. Toutefois, dans la pratique l'exploitant de la borne cumule aussi le rôle de fournisseur de service même si il n'est pas le seul sur la borne.

3. Modèle « interopérable complet » : interopérable entre fournisseurs de services de recharge et entre fournisseurs d'énergie

Ce modèle (voir Figure 3 ci-après) qui offre le choix de fournisseur d'énergie, soit aux clients utilisateurs de bornes de recharge soit aux fournisseurs de service de recharge, est seulement envisagé, actuellement, en projets pilotes (Pays-bas et Portugal : Enexis, Greenflux et THE New Motion)¹⁰. Ce modèle souffre des limitations suivantes :

- **Technique et technologique** : pour permettre aux clients ou aux fournisseurs de service de recharge de choisir leur fournisseurs d'énergie, la borne de recharge doit disposer d'une technologie d'indentification (des clients Vs. fournisseurs de service), de stockage et de communication des données détaillées avec le GRD. Ce type de borne n'existe pas encore sur le marché. Le développement d'un système propriétaire pour la seule Belgique serait très coûteux et disproportionné par rapport aux gains attendus pour les clients.
- **Processus du marché**. Le MIG actuel qui règle les échanges entre les GRD et les fournisseurs d'énergie ne permet pas d'encoder le choix de fournisseur d'énergie pour chaque client potentiel sur la borne. Pour y arriver, les GRD devraient donc développer une application logicielle dédiée à ces bornes, ce qui peut générer des surcoûts substantielle pour la collectivité.

¹⁰ www.thenewdrive.be

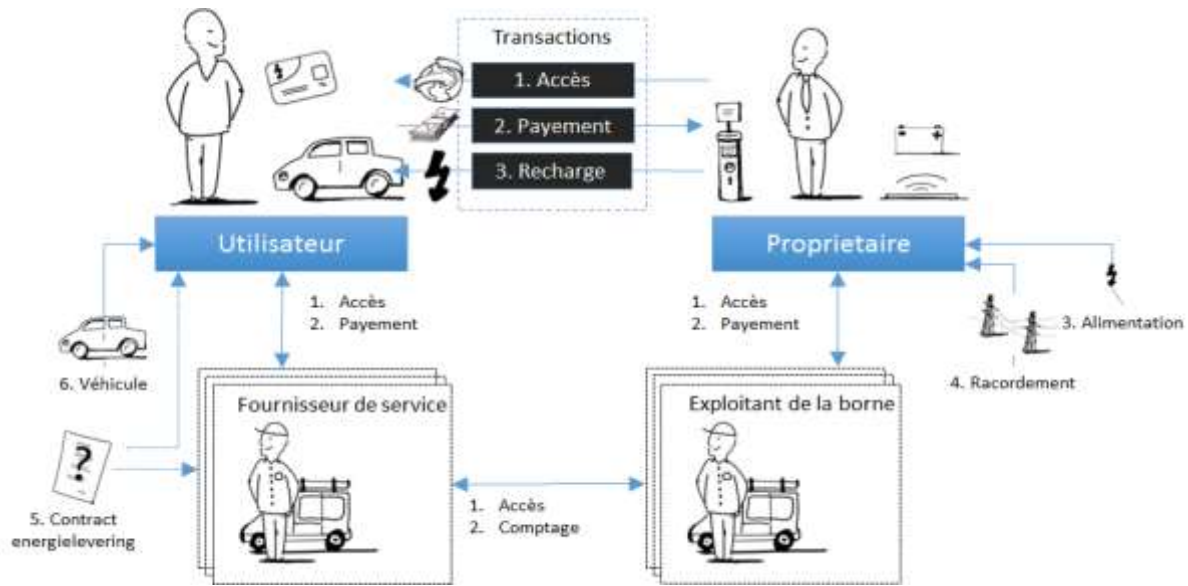


Figure 3 – Modèle « interoperable complet » d'exploitation des bornes publiques : « Tweevoudig interoperable model »

3.3.3 Coûts/bénéfices pour chaque modèle d'exploitation des bornes de recharge publique

Les modèles basic (Platformmodel) et interoperable avancé (Netwerkmodel) présentés précédemment ont été utilisés pour réaliser des analyses coûts/bénéfices sur les principaux acteurs de la chaîne de valeur de la recharge des véhicules électriques. Plusieurs scénarios de déploiements des bornes de recharges ont été testés pour identifier les conditions optimales de rentabilité de l'exploitation de ces bornes. La situation de référence correspond à un déploiement de 500 stations de recharge (2 bornes par station) à l'horizon de 2020 avec un rythme de 125 stations par an. Pour cette situation de référence, la durée d'exploitation de la borne a été estimée à 10 ans et le prix de la recharge évalué à 0.25 euros par kWh. Les autres scénarios difèrent de la situation de référence par le nombre de bornes à installés, par la durée d'exploitation de la borne, par le prix du kWh de recharge et par les aides alloués par bornes. En outre, l'étude a considéré trois stratégies de déploiement de ces bornes : réactif (placement des bornes en fonction de la demande exprimée), proactif (avant que la demande ne soit exprimée) et mixte (50% de bornes installés de manières réactive et l'autre moitié de manière proactive).

Pour illustrer les résultats obtenues par cette étude, les Figures 4 et 5 montrent le business case de l'opérateur de la borne dans le cas de la situation de référence et selon les trois stratégies de déploiements des bornes (réactive, proactive et mixte). Il en ressort que le déploiement réactif à plus de chance d'offrir un business case positif après 8 ans

d'exploitation dans le cas du modèle interopérable tandis qu'il faut plus de 9 ans dans le cas du modèle basic. Aucun business case des autres scénarios n'est rentable durant toute la durée de vie (ou d'exploitation) de la borne.

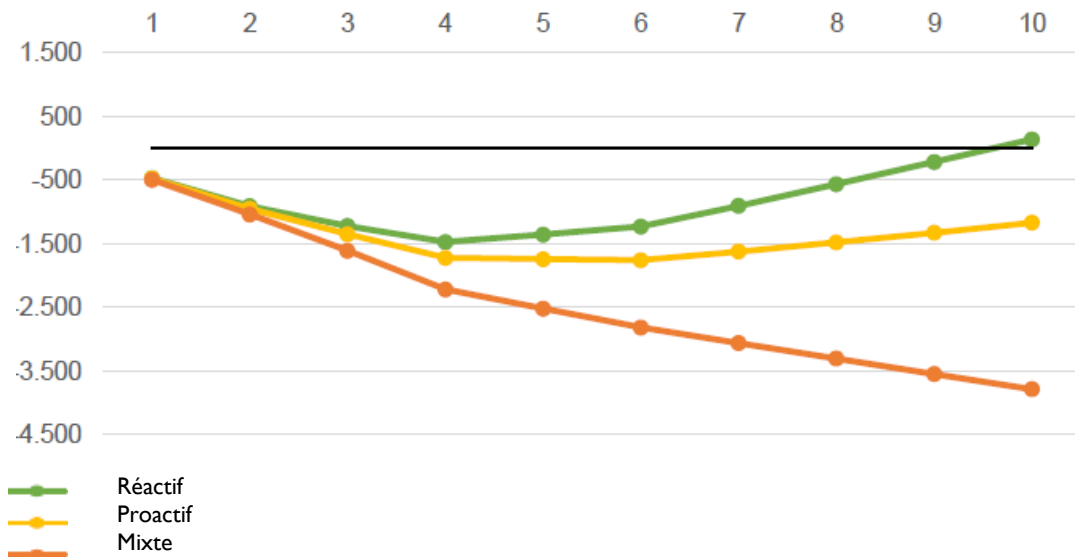


Figure 4 – Impact du type de déploiement (proactif, réactif ou mixte) dans le cas du modèle d'exploitation basic « Plateformmodel »

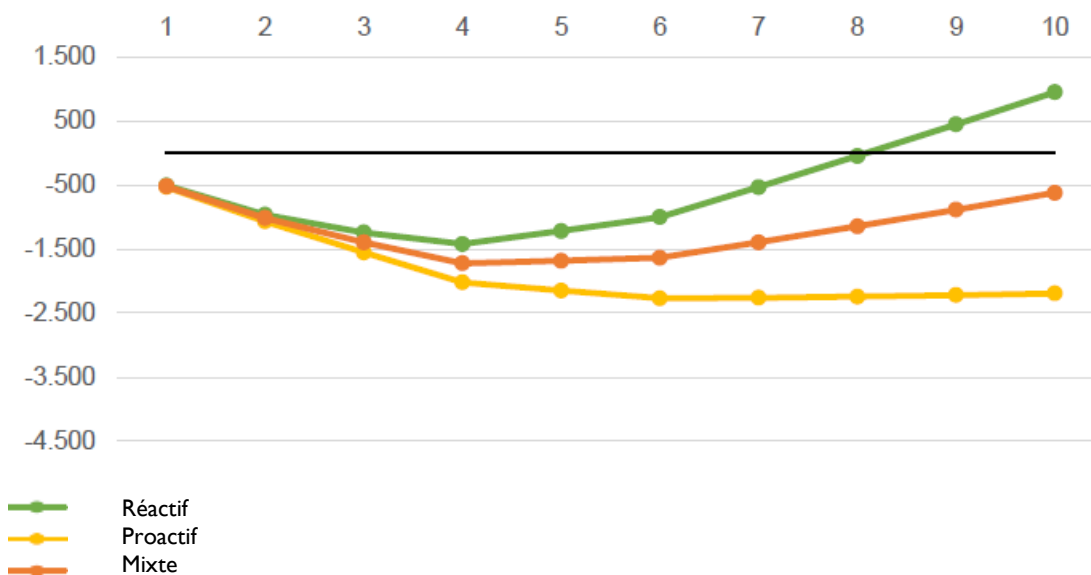


Figure 5 – Impact du type de déploiement (proactif, réactif ou mixte) dans le cas du modèle d'exploitation interopérable avancé « Netwerkmmodel »

Les résultats de l'étude montrent en outre que la période de rentabilité pour l'opérateur des bornes de recharge peut être ramenée à 3 ans moyennant des subsides de 3.313 euros par

station de recharge dans le cas du modèle interopérable et de 3.259 euros dans le cas du modèle basic.

Par ailleurs, sur la base du profil de consommation actuel des véhicules électriques (4.761.305 MWh de consommation totale par an), le consommateur final¹¹ d'électricité devrait payer en moyenne 3,48 euros par an pour financer, via les factures d'énergie, les 500 (1.000 bornes) stations de recharge prévues dans le scénario de référence de cette étude.

4 Position de BRUGEL

Tenant compte des résultats technico-économiques de cette étude, BRUGEL attire l'attention sur les recommandations formulées dans son avis¹² du 27 mai 2016 et qui visent principalement à mettre en œuvre d'une vision intégrée et concertée du développement des infrastructures de recharge qui tient compte des contraintes de raccordement sur le réseau de distribution, du respect de l'éligibilité des exploitants de ces infrastructures pour le choix de leurs fournisseurs et le besoin du contrôle des prix pratiqués par ces exploitants.

5 Annexe

5.1 Technisch-economische studie over de oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen

¹¹ Un client résidentiel à Bruxelles qui consomme en moyenne 2.600 kWh par an devrait payer 1,35 euros/an.

¹²BRUGEL-AVIS-20160527-220 : avis relatif au développement des infrastructures de recharges de véhicules électriques, accessibles au public, en Région de Bruxelles-Capitale.

Eindrapport technisch-economische studie over de oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen



| | |
|-----------------|--|
| Opdrachtgever | BRUGEL |
| Contactpersoon | Farid Fodil Pacha (ffodilpacha@brugel.be) |
| Dienstverleners | The New Drive, MOBI (VUB) en APPM |
| Contactpersoon | Arthur Vijghen (arthur.vijghen@thenewdrive.be) |
| Datum | Maandag 28 november 2016 |
| Uw referentie | 2015066 |
| Onze referentie | 2015-10-21-BRUGEL |
| Versie document | Draft |

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| Deel 1: locatie-analyse laadinfrastructuur Brussels Hoofdstedelijk Gewest | 3 |
| 1 EV uptake: horizon 2030 | 5 |
| 2 Context | 13 |
| 3 Locatiemodel | 23 |
| 4 Resultaten | 25 |
| 5 Conclusie | 31 |
| Deel 2: definitie van exploitatiemodellen van de laadpunten | 32 |
| 6 Definitie, vergelijking en selectie van marktmodellen voor laadinfrastructuur | 34 |
| 7 Organisatorische en technische beschrijving van twee marktmodellen | 48 |
| Deel 3: kosten-batenanalyse van de uitrol van de oplaadinfrastructuren | 74 |
| 8 De total cost of ownership (TCO) van de e-rijder..... | 76 |
| 9 De business case van de CPO | 80 |
| 10 De business case van de service provider | 92 |
| 11 Impact op de factuur van de eindgebruiker | 96 |
| 12 Haalbaarheid transitie van een platformmodel naar een netwerkmodel | 97 |
| Bijlagen | 98 |
| 13 Bijlage A: MCLP..... | 99 |
| 14 Bijlage B: business case scenario's | 100 |

Deel 1: locatie-analyse laadinfrastructuur Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Deelrapport technisch-economische studie over de
oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen

Inleiding deel 1

Elektrische voertuigen (EV) voorzien in een milieuvriendelijker alternatief voor conventionele verbrandingsmotoren op vlak van emissies, wat heel interessant is in een stedelijke context zoals het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en in een dichtbevolkt gebied zoals Vlaanderen. Echter, de adoptie van deze voertuigtechnologie in Brussel (en in België in het algemeen) loopt achter op omliggende Europese hoofdsteden zoals Amsterdam en Parijs. (Voor een up-to-date overzicht van de statistieken over voertuigen en laadinfrastructuur in Europa, verwijzen we naar het European Alternative Fuel Observatory¹.)

Gegeven dat toegang tot laadinfrastructuur een goede voorspeller is voor de verkopen van elektrische voertuigen², wordt het gebrek aan publieke laadinfrastructuur in België gezien als één van de barrières voor een verdere marktontwikkeling. Dit wordt ook erkend in de Directieve “Clean Power for Transport” van de Europese Commissie, die aan de lidstaten oplegt een actieplan voor de roll-out van laadinfrastructuur klaar te hebben. In deze studie presenteren we de resultaten van een locatiemodel voor laadinfrastructuur waarbij de toekomstige adoptie van elektrische voertuigen in rekening wordt genomen.

Methode en Data deel 1

De methodologische benadering bestaat uit twee delen: eerst wordt een schatting gemaakt van de ruimtelijk-tijdelijke adoptie van EVs in Brussel, vervolgens wordt deze informatie gebruikt als vraagparameter in een locatiemodel. Gebaseerd op socio-demografische kenmerken van huishoudens, zoals inkomen, woonoppervlakte en huishoudgrootte, wordt voor de komende vijf jaar voorspeld hoeveel EVs worden verwacht aanwezig te zijn in Brusselse wijken. Deze informatie wordt vervolgens gebruikt om te schatten hoe groot de nood is aan laadinfrastructuur. Verschillende locatiemodellen werden reeds toegepast voor het plannen van EV laadinfrastructuur. In deze studie presenteren we een *multi-period maximal covering model* dat de geschatte vraag naar publieke laadinfrastructuur voor de volgende vijf jaar in rekening neemt.

¹ European Alternative Fuel Observatory, <http://www.eafo.eu>, accessed on 2016-06-01.

² Mersky, Avi Chaim, Sprei, Frances, Samaras, Constantine and Qian, ZhenSean *Effectiveness of incentives on electric vehicle adoption in Norway*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 46(2016), 56–68.

1 EV uptake: horizon 2030

Het vertrekpunt van deze studie is een eerder uitgevoerde *choice-based conjoint (CBC) analysis*³ die wordt gebruikt om de prognose te maken voor EV uptake in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Het totaal aantal geregistreerde voertuigen in een gemeente wordt gebruikt om de voorspelde EV vraag voor het Gewest te allokieren op gemeenteniveau. Vervolgens berekenen we een *EV suitability score* voor elk district om de ruimtelijke socio-demografische verschillen in rekening te nemen. De laatste stap betreft de uniforme verdeling van de voorspelde vraag op wijkniveau naar gebouwblokken. In figuur 1 is deze procedure gevisualiseerd, in de volgende paragrafen wordt de methode in detail besproken.



Figuur 1: Procedure voor schatting EV-uptake per gebouwenblok.

1.1 Ruimtelijke entiteit: Brussels Hoofdstedelijk Gewest

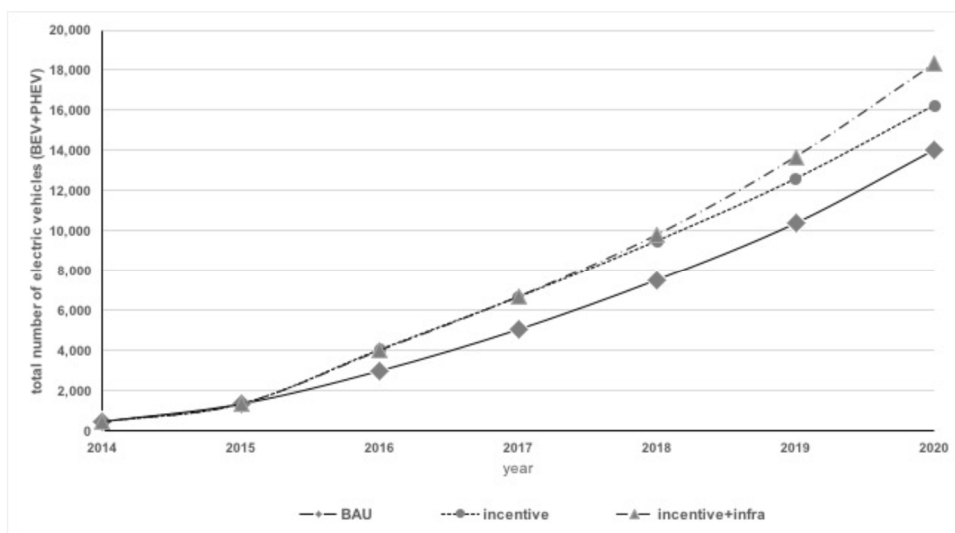
Begin 2015 waren er in België 7 402 851 voertuigen geregistreerd, waarvan 637 809 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest [4]. Het aantal nieuw geregistreerde voertuigen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest was 78 470 in 2014 en 82 889 in 2015. Van deze nieuwe registraties waren er in 2014 435 [1] en in 2015 882 [4] elektrische voertuigen (zowel batterij-elektrische voertuigen (BEV) als plugin-hybride elektrische voertuigen (PHEV)).

Vertrekkende van de resultaten van de eerdergenoemde CBC-studie [6] voorspellen we het marktaandeel van BEVs en PHEVs voor de nieuw geregistreerde voertuigen in 2016-2020. Wanneer we de reële verkopen van 2014 en 2015 in rekening nemen, bekomen we het cumulatieve aantal BEVs en

³ Lebeau, Kenneth, Van Mierlo, Joeri, Lebeau, Philippe, Mairesse, Olivier and Macharis, Cathy *The market potential for plug-in hybrid and battery electric vehicles in Flanders: A choice-based conjoint analysis*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 17(2012), 592-597.

PHEVs voor de komende vijf jaar in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Deze prognose is uitgevoerd voor 3 scenario's: Business As Usual (BAU), Subsidiebeleid, en Subsidie-en-infrastructuur-beleid. In het scenario BAU worden de verkopen voorspeld in de veronderstelling dat er geen beleidsmaatregelen worden genomen om de EV uptake te stimuleren. Dit resulteert in een totaal aantal van 14 000 voertuigen in 2020. In het scenario Subsidiebeleid wordt aangenomen dat er een financiële stimulans wordt gegeven (een eco-bonus) om de marktontwikkeling te stimuleren. In 2016 zou de bonus 6 000€ bedragen en dit degreseert over de tijd, namelijk 3 000€ in 2017, 2 000€ in 2018 en 1 500€ in 2019. Het effect van deze stimulansmaatregel, in vergelijking met het BAU scenario, is een snellere uptake van EVs en dus een hoger gecumuleerd aantal EVs in het Brussels Hoofdstedelijk Gewesten, namelijk meer dan 16 000. Het scenario Subsidie-en-infrastructuur-beleid bouwt verder op het scenario Subsidiebeleid met de bijkomende veronderstelling dat er wordt ingezet op laadinfrastructuur, waarbij het aantal laadpunten elk jaar met 100 stijgt. De combinatie van deze maatregelen werd ook geanalyseerd met de resultaten van de CBC-studie, en dit zou in eerste instantie leiden tot dezelfde effecten als in het Subsidiescenario, maar op langere termijn – vanaf 2019 – stijgt het totaal aantal EVs tot meer dan 18 000. Dit vertraagd effect kan verklaard worden door het tijdsprogressief aantal laadpunten in combinatie met de tijdsdegressieve financiële stimulans. De resultaten van deze scenario-gebaseerde vraagvoorspelling worden afgebeeld in figuur 2.

Het vervolg van deze analyse is gebaseerd op de resultaten van het BAU scenario.



Figuur 2: Prognose aantal EVs in Brussels Hoofdstedelijk Gewest 2016-2020

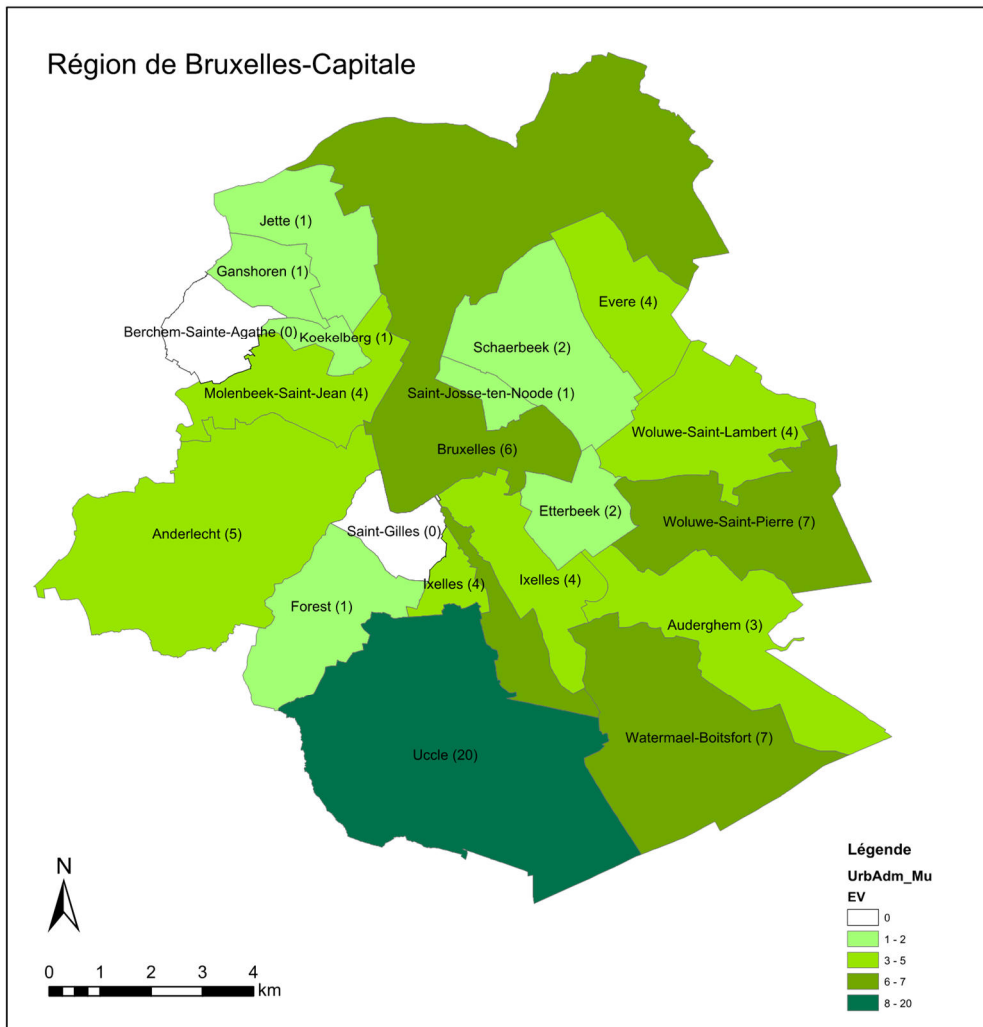
1.2 Ruimtelijke entiteit: gemeenten

Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bestaat uit 19 gemeenten. Gegeven het inherente ruimtelijke karakter van de locatieanalyse, dient de voorspelde EV vraag fijnmaziger te worden toegekend aan ruimtelijke entiteiten. Idealiter zijn alle data beschikbaar op hetzelfde ruimtelijke niveau, echter dit is in de praktijk niet het geval en daarom wordt een stapsgewijze aanpak toegepast.

In de eerste toekenningfase (zie figuur 1) wordt het totaal aantal voorspelde EVs proportioneel verdeeld over de 19 gemeenten volgens het aantal nieuw ingeschreven elektrische voertuigen door particulieren in elke gemeente in het jaar 2015. Gezien de doelstelling van deze studie is om de publieke laadinfrastructuur ten behoeve van inwoners optimaal te lokaliseren, worden enkel de elektrische voertuigen die verkocht werden aan particulieren in rekening genomen (zie tabel 1).

Tabel 1: Aantal geregistreerde EVs per gemeente in 2015

| | | new vehicle registrations | EV private | EV company | EV total | |
|-------|---------------------------|---------------------------|------------|------------|----------|-----|
| | BCR | 82889 | 73 | 8% | 809 | 92% |
| 21001 | Anderlecht | 2.010 | 2% | 5 | 7% | 30 |
| 21002 | Oudergem | 2.314 | 3% | 3 | 4% | 13 |
| 21003 | Sint-Agatha-Berchem | 637 | 1% | 0 | 0% | 7 |
| 21004 | Brussel | 3.667 | 4% | 6 | 8% | 119 |
| 21005 | Etterbeek | 875 | 1% | 2 | 3% | 10 |
| 21006 | Evere | 20.382 | 25% | 4 | 5% | 135 |
| 21007 | Vorst (Brussel-Hoofdstad) | 12.571 | 15% | 1 | 1% | 10 |
| 21008 | Ganshoren | 403 | 0% | 1 | 1% | 6 |
| 21009 | Eisene | 14.365 | 17% | 4 | 5% | 132 |
| 21010 | Jette | 805 | 1% | 1 | 1% | 30 |
| 21011 | Koekelberg | 238 | 0% | 1 | 1% | 2 |
| 21012 | Sint-Jans-Molenbeek | 1.019 | 1% | 4 | 5% | 17 |
| 21013 | Sint-Gillis | 640 | 1% | 0 | 0% | 12 |
| 21014 | Sint-Joost-ten-Node | 3.279 | 4% | 1 | 1% | 33 |
| 21015 | Schaarbeek | 2.727 | 3% | 2 | 3% | 69 |
| 21016 | Ukkel | 7.339 | 9% | 20 | 27% | 71 |
| 21017 | Watermaal-Bosvoorde | 655 | 1% | 7 | 10% | 16 |
| 21018 | Sint-Lambrechts-Woluwe | 7.744 | 9% | 4 | 5% | 70 |
| 21019 | Sint-Pieters-Woluwe | 1.219 | 1% | 7 | 10% | 27 |

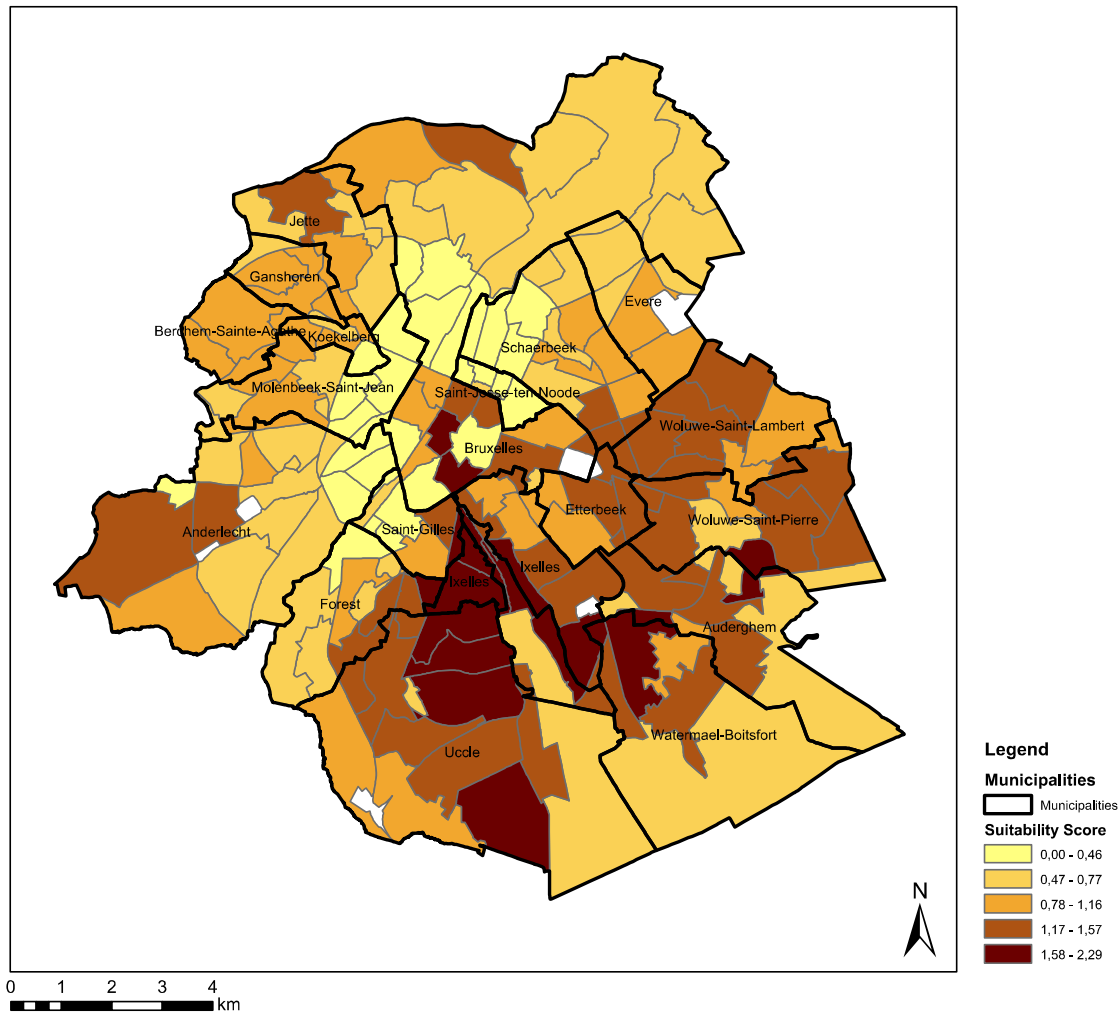


Figuur 3: Aantal geregistreerde EVs door particulieren per gemeente in 2015

De verdeling van dit aantal is voorgesteld op de kaart in figuur 3. Merk op dat in 2 gemeenten, Sint-Agatha-Berchem en Sint-Gillis, geen particulieren EVs werden geregistreerd; in Ukkel werd het hoogste aantal geregistreerd. Om alsnog de uptake van EVs in de eerstgenoemde gemeenten te simuleren werd een kleine correctiefactor toegepast zodat er een geldige prognose voor de toekomst wordt bekomen.

1.3 Ruimtelijke entiteit: wijken

In de volgende fase wordt de vraag naar PHEVs en EVs verdeeld over de verschillende wijken in een gemeente. Deze stap is cruciaal om de ruimtelijke variatie m.b.t. socio-demografische kenmerken van de inwoners in rekening te nemen. De Brusselse Wijkmonitoring databank werd gebruikt als bron voor deze informatie.



Figuur 4: EV Suitability Score per wijk

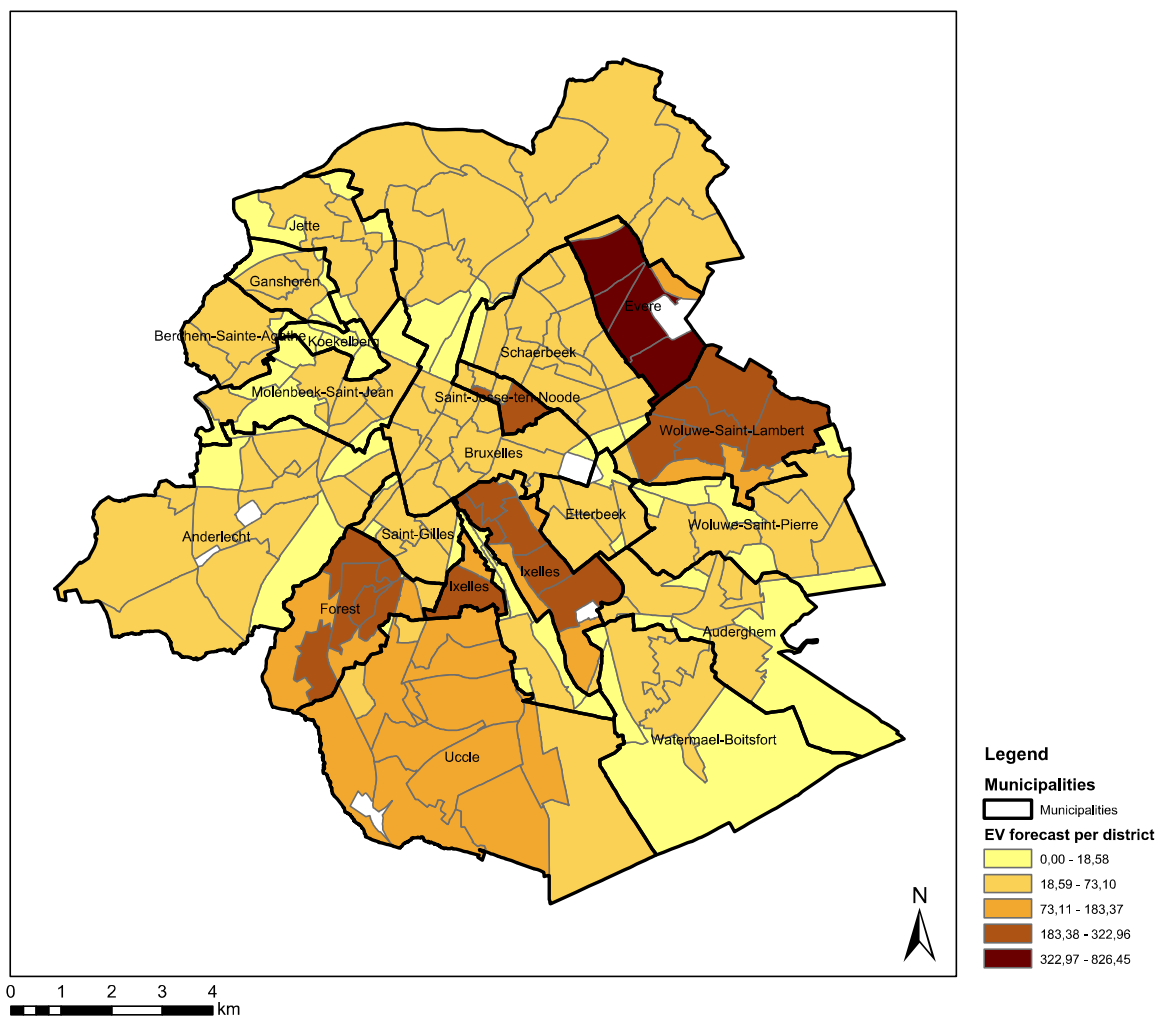
Noteer dat het Gewest verdeeld is in 118 residentiële wijken (waarin 99,7% van de bevolking leeft), 6 industriezones en stations, 18 groene zones en 3 begraafplaatsen. In onze analyse sluiten we de 3 begraafplaatsen uit en er is geen informatie over gebouwblokken in de wijken Vijverpark en Astridpark (in Anderlecht), Schaarbeek station en Jubelpark (in Brussel).

Noteer ook dat de grenzen van de Monitor-wijken niet noodzakelijk samenvallen met de grenzen van de gemeenten, daarom wordt de vraag van een wijk proportioneel berekend op basis van de oppervlakte deze heeft binnen twee (of sporadisch drie of vier) gemeenten.

Om de socio-demografische profielen van de inwoners in rekening te brengen, worden de variabelen inkomen, woonoppervlakte per inwoner en huishoudgrootte weerhouden om de vraag op gemeenteniveau te disaggregeren naar wijkniveau. Er werd een indicator, EV

suitability score, berekend voor elke wijk. Deze score is multiplicatief proportioneel aan het gemiddelde inkomen en de woonoppervlakte per inwoner in een wijk en omgekeerd proportioneel met de gemiddelde huishoudgrootte. De verdeling van de *EV suitability scores* zijn gevisualiseerd op de kaart in figuur 4.

De gemiddelde voorspelde vraag per wijk varieert van 14,68 EVs in 2016 tot 69,45 in 2020; de mediaan van 9,18 tot 43,43 (zie figuur 5).



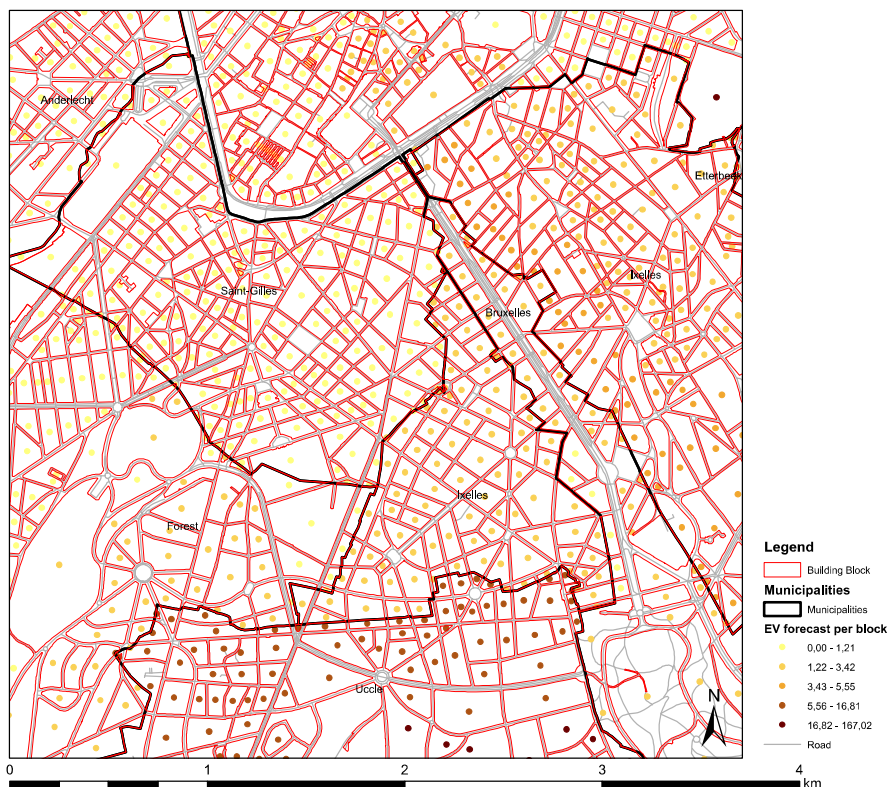
(c) MOBI - VUB

Figuur 5: Prognose EV uptake per wijk

1.4 Ruimtelijke entiteit: gebouwblokken

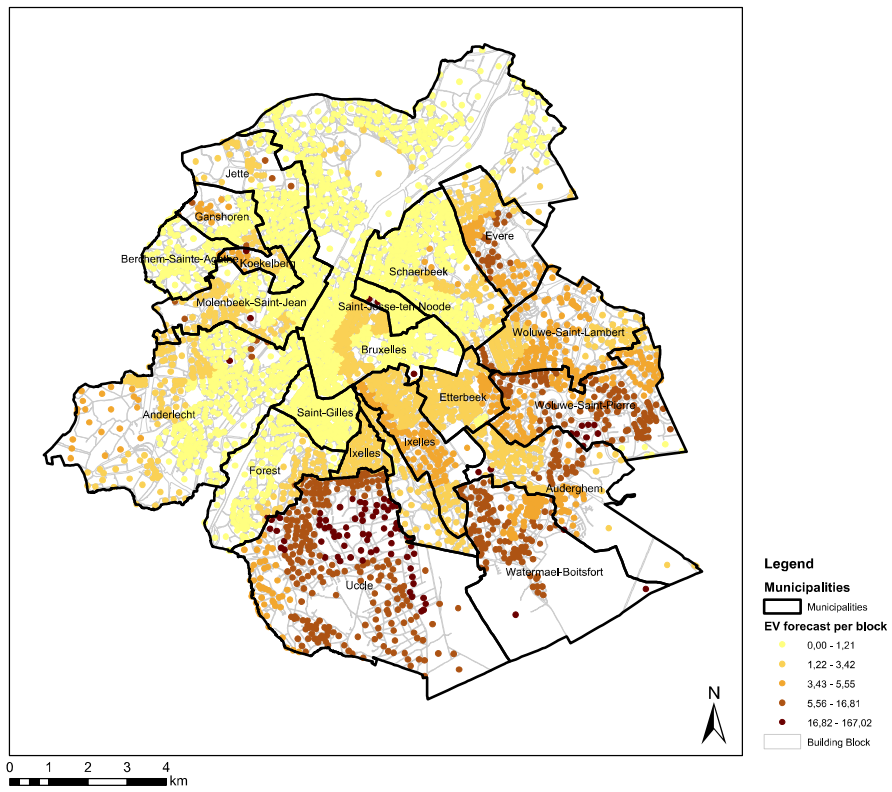
In de laatste stap naar het creëren van vraagpunten voor het locatiemodel wordt de vraag per wijk uniform gealloceerd aan het aantal gebouwblokken in een wijk. Een gebouwenblok is afgebakend door straten of door gemeentegrenzen. Een uittreksel van de kaart is te zien in figuur 6, waar de grenzen van de gebouwenblokken zichtbaar zijn in het rood en de centroides in een schakering van geel tot bruin die proportioneel is voor de voorspelde vraag.

In de analyse worden 4 992 gebouwenblokken in rekening genomen. De gemiddelde voorspelde vraag per blok varieert van 0,6 EVs in 2016 tot 2,81 EVs in 2020; de mediaan van 0,26 tot 1,23. We beelden de gebouwblokken niet afzonderlijk af, maar deze kunnen worden geïdentificeerd aan de hand van de centroides op figuur 7, met schakeringen van geel (lage voorspelde vraag) naar bruin (hoge voorspelde vraag).



(c) MOBI - VUB

Figuur 6: Zoom-in op gebouwenblokken (rode lijnen).



(c) MOBI - VUB

Figuur 7: Prognose EV uptake per gebouwenblok.

2 Context

Teneinde de uptake van EVs zoals geschat in sectie 3 te contextualiseren in de huidige Brusselse ruimtelijke ordening, wordt in deze sectie een overzicht gegeven van volgende aspecten:

- > locatie van publieke parkings;
- > parkeerplaatsen voorbehouden voor deelwagens;
- > beschikbaarheid van off-street parkeerplaatsen;
- > parkeerdruk tijdens de nachturen;
- > taxistops;
- > groene zones;
- > handelszaken;
- > huidige situering van laadstations.

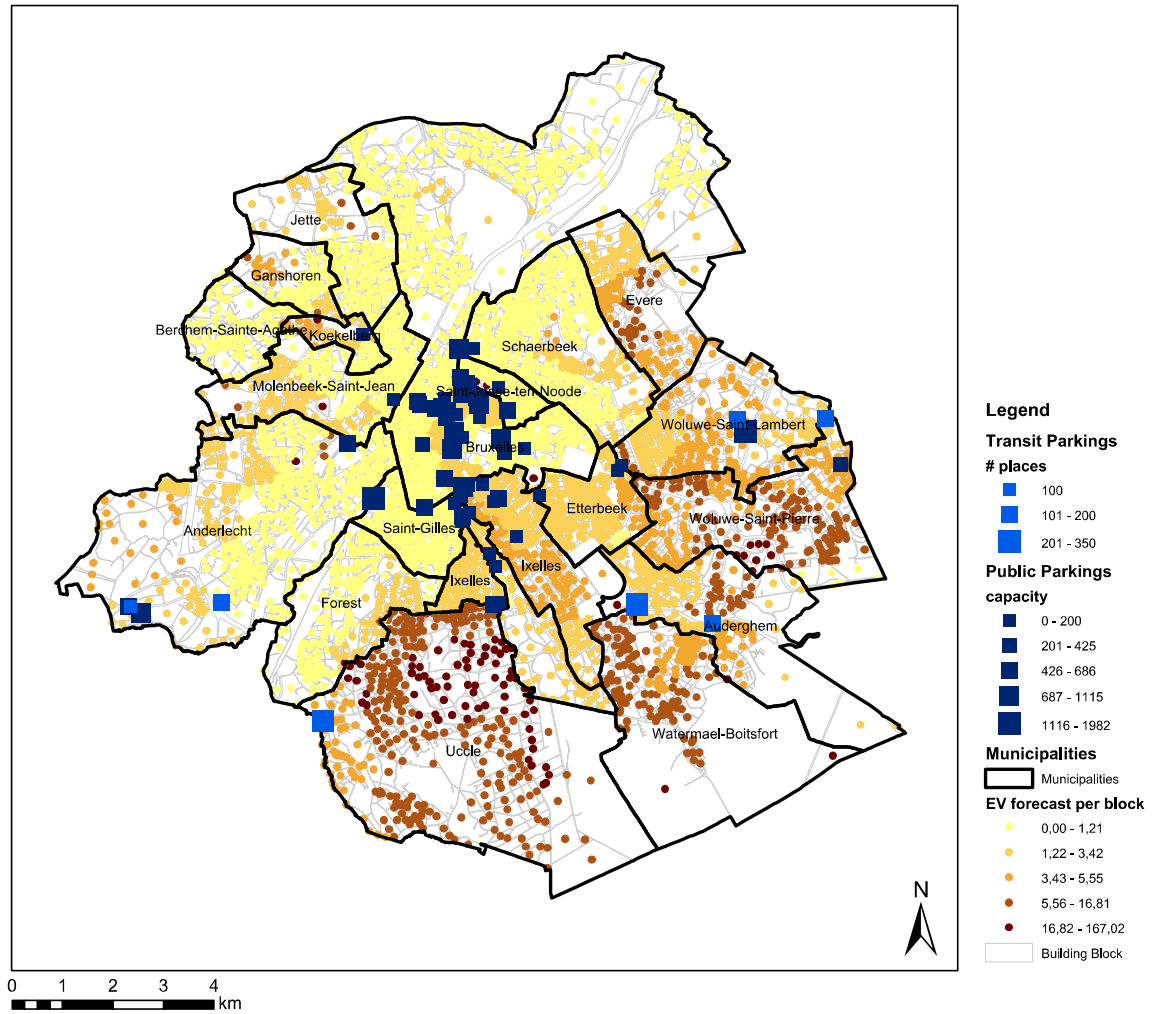
Alle gegevens voor het contextualiseren zijn afkomstig van ⁴ en ⁵ tenzij anders vermeld.

⁴ *Wijkmonitoring*, <https://wijkmonitoring.irisnet.be>, accessed on 2016-06-01.

⁵ Brussel Mobiliteit, <http://www.brusselmobiliteit.irisnet.be>, accessed on 2016-06-01.

2.1 Publieke Parkings

Figuur 8 toont de voorspelde vraag, zoals figuur 7, met daarnaast in het donderblauw aangeduid de transitparkings en in het lichtblauwe aangeduid de publieke parkings. De grootte van de symbolen voor de parkings is proportioneel met het aantal parkeerplaatsen van de parking.

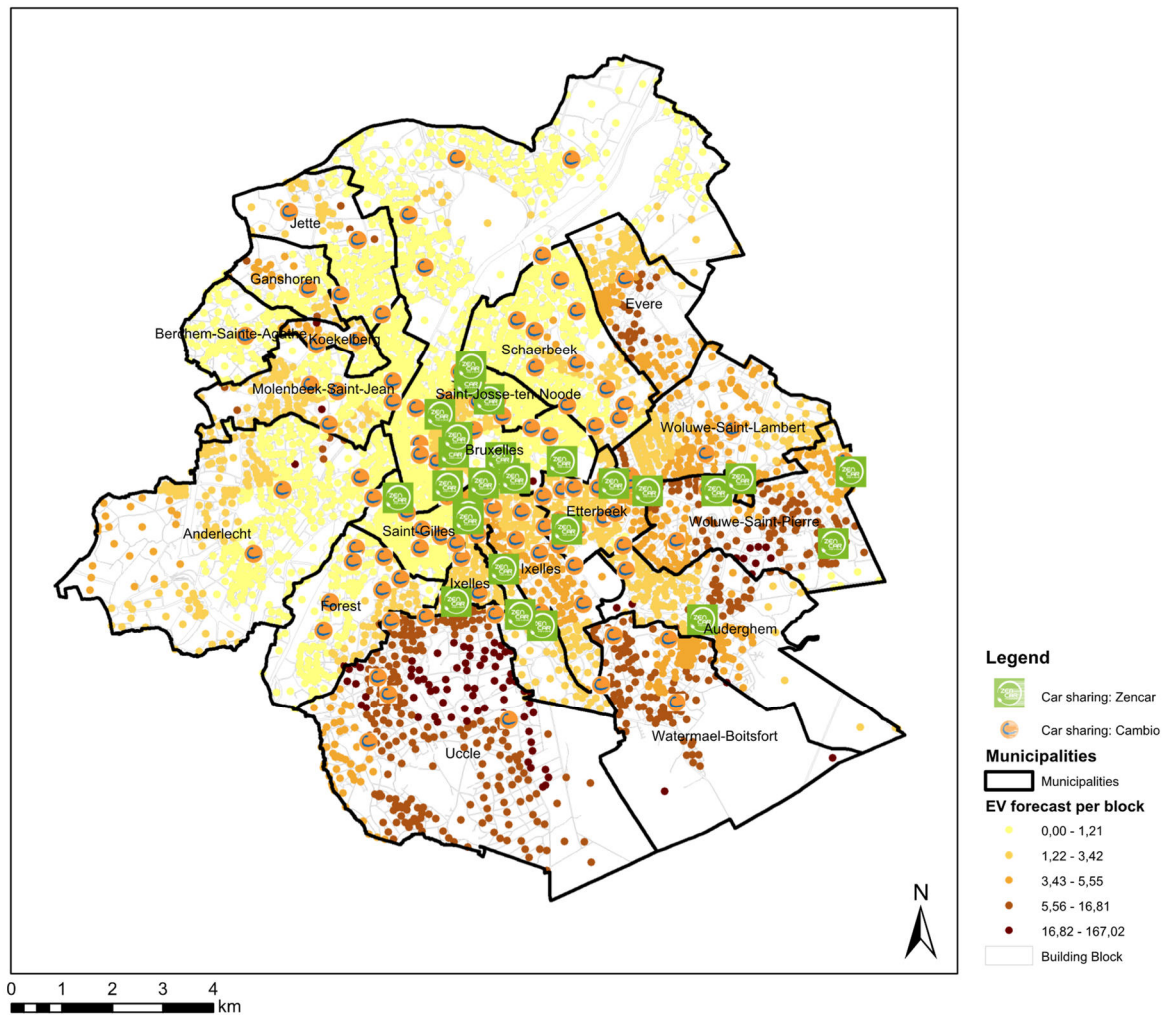


(c) MOBI - VUB

Figuur 8: Prognose EV uptake per gebouwenblok en analyse van publieke parkings

2.2 Parkeerplaatsen voorbehouden voor deelwagens

Figuur 9 toont de voorspelde vraag, zoals figuur 7, met daarnaast ook de parkeerplaatsen van twee aanbieders van deelwagens met vaste parkeerplaatsen, nl. ZenCar en Cambio (op basis van de informatie d.d. juli 2015).

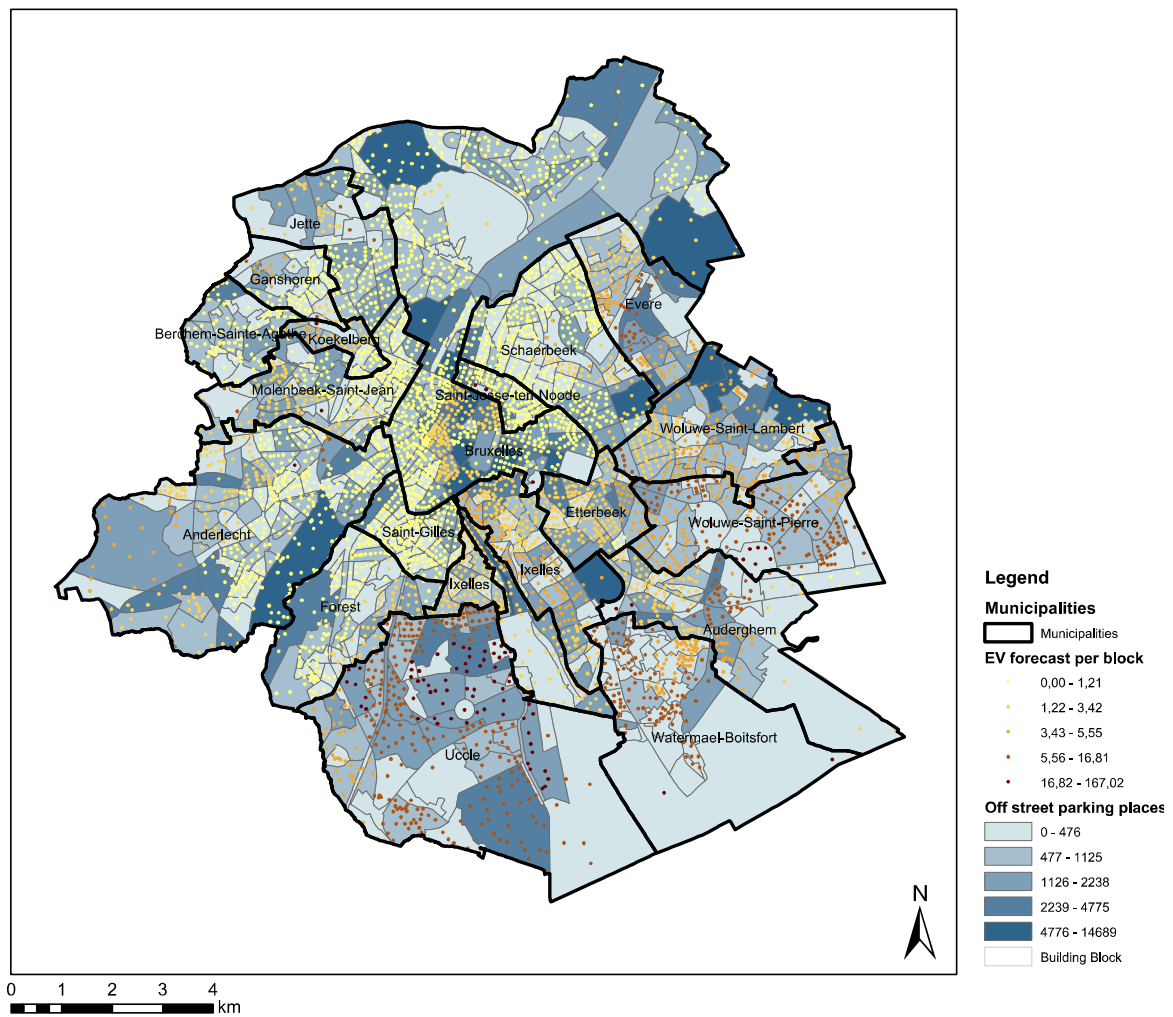


(c) MOBI - VUB

Figuur 9: Prognose EV uptake per gebouwenblok en analyse parkeerplaatsen voor deelwagens

2.3 Beschikbaarheid van off-street parkeerplaatsen

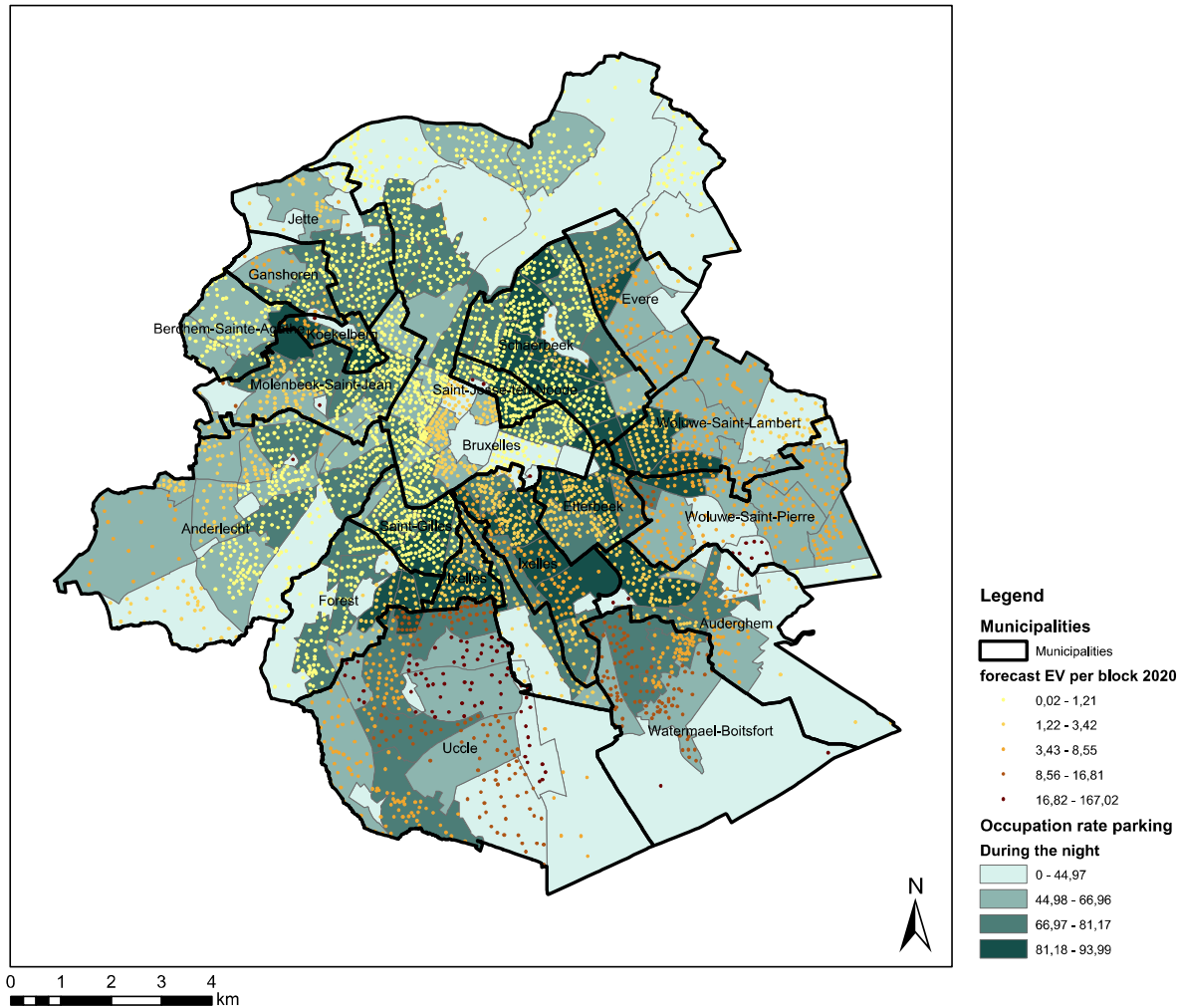
Ter informatie wordt inzicht geboden in het aantal off-street parkeerplaatsen op figuur 10. (De kwaliteit van deze data wordt door de dataverstrekker – Brussel Mobiliteit - zelf sterk gerelativeerd. Hoewel deze informatie uiterst relevant zou kunnen zijn voor het berekenen van de vraag naar publieke laadstations, werd wegens de beperkte datakwaliteit geopteerd om deze informatie niet op te nemen in het berekeningsmodel in sectie 5.)



Figuur 10: Aantal off-street parkeerplaatsen per wijk

2.4 Parkeerdruk

Figuur 11 biedt inzicht in de nachtelijke parkeerdruk op parkeerplaatsen langs de weg. Opnieuw wegens beperkingen van deze data (daterend van 2006) werd geopteerd om ook deze informatie niet op te nemen in het berekeningsmodel in sectie 5. Het blijft desalniettemin interessant om de EV uptake in perspectief te plaatsen aan de hand van de residentiële parkeerdruk gezien het plaatsen van een publiek laadstation de parkeerdruk langs de weg zal beïnvloeden.

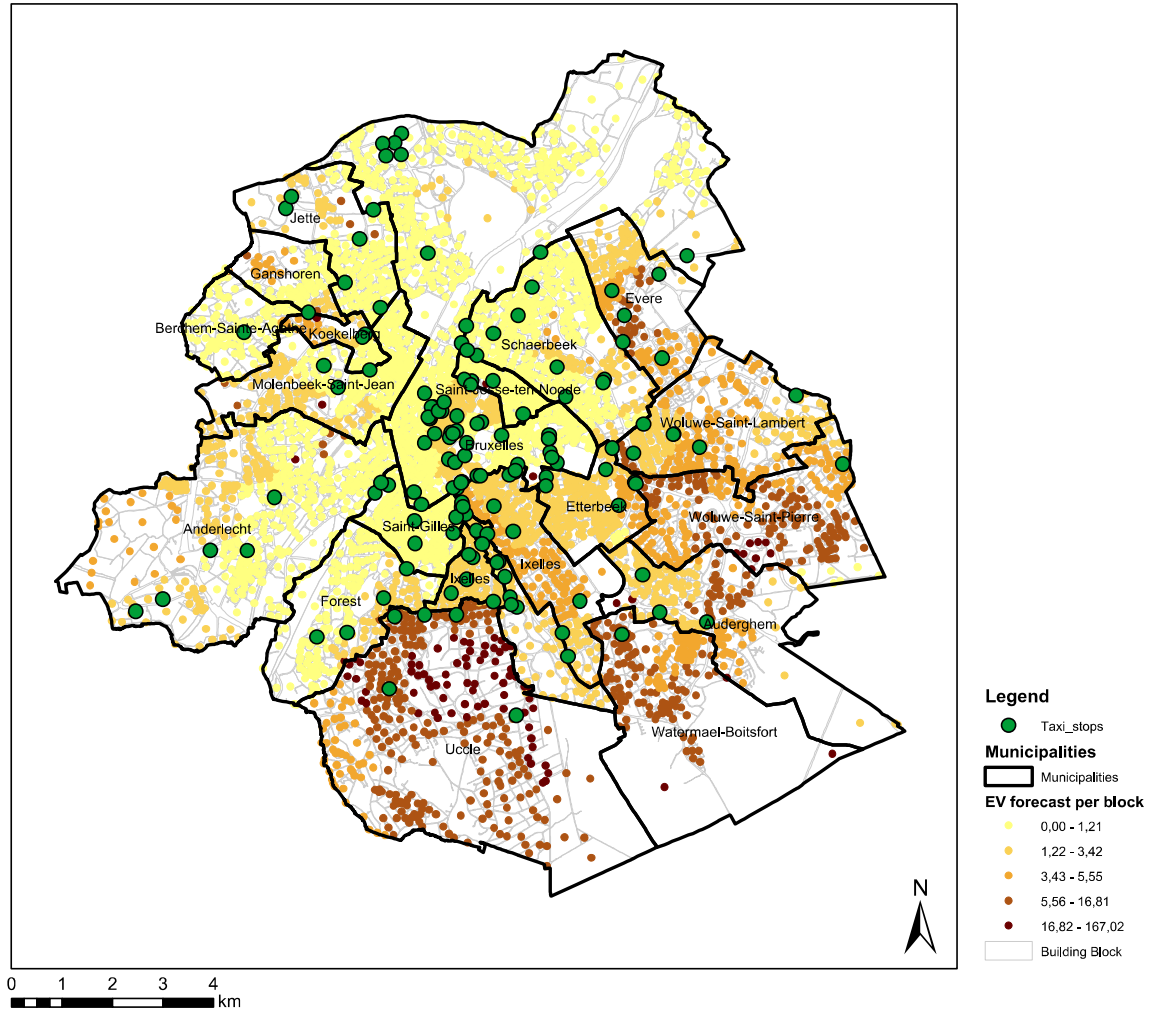


(c) MOBI - VUB

Figuur 11: Prognose EV uptake per gebouwenblok en analyse nachtelijke parkeerdruk

2.5 Taxistandplaatsen

In figuur 12 worden de taxistandplaatsen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest afgebeeld naast de prognose van de de EV-uptake per gebouwenblok.

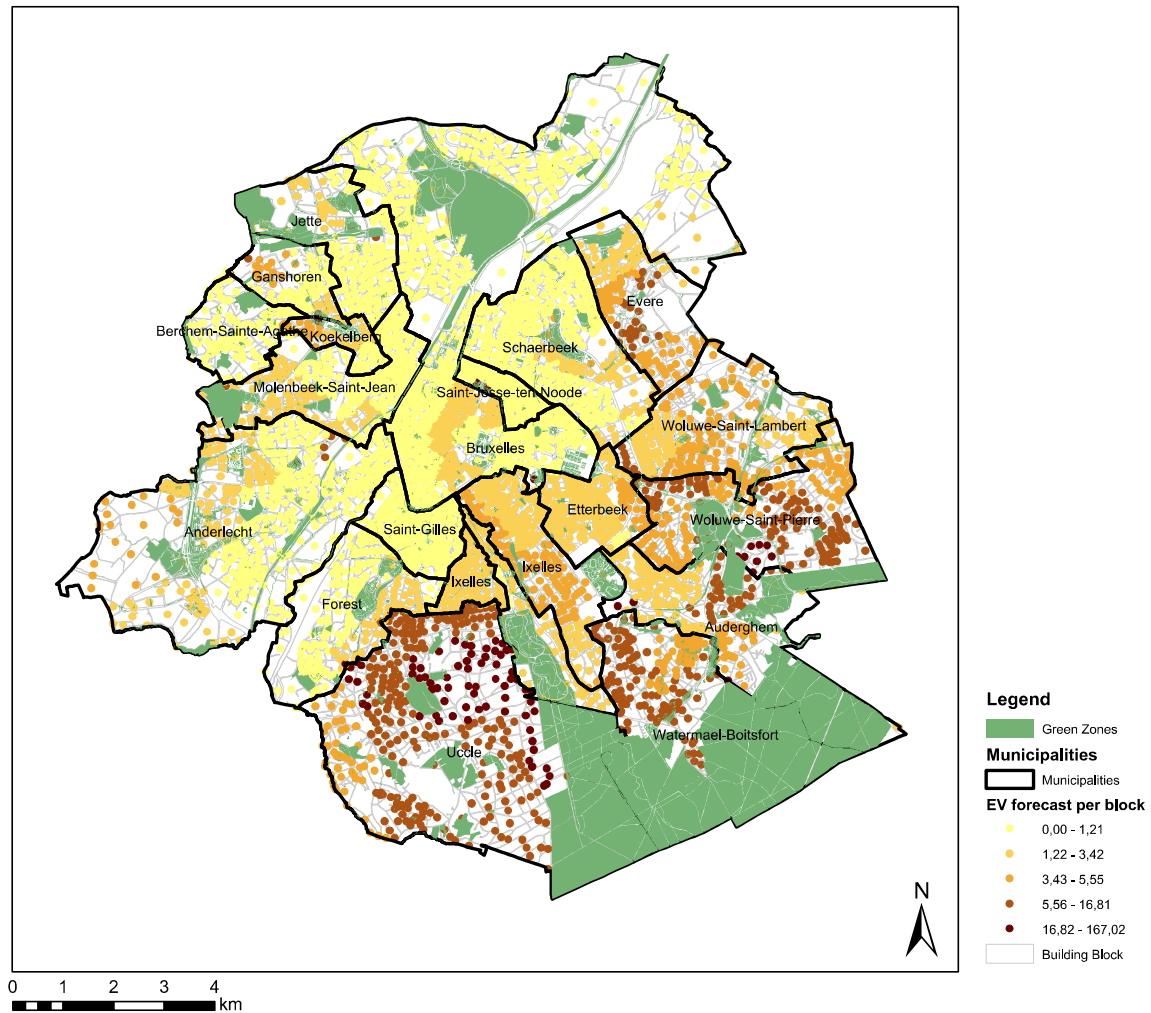


(c) MOBI - VUB

Figuur 12: Prognose EV uptake per gebouwenblok en analyse taxistandplaatsen

2.6 Groene zones

Figuur 13 biedt inzicht in de ruimtelijke verdeling van de groenzones. Deze ruimtelijke spreiding is complementair aan de spreiding van de gebouwenblokken, wat het ontbreken van prognoses voor EV-uptake in bepaalde gebieden verklaart.

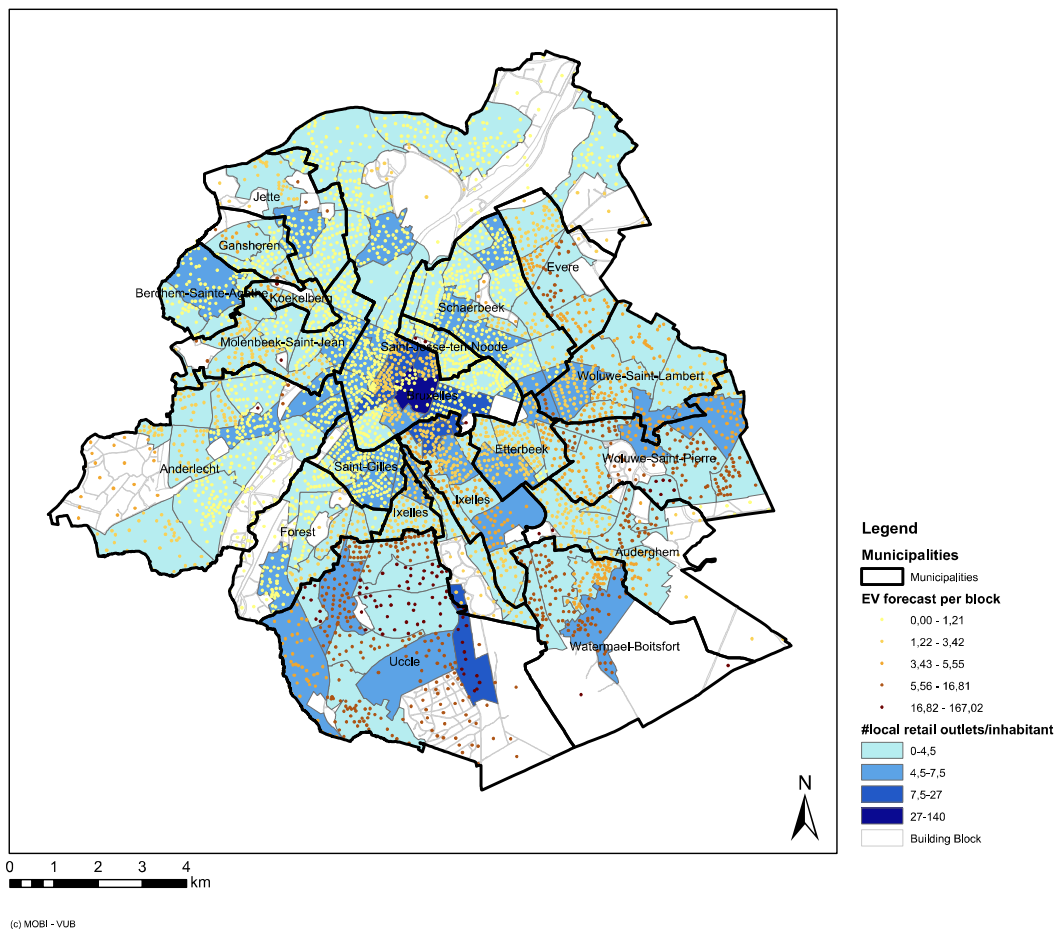


(c) MOBI - VUB

Figuur 13: Prognose EV uptake per gebouwenblok en groenzones

2.7 Handelszaken

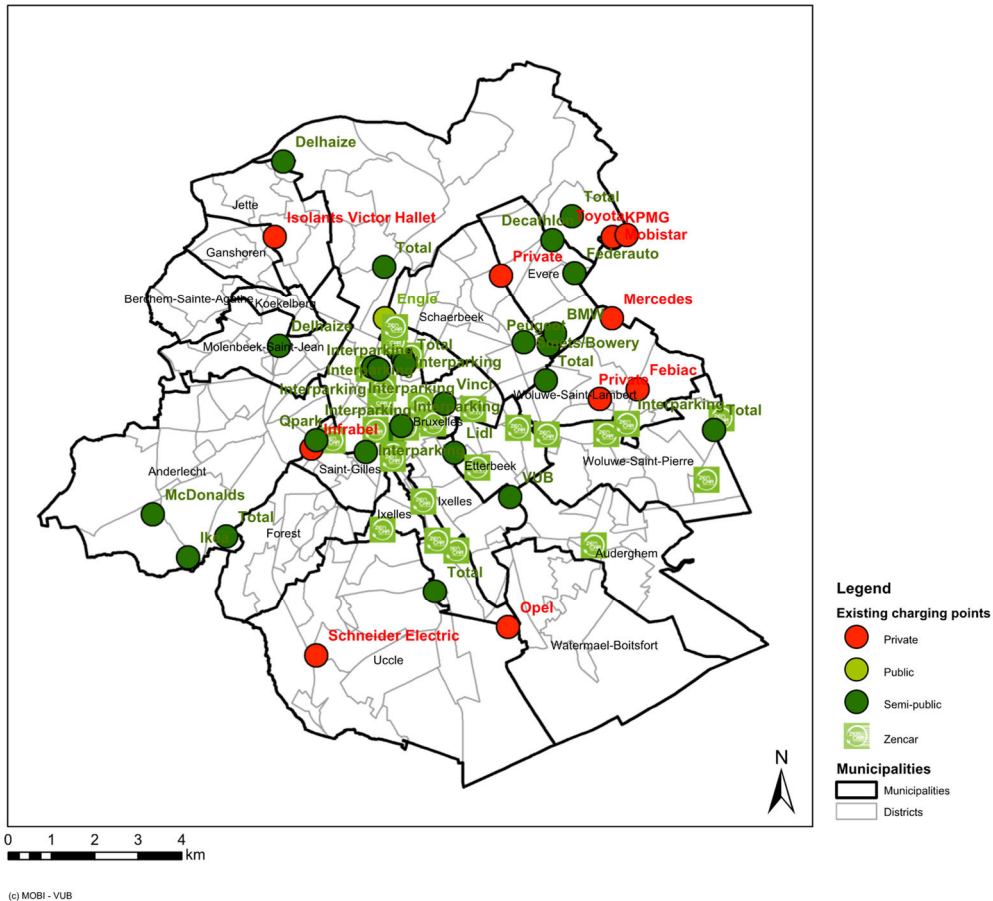
Hoewel de opzet van deze studie is om het aanbod van publieke laadinfrastructuur te optimaliseren voor bewoners, is het toch nuttig om ook na te gaan waar de commerciële kernen zich bevinden. In figuur 14 wordt het aantal lokale handelszaken per inwoner voorgesteld per wijk aan de hand van een blauwschakering. De prognose van EV uptake in 2020 wordt opnieuw voorgesteld zoals in figuur 7. Deze informatie kan worden gebruikt wanneer het basisnetwerk van publieke laadinfrastructuur voor bewoners (zie sectie 6) zou worden uitgebreid met laadinfrastructuur die vooral bezoekers van het Gewest dient te bedienen. In dat geval is het interessant om deze infrastructuur te voorzien in de gebieden waar een hoog aantal handelszaken per inwoner is gesitueerd, zoals bijvoorbeeld Brussel centrum.



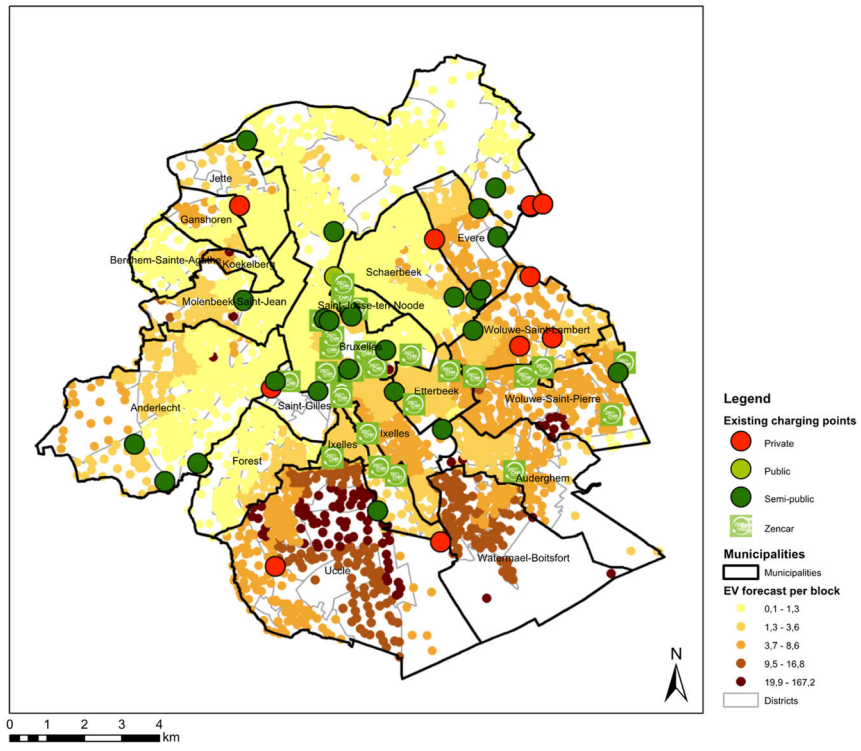
Figuur 14: Prognose EV uptake per gebouwenblok en analyse handelszaken

2.8 Bestaande laadstations

Ten slotte wordt ook de bestaande laadinfrastructuur [8] als context weergegeven. In figuur 15 staan de huidige laadstations in het Gewest afgebeeld volgens categorie, namelijk volledig privaat (rood), semi-publiek (groen) en volledig publiek (olijfgroen). Een semi-publiek laadstation differentieert zich van een publiek laadstation op basis van het terrein waar dit laadpunt gevestigd is, nl. een privaat terrein in geval van een semi-publiek laadpunt en openbaar terrein in geval van een publiek laadpunt.



Figuur 15: Bestaande laadstations in Brussels Hoofdstedelijk Gewest



(c) MOBI - VUB

Figuur 16: Prognose EV uptake per gebouwenblok en analyse bestaande laadstations.

3 Locatiemodel

Het doel van deze analyse is om vanuit het perspectief van publieke overheid een maximale service te bieden aan de inwoners van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest door het (laten) plaatsen van een gegeven aantal laadstations. Om dit wiskundig te modelleren wordt het *Maximal Covering Location Problem (MCLP)* toegepast⁶. Bijlage A bevat een gedetailleerde mathematische beschrijving van het model.

Het MCLP model laat toe om de hierboven voorspelde vraag op gebouwenblok-niveau te gebruiken. In het eerste scenario zijn de kandidaat-locaties voor een laadstation de 1292 bestaande cabines van Sibelga die reeds zijn uitgerust met 400V aansluiting en een laagspanningsbord (TBGT) en waarvoor geen substantiële kosten moeten worden gemaakt voor de stroomvoorziening van een laadstation. In het tweede scenario zijn de kandidaat-locaties voor een laadstation ook de bestaande cabines van Sibelga, echter in dit scenario dienen er investeringen te worden gedaan om de cabine conform te maken. Dit zijn 2345 cabines (TFO). Op figuur 17 staan het eerste type cabines (TGBT) als blauwe punten op de kaart en het tweede type cabines (TFO) als groene punten. Bijkomend, op figuur 17, geven de rode lijnen op de kaart aan waar het 400V-netwerk zich bevindt. Op figuur 18 wordt ook de geschatte uptake van EVs afgebeeld, in combinatie met de TFO- en TGBT-cabines en het 400V-netwerk.

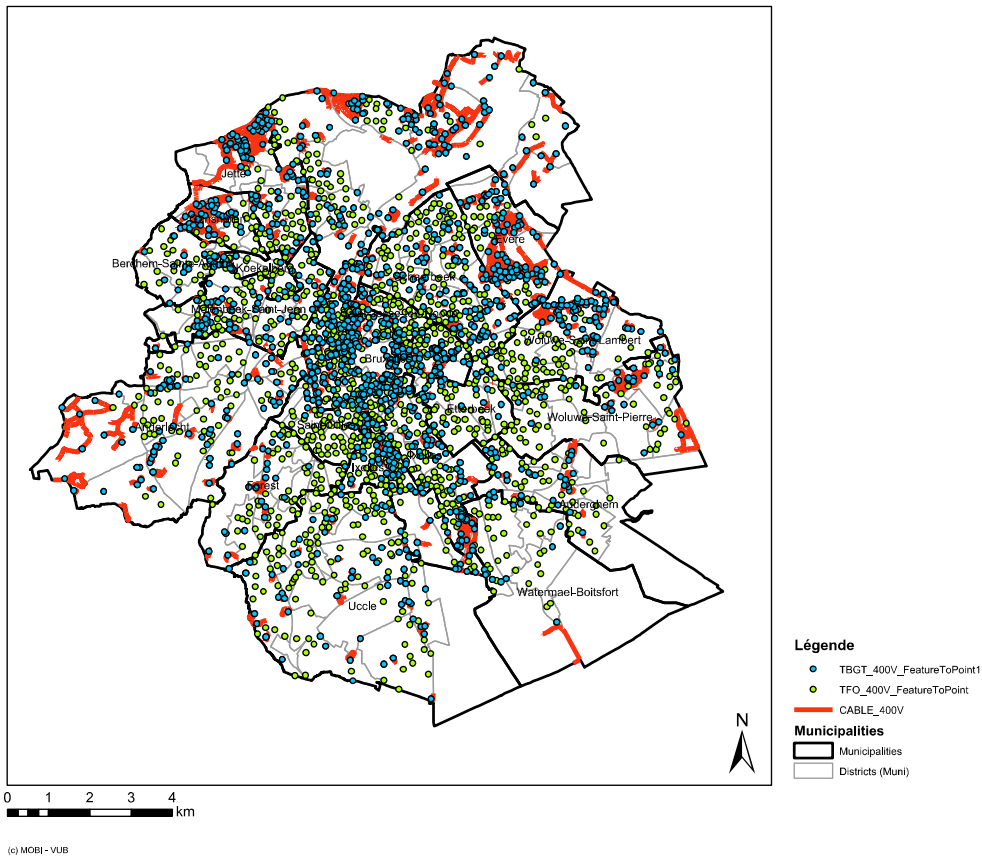
Er wordt een radius d bepaald die weergeeft hoe ver een inwoner moet stappen naar het laadstation (via het wegennetwerk); het uitgangspunt is dat de inwoners van een blok in de radius van 350m in laadbehoefte zijn voorzien. Het model maximaliseert de service van laadstations door het gegeven aantal laadstations bij de grootst verwachte vraag te plaatsen.

Het uitgangspunt is de uitrol tegen 2020 van 500 laadstations, elk voorzien van 2 laadpunten, i.e. 1000 laadpunten. Dit strookt met de vuistregel van 1 laadpunt per 10 EV's wanneer de prognose van 14.000 voertuigen wordt gehanteerd en er verondersteld wordt dat ook semi-publieke infrastructuur de vraag kan bedienen.

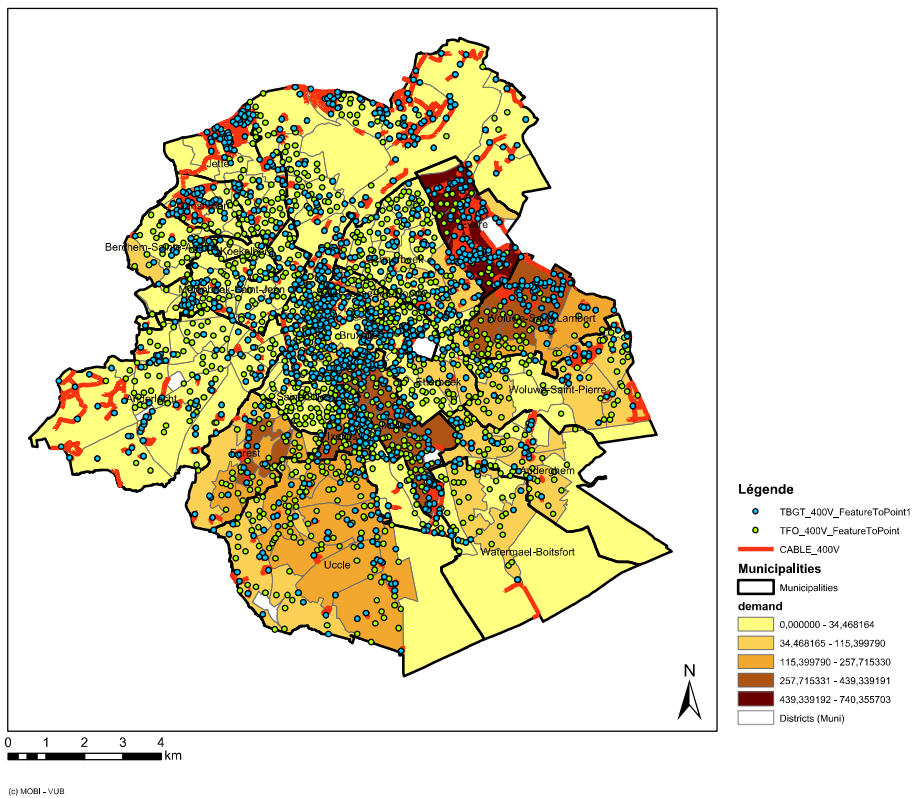
Om de roll-out te simuleren, wordt het *Dynamic Maximal Covering Problem (DMCLP)* toegepast⁷. Gezien de oplossing op lange termijn optimaal moet zijn, wordt de oplossing van het MCLP in het jaar 2020 als uitgangspunt gebruikt. Vervolgens wordt voor elk jaar (2016-2019) een overzicht gegeven van de laadstations die geopend worden. In appendix A is de gedetailleerde beschrijving van het model te vinden.

⁶ Church, R. and ReVelle, C., *The maximal covering location problem*, Papers of the Regional Science Association, 32(1974), 101-118.

⁷ Gunawardane, Gamini *Dynamic versions of set covering type public facility location problems*, European Journal of Operational Research, 10(1982), 190-195.



Figuur 17: Sibelga 400V netwerk, TFO cabines en TBGT cabines



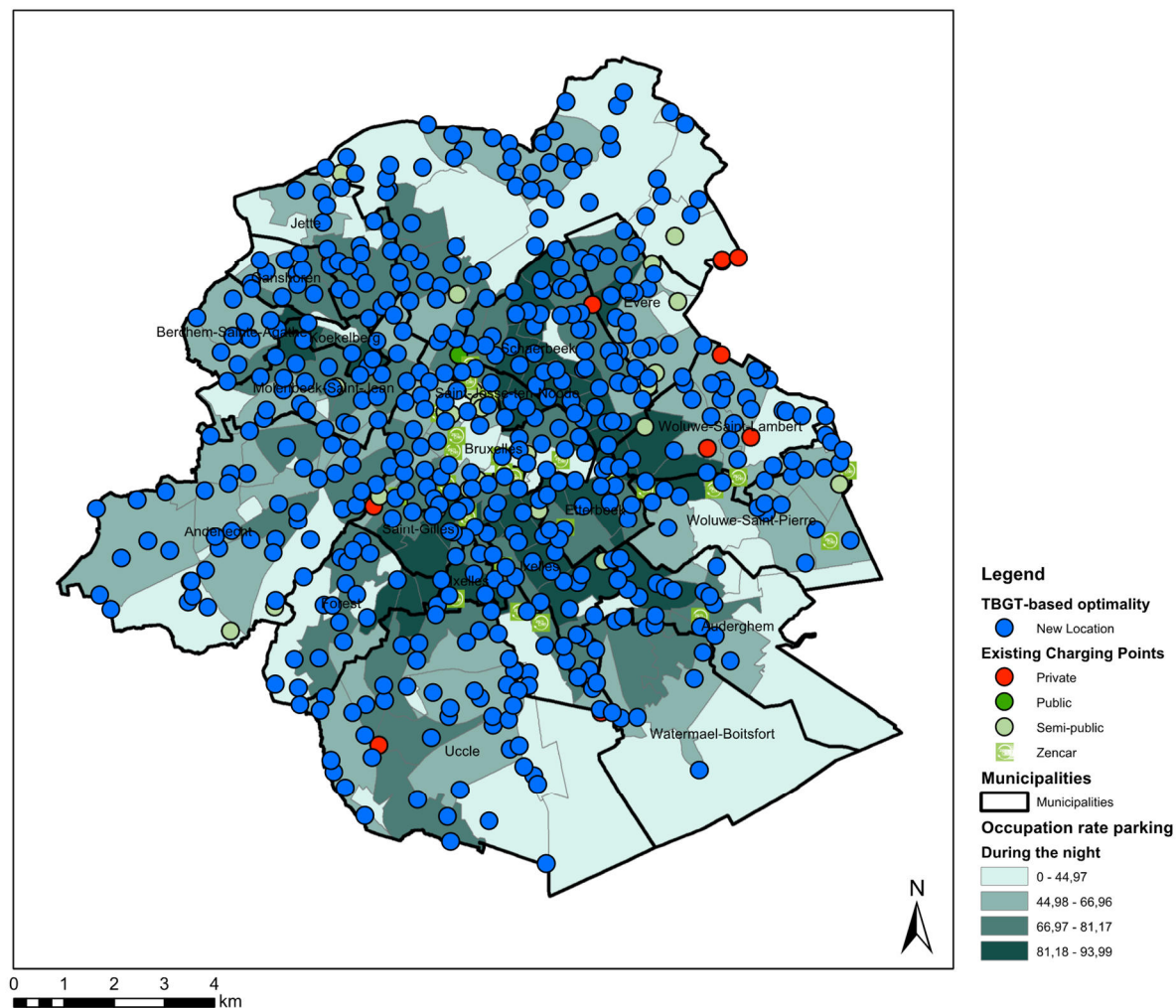
Figuur 18: Prognose EV uptake per wijk en Sibelga netwerk

4 Resultaten

In volgende secties worden de resultaten per scenario beschreven. Enerzijds wordt een analyse gemaakt met de TBGT-cabines, anderzijds wordt de analyse gemaakt met alle 400V (TBGT + TFO) cabines.

4.1 Scenario 1: laadstations 400V-cabines met laagspanningsbord (TBGT)

In het eerste scenario wordt verondersteld dat de te installeren laadstations in de onmiddellijke nabijheid van een TBGT-cabine dienen te worden geplaatst. Dit betekent dat enkel de blauwe punten uit figuur 17 worden gebruikt als kandidaat locaties.

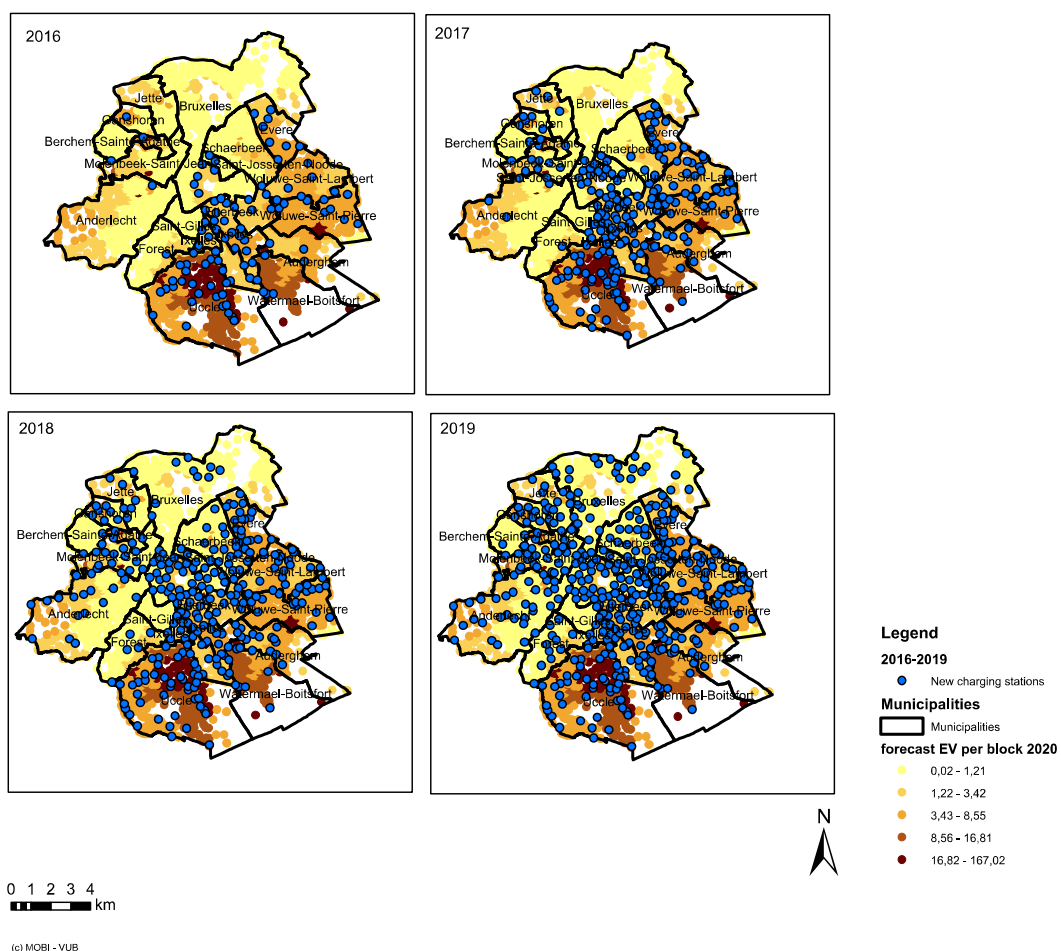


Figuur 19: Optimale locaties voor laadstations in 2020 op basis van TBGT-cabines

Het resultaat van de optimalisatie is afgebeeld in figuur 19: de blauwe punten geven de optimale locaties voor laadstations aan in 2020.

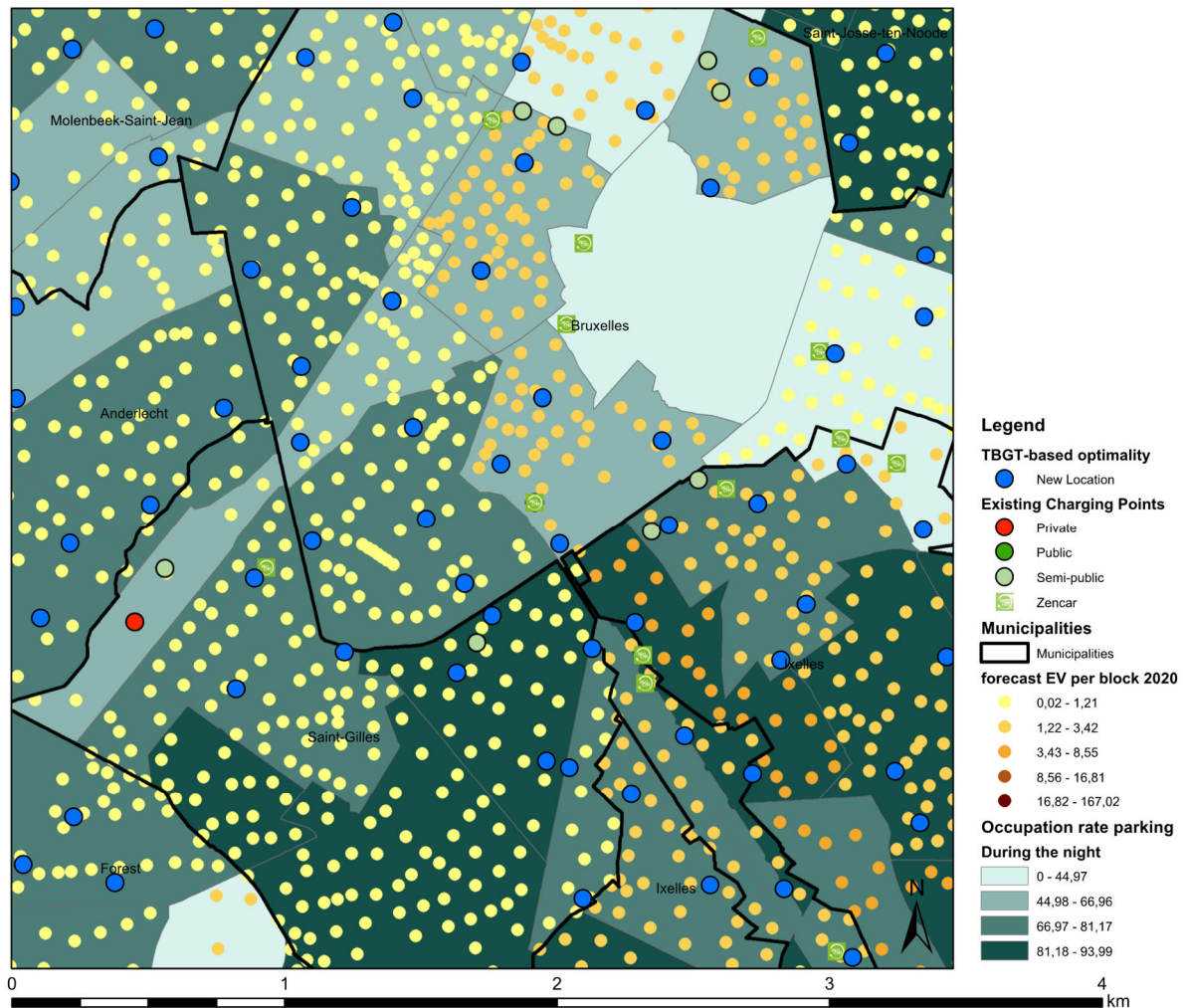
Op basis van deze configuratie van het netwerk van publieke laadstations hebben ongeveer 11800 van de geschatte 14000 EV-eigenaars in 2020 toegang tot een laadstation binnen 350m wandelafstand. Dit dient uiteraard meteen genuanceerd te worden gezien er gelijktijdig slechts twee wagens per laadstation kunnen aansluiten en de servicegraad zal in praktijk dus veel lager zijn dan bovenstaande cijfers doen vermoeden.

De roll-out van de infrastructuur (als resultaat van het dynamische model) doorheen de jaren 2016-2019 wordt afgebeeld in figuur 20. Het is duidelijk dat er in eerste instantie een doorgedreven uitrol komt nabij de plaatsen waar de geschatte EV uptake hoog is (zuid-oostelijke gemeenten) en dat er vervolgens een meer evenwichtige spreiding van de laadinfrastructuur over het Gewest volgt. Deze uitrol heeft als gunstig effect dat de business case voor de CPO interessanter is in de opstartjaren dan wanneer men een geografisch gelijkmatige uitrol zou nastreven zonder de voorspelde uptake in rekening te nemen.



Figuur 20: Optimale locaties voor roll-out laadstations in 2016-2019 op basis van TBGT-cabines

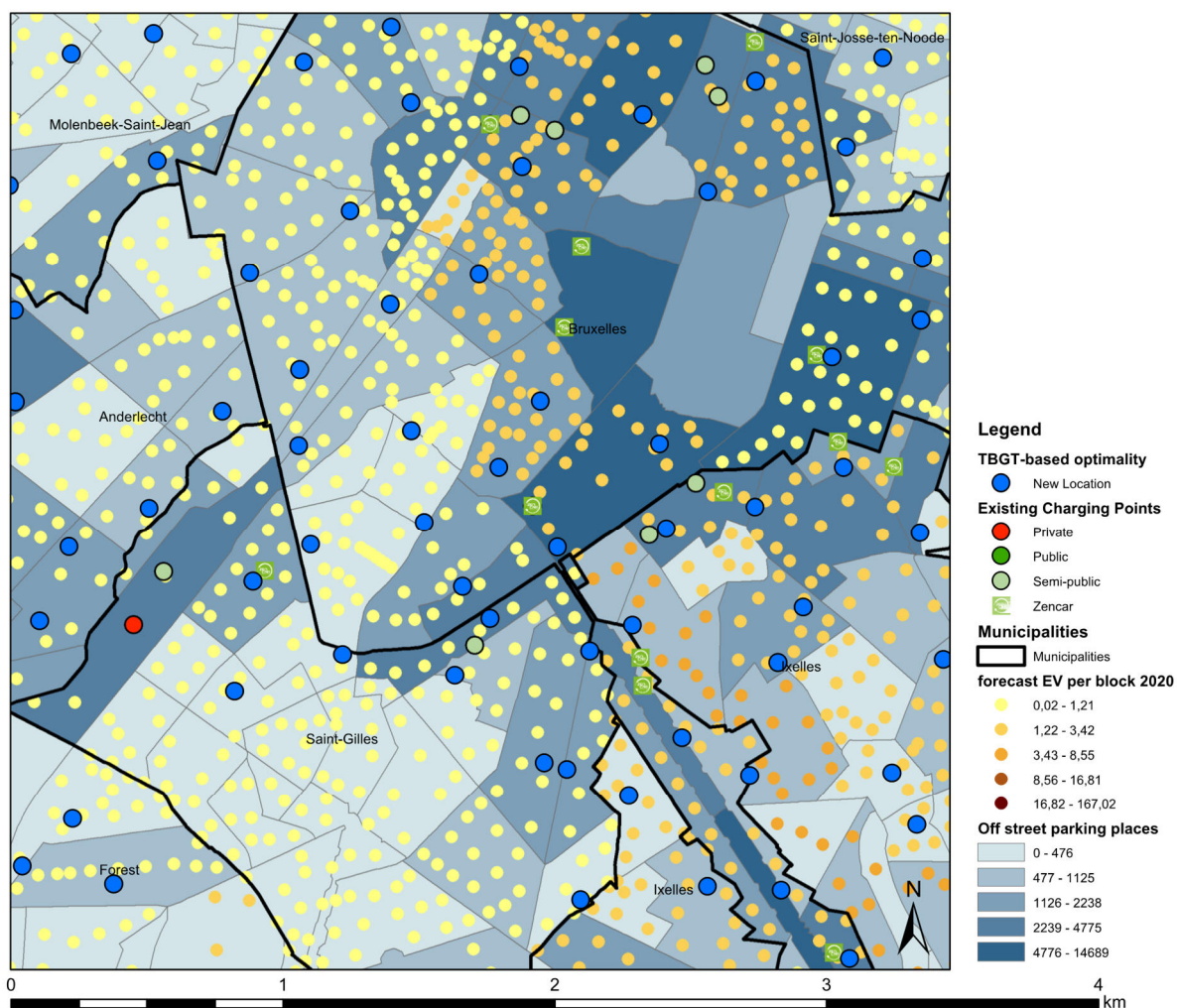
Figuur 21 zoomt in op figuur 19 om eigenlijke inplanting van de infrastructuur te illustreren. Naast de nieuw te lokaliseren infrastructuur is ook de bestaande infrastructuur (o.a. een privaat laadstation en de ZenCar-stations) zichtbaar. Verder werd geopteerd om de nachtelijke parkeerdruk als bijkomende informatie weer te geven, gezien deze informatie relevant is voor de uiteindelijke beslissing omtrent de exacte locatie van de infrastructuur.



(c) MOBI - VUB

Figuur 21: Zoom-in op figuur 19

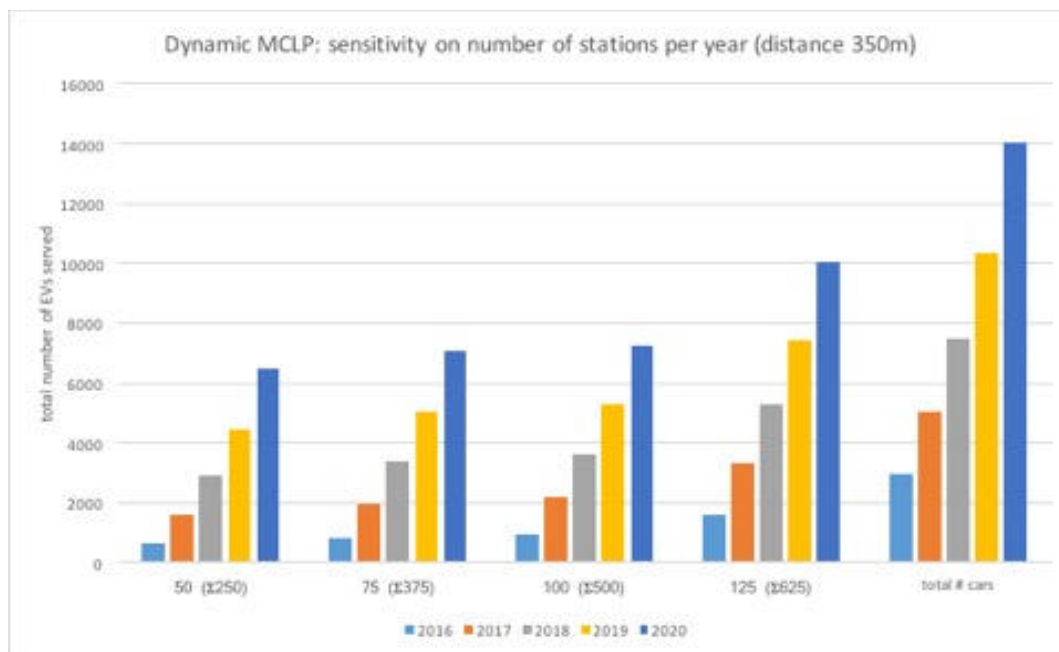
Figuur 22 geeft een analoge illustratie, maar dan met de informatie over het aantal off-street parkeerplaatsen als achtergrond. De optimale locaties voor de nieuwe laadpunten kunnen zo kwalitatief worden afgewogen tegen de nachtelijke parkeerdruk en het aantal off-street parkeerplaatsen.



(c) MOBI - VUB

Figuur 22: Zoom-in op figuur 19 met off-street parkeerplaatsen (i.p.v. nachtelijke parkeerdruk)

Gezien het aantal laadstations bepalend is voor de kwaliteit van de oplossing, i.e. de servicegraad, werd ook een gevoeligheidsanalyse op deze parameter uitgevoerd. Indien men het aantal laadstations dat wordt uitgerold per jaar zou beperken tot 50 (met als resultaat 250 nieuwe laadstations in 2020), blijkt de servicegraad logischerwijze beduidend lager dan met het referentiescenario van 100 laadstations per jaar. In figuur 23 wordt weergegeven hoe de service graad evolueert over de jaren aan de hand van het DMCLP met als parameters 50, 75, 100 en 125 nieuwe laadstations, waarbij de laatste groep balken het totaal aantal EVs per jaar voorstelt (en dus 100% servicegraad zou voorstellen).

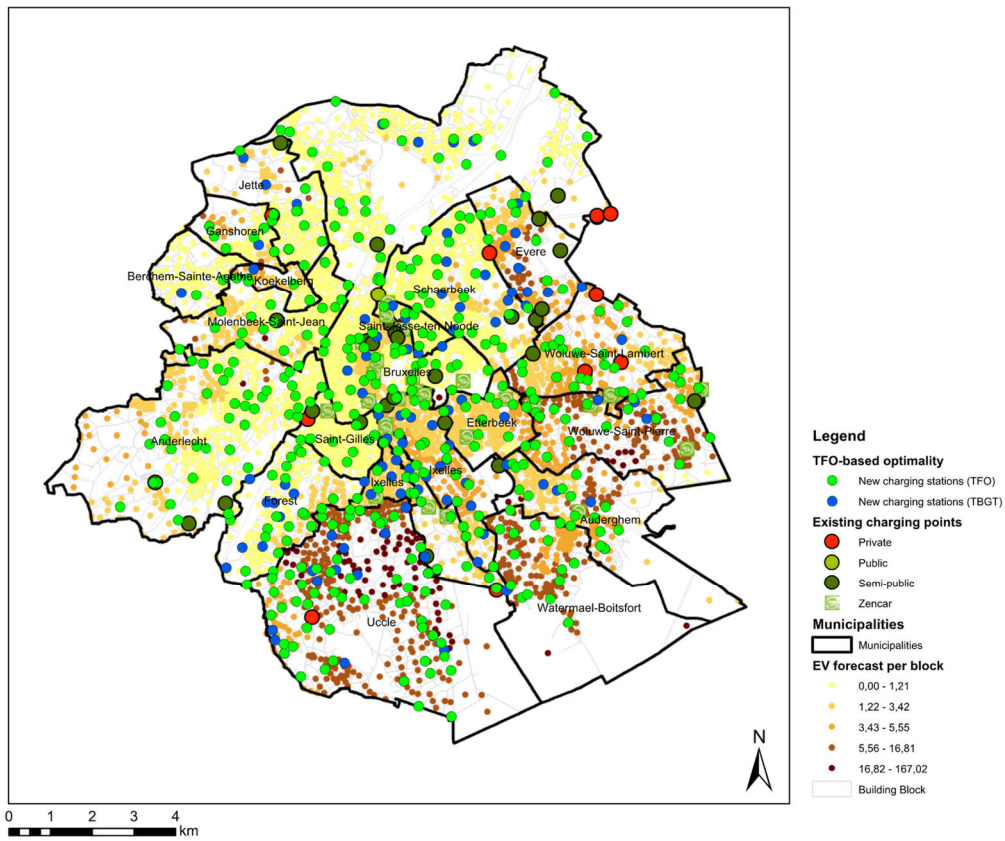


Figuur 23: Gevoeligheidsanalyse t.a.v. parameter laadstations

4.2 Scenario 2: laadstations nabij alle 400V-electriciteitscabines

In figuur 24 wordt weergegeven hoe de inplanting van de 500 laadstations er uitziet wanneer naast de TBGT-cabines ook de TFO-cabines als kandidaat locaties worden beschouwd. Gezien de meer gelijkmatige spreiding van de TFO-cabines over het grondgebied (zie figuur 17), is ook de spreiding van de laadstations minder geconcentreerd, hoewel het algemene patroon sterk gelijkend is aan de optimale configuratie van deze van figuur 19.

Gezien er meer mogelijkheden zijn wat betreft kandidaat-locaties van de laadstations, is de servicegraad met deze inplanting ook wat hoger dan in scenario 1. 13281 van de 14028 geschatte eigenaars van een EV in 2020 heeft toegang tot een laadstation binnen een wandelafstand van 350m. Opnieuw dient hier de nuance te worden gemaakt dat dit enkel de toegankelijkheid garandeert, en niet de beschikbaarheid, gezien de ratio laadpunten/EVs minder dan 1 op 14.



Figuur 24: Optimale locaties voor laadstations in 2020 op basis van TBGT- en TFO-cabines

5 Conclusie

Er werd op basis van een bestaande CBC-studie een prognose gemaakt van de EV uptake in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest tot en met 2020. Om deze informatie te gebruiken in de context van een locatiemodel werd de prognose ruimte gedesaggregeerd tot op het niveau van gebouwenblokken. Op deze manier kon een schatting worden gemaakt van het aantal verwachte EVs op een ruimtelijk niveau dat als input kan dienen voor de vraagparameter in een model dat de servicegraad van laadstations optimaliseert.

De ruimtelijke prognose werd in context geplaatst van verschillende relevante ruimtelijke configuraties, zoals de publieke parkings, de bestaande laadinfrastructuur maar ook de off-street parkeerplaatsen en de parkeerdruk.

Aan de hand van een MCLP en DMCLP werd de servicegraad van nieuw te lokaliseren laadstations gemaximaliseerd gebruikmakend van het bestaande 400V-netwerk van Sibelga. Twee scenario's werden uitgewerkt: enerzijds aan de hand van de bestaande TBGT-cabines en anderzijds aan de hand van de TFO-cabines. Beide benaderingen geven inzicht in de inplanting van de nieuwe laadstations, waarbij de grotere beschikbaarheid van TFO-cabines t.o.v. TBGT-cabines resulteert in een grotere servicegraad voor de EV-eigenaars in 2020 hoewel dient te worden genoteerd dat het conformeren van deze cabines om een aansluiting naar een laadstation te voorzien een extra kost met zich meebrengt.

Deel 2: definitie van exploitatiemodellen van de laadpunten

Deelrapport technisch-economische studie over de
oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen

Inleiding deel 2

Deel 2 van de technisch-economische studie over de oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen, “De definitie van exploitatiemodellen van de laadpunten”, is een analyse van exploitatiemodellen voor laadinfrastructuur. BRUGEL wilt graag komen tot twee relevantie opties voor de exploitatie van oplaadinfrastructuur in het Brussels Gewest, aan de hand van de volgende deelvragen:

- › De definitie van meerdere marktmodellen voor oplaadpunten;
- › Een selectie van twee marktmodellen, zijnde een eenvoudig marktmodel en een interoperabel marktmodel;
- › Een gedetailleerde beschrijving van de twee geselecteerde marktmodellen (waaronder de waardeketen, het werkingsprincipe, uitrustingen, exploitatie en evoluties);
- › Haalbaarheid van de overgang van het eerste naar het tweede marktmodel.

Methodiek

Om bovenstaande vragen te beantwoorden heeft The New Drive een analyse gemaakt van marktmodellen. Voor beide stappen zijn we terugvallen op een brede kennis, opgebouwd uit verschillende studies en projecten van The New Drive en APPM. We volgden de volgende methodiek:

Stap 1: definiëren, vergelijken en selecteren van exploitatie- of marktmodellen voor laadinfrastructuur

In deze stap wordt een overzicht gemaakt van verschillende exploitatiemodellen. We geven inzicht in:

- › (De waardeketens van) bestaande marktmodellen op hoofdlijnen;
- › De rollen in de exploitatie van oplaadpunten;
- › De selectie van een eenvoudig en interoperabel marktmodel;
- › Een gedetailleerde beschrijving van een eenvoudig en interoperabel marktmodel;
- › De technisch-organisatorische haalbaarheid van het eenvoudige naar het interoperabel marktmodel;
- › De mogelijkheden qua interoperabiliteit met laaddienstverleners en elektriciteitsleveranciers.

Stap 2: organisatorisch en technisch beschrijven van twee exploitatiemodellen, inclusief de haalbaarheid van de overgang (cfr. transitie)

De twee weerhouden exploitatiemodellen worden in deze stap verder uitgewerkt. Voor ieder exploitatiemodel werken we de drie aspecten uit die deel uitmaken van het afsprakenstelsel: het beheer en de organisatie, de toepassing en functionaliteit en de infrastructuur.

Daarnaast wordt in deze stap de haalbaarheid van een transitie van een eenvoudig naar een interoperabel exploitatiemodel onderzocht. We beschrijven voor de drie aspecten die we voor ieder exploitatiemodel hebben uitgewerkt de overgangsmaatregelen, en analyseren in welke mate in het eenvoudig model al rekening kan worden gehouden bij een transitie naar een interoperabel model.

6 Definitie, vergelijking en selectie van marktmodellen voor laadinfrastructuur

6.1 Introductie laadmarktmodellen

6.1.1 Laaddienstverlening

Een aantrekkelijke markt voor Laaddienstverlening⁸ is een randvoorwaarde voor de ontwikkeling van elektrische mobiliteit. Dit betekent onder andere voldoende laadmogelijkheden voor e-rijders, op locaties waar zij dit willen en die eenvoudig in het gebruik en betaalbaar zijn.

Laaddienstverlening is een samenspel tussen Laadaanbieders (zij verkopen Ladingen via hun Laadpunten) en E-rijders (zij nemen de ladingen af met hun elektrische voertuig). Voor beide partijen moet Laaddienstverlening aantrekkelijk zijn. Laadaanbieders en E-rijders kunnen hierin worden ondersteund door dienstverleners. Dit zijn bijvoorbeeld energieleveranciers, infrastructuurleveranciers, installatiebedrijven, auto-importeurs en -verdelers en leasemaatschappijen. Om Laaddienstverlening aantrekkelijk te maken moeten deze dienstverleners met elkaar samenwerken.

In deze studie zijn de volgende uitgangspunten bepaald voor Laaddienstverlening (en daarmee de typologieën voor een laadmarktmodel):

1. **Eenvoudige toegang tot laadpunten van alle laadaanbieders:** het is belangrijk dat E-rijders eenvoudig en laagdrempelig bij laadpunten van alle Laadaanbieders kunnen laden.
2. **Eenvoudig laden en afrekenen:** E-rijders moeten eenvoudig hun laadtransacties kunnen afrekenen
3. **Bedienen van alle E-rijders:** Laadaanbieders moeten op niet-discriminatoire wijze alle E-rijders kunnen bedienen. Dat betekent ook dat alle gangbare elektrische voertuigen opgeladen kunnen worden;
4. **Voldoen aan de Europese richtlijn, wat betreft publiek toegankelijke laadpunten⁹:** de Laaddienstverlening dient te voldoen aan de relevante punten in de Europese richtlijn, namelijk:
 - a. Artikel 4, lid 7: bij het opladen aan publiek toegankelijke oplaadpunten voor elektrische voertuigen wordt, voor zover dit technisch haalbaar en financieel gezien redelijk is, gebruikgemaakt van slimme metersystemen zoals gedefinieerd in artikel 2, lid 28, van Richtlijn 2012/27/EU, waarbij tevens de in artikel 9, lid 2, van genoemde richtlijn bedoelde eisen in acht worden genomen.
 - b. Artikel 4, lid 8: de lidstaten zorgen ervoor dat het de exploitanten van publiek toegankelijke oplaadpunten vrij staat elektriciteit aan te kopen van alle elektriciteitsleveranciers uit de Unie, behoudens de toestemming van de leverancier. De exploitanten van oplaadpunten zullen op contractuele basis oplaaddiensten voor elektrische voertuigen mogen verlenen aan klanten, ook in naam en voor rekening van andere dienstverleners.

⁸ Paragraaf 2.2.2 bevat een tabel met definities van veel gehanteerde termen, die specifiek zijn voor het onderwerp van dit (deel)onderwerp van de studie.

⁹ Europese Richtlijn 2014/94/EU, artikel 4, lid 7 tot en met 12.

- c. Artikel 4, lid 9: alle publiek toegankelijke oplaadpunten moeten gebruikers van elektrische voertuigen ook een ad-hoc oplaadmogelijkheid bieden zonder dat een contract moet worden gesloten met de betrokken elektriciteitsleverancier of exploitant.
 - d. Artikel 4, lid 10: de lidstaten zorgen ervoor dat de prijzen die aangerekend worden door de exploitanten van oplaadpunten redelijk, gemakkelijk en duidelijk te vergelijken, transparant en niet-discriminerend zijn.
 - e. Artikel 4, lid 11: de lidstaten zorgen ervoor dat distributienetbeheerders op een niet-discriminerende basis samenwerken met personen die publiek toegankelijke oplaadpunten installeren of exploiteren.
 - f. Artikel 4, lid 12: de lidstaten zorgen ervoor dat het juridisch kader het mogelijk maakt dat voor de elektriciteitsvoorziening voor een oplaadpunt een contract kan worden gesloten met andere leveranciers dan de entiteit die elektriciteit levert aan het huishouden of de ruimte waar de oplaadpunten zich bevinden.
5. **Bestaande werkende laadmarktmodellen:** de Laaddienstverlening dient te worden georganiseerd volgens reeds bestaande modellen in Brussel, België, de Benelux en/of Europese Unie, waarvan de praktijk heeft uitgewezen dat ze op kleine of grote schaal werken. Dat wil zeggen dat theoretische modellen worden uitgesloten in deze studie.

6.1.2 Definities

Tabel x geeft definities van een aantal belangrijke begrippen die in deze studie gebruikt worden.

| Term | Definitie |
|-----------------------|--|
| E-rijder | Een type partij die commercieel verantwoordelijk is voor de afname van een Lading vanaf een Laadpunt ¹⁰ . |
| Laadaanbieder | Een type partij die Ladingen via één of meer Laadpunten aanbiedt aan E-rijders ¹¹ . |
| Laaddienst(verlening) | De dienstverlening die de levering van laadtransacties aan de E-rijder verzorgt. Dit behelst primair de levering van elektriciteit en het gebruik van laadinfrastructuur. |
| (Laad)marktmodel | Een model dat de inrichting van (een) (laad)markt(en) in termen van rollen die door partijen ingenomen kunnen worden, relaties tussen deze rollen en de bijbehorende verantwoordelijkheden |
| Laadpunt | Infrastructuur (hardware en software) die toelaat om een Lading over te dragen naar een elektrisch voertuig. |
| Laadtransactie | De overdracht van een Lading van een Laadpunt naar een elektrisch voertuig. Deze overdracht kan aanleiding vormen voor een financiële transactie tussen E-rijder en Laadaanbieder. |
| Lading | Een hoeveelheid elektrische energie die wordt geleverd ten behoeve van het laden van een elektrisch voertuig. |

¹⁰ Dit kan de gebruiker van het voertuig zijn, maar ook een derde namens wie de gebruiker optreedt, bijvoorbeeld leasemaatschappij of werkgever.

¹¹ De laadpunten kunnen overal staan; zowel in de publieke als de private ruimte.

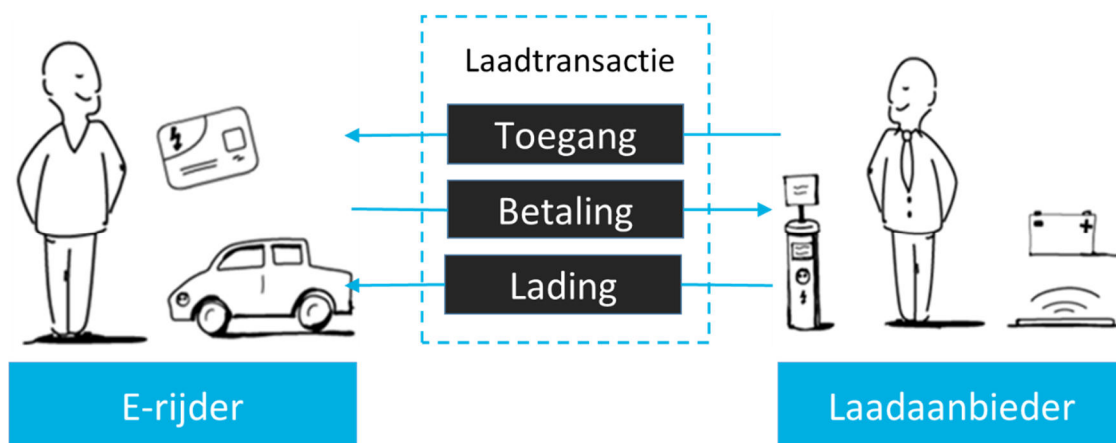
6.2 Primaire rollen en behoeften

In het laadmarktmodel zijn de E-rijder en de Laadaanbieder de twee primaire rollen.

De eerste primaire rol, de E-rijder, is een type partij die commercieel verantwoordelijk is voor de afname van een Lading vanaf een Laadpunt. De E-rijder kan de gebruiker van het voertuig zijn, maar kan ook een andere partij zijn die verantwoordelijk is voor (het betalen van) het gebruik van de Laaddienstverlening zoals een werkgever of een leasemaatschappij¹².

De tweede primaire rol, de Laadaanbieder, is een type partij die in een publieke of private ruimte Ladingen aanbiedt via een of meer Laadpunten, bijvoorbeeld in de publieke ruimte of in (publiek toegankelijke) parkeergarages. De Laadaanbieder zorgt ervoor dat de E-rijder de Lading kan afnemen op een fysieke locatie aan een Laadpunt, middels een laadlocatie (parkeerplaats of rijstrook), infrastructuur en een aansluiting op het elektriciteitsnetwerk. Achter de Laadaanbieder zitten verschillende partijen verscholen: een terreineigenaar (of concessiehouder van terrein), een investeerder, een aanbieder van infrastructuur, enzovoorts.

De rollen (of partijen) achter de E-rijder en Laadaanbieder komen later in deze studie aan bod, in hoofdstuk 3.



Primaire rollen.

Om E-rijders en Laadaanbieders met elkaar te laten interacteren moeten een aantal basisbehoeften worden ingevuld. Een deel van de behoeften zijn complementair omdat er een wisselwerking van uit gaat (in willekeurige volgorde):

1. **Bereik:** E-rijders willen op zoveel mogelijk plaatsen kunnen opladen en moeten dus toegang hebben. Hetzelfde geldt voor Laadaanbieders. Deze willen zoveel mogelijk E-rijders kunnen bedienen.
2. **Betaling:** E-rijders willen gemakkelijk kunnen betalen en Laadaanbieders willen gemakkelijk uitbetaald worden.
3. **Lading:** E-rijders nemen Lading af die wordt afgegeven door Laadaanbieders. Een Laadaanbieder krijgt de Lading via zijn aansluiting die hij afneemt van een netbeheerder.

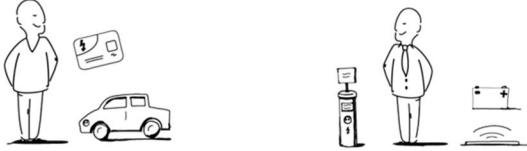
¹² Het onderscheid tussen klanten en gebruikers is van belang in de administratie van dienstgebruik als basis voor financiële transacties. Voor deze studie wordt dit onderscheid verder niet gehanteerd.







4. **Infrastructuur:** Laadaanbieders hebben technische voorzieningen nodig zoals Laadpunten, een fysieke netaansluiting, ondersteunende ICT, een locatie, installatie en onderhoud. Infrastructuur aan de kant van de E-rijder zal vooral bestaan uit een mechanisme van authenticatie om geautoriseerd te worden voor het gebruik van de laadvoorziening. Bijvoorbeeld een laadpas, smartphone-app of SMS code.

De niet complementaire behoeften zijn de behoeften die nodig zijn voor één van de rollen. Dit zijn:

5. **Levering elektriciteit:** dit is de levering van elektriciteit zoals we dit ook kennen van bijvoorbeeld levering aan huishoudens.
6. **Voertuig:** het voertuig is een behoefte van de E-rijder. Zonder het voertuig zal er geen laadtransactie kunnen plaatsvinden.

De zes basisbehoeften zijn weergegeven in onderstaande figuur.



| | | E-rijder | Laadaanbieder |
|---------------------------|---|--|---|
| 1. Bereik |  | Toegang tot alle laadaanbieders | Herkent alle laadafnemers |
| 2. Betaling |  | Kan eenvoudig betalen voor de afgenomen lading | Krijgt eenvoudig betaald voor de geleverde lading |
| 3. Lading |  | Neemt lading op | Geeft lading af |
| 4. Infrastructuur |  | Toegangspas/smartphone/token | Laadpunt: ICT, installatie en onderhoud |
| 5. Levering elektriciteit |  | n.v.t. | Gebruikt ingekochte energie voor lading, heeft netaansluiting |
| 6. Voertuig |  | Beschikking over een voertuig | n.v.t. |

Behoeften van primaire rollen.

Naast de basisbehoeften bestaat er bij beide rollen behoefte aan een zeker dienstverleningsniveau, een laadlocatie (parkeervoorziening), informatievoorziening, en dergelijke. Behoeften aan veiligheid, bescherming tegen fraude en gebruiksgemak worden als evident beschouwd, en worden voor deze studie niet als onderscheidend beschouwd voor de verschillende marktmodellen. Hieraan moet te allen tijde worden voldaan; het betreft zeer essentiële behoeften voor zowel E-rijders als Laadaanbieders die cruciaal zijn voor het maatschappelijke draagvlak van elektrische mobiliteit.

De voorgestelde marktmodellen moeten erop gericht zijn om deze behoeften van de primaire stakeholders zo goed mogelijk in te vullen.

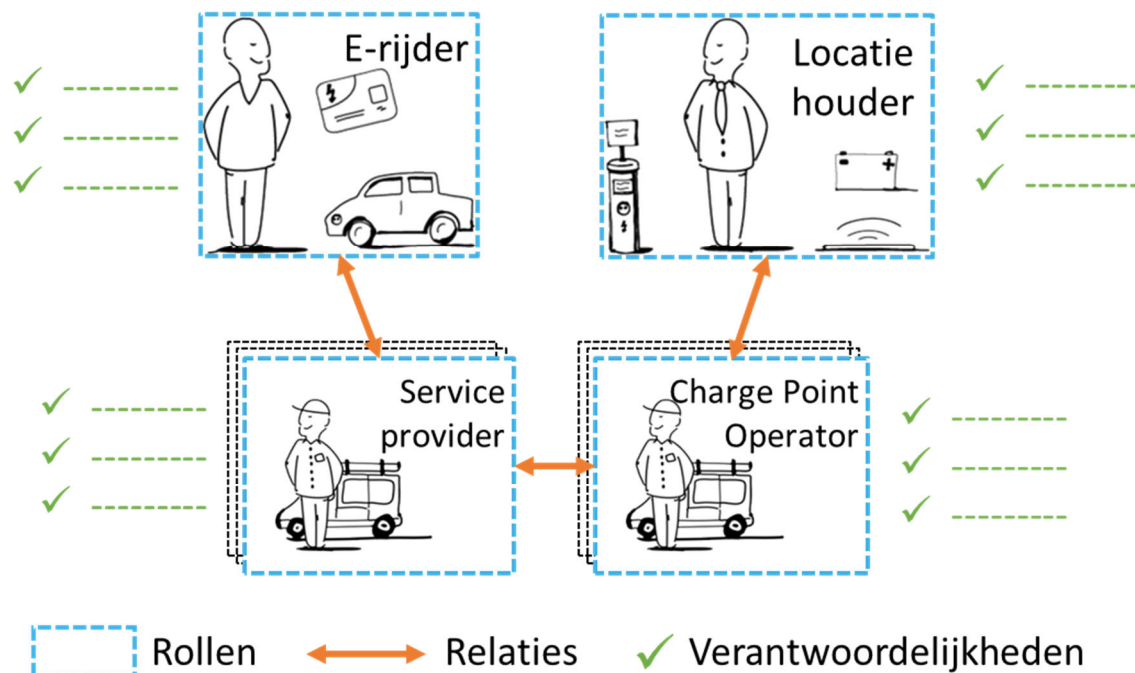
6.3 Interactie tussen laadmarkt en elektriciteitsmarkt

6.3.1 Rollen, relaties en verantwoordelijkheden

Het exploitatie- of marktmodel beschrijft de inrichting van een afgebakende markt (of markten) waarin een of meerdere klantgroepen worden bediend. Een marktmodel bestaat primair uit:

- › **Rollen:** een rol definieert een bepaald type deelnemer in de markt. Een rol kan bijvoorbeeld zijn een klant, of een leverancier. Een rol kan worden ingevuld door een of meer individuen of organisaties en één individu of organisatie kan meerdere rollen vervullen tenzij anders aangegeven is in het marktmodel;
- › **Relaties:** een relatie definieert hoe twee rollen in het marktmodel met elkaar omgaan. Een relatie kan van korte duur (individuele transacties) of van lange duur (contracten tussen partijen) zijn. De relatie bepaalt de interacties tussen partijen die een gedefinieerde rol vervullen;
- › **Verantwoordelijkheden:** binnen het marktmodel worden verantwoordelijkheden gedefinieerd die aan een rol of relatie verbonden zijn.

De drie onderdelen zijn hieronder schematisch met een voorbeeld weergegeven.



Primaire onderdelen van een marktmodel: rollen, relaties en verantwoordelijkheden.

Het geheel van rollen, relaties, verantwoordelijkheden en de bijbehorende taken en bevoegdheden wordt vastgelegd in een set van afspraken of *afsprakenstelsel* (zie hoofdstuk **xxxx**).

6.3.2 Markten in het marktmodel Laaddienstverlening

Rond Laaddienstverlening voor elektrische mobiliteit zijn **verschillende diensten met bijbehorende markten** te identificeren. In deze paragrafen worden deze markten geschetst en wordt aangegeven op welke markten deze studie zich richt.

Ten eerste is sprake van Laadpunten van Laadaanbieders die aangesloten zijn op het **distributienetwerk** voor elektriciteit. De aanbieder van het fysieke distributienetwerk (kabels, transformatoren en dergelijke) in deze elektriciteitsmarkt, de regionale netbeheerder SIBELGA, heeft een natuurlijk monopolie. De netbeheerder ligt vast voor een laadpunt op basis van de locatie van dit laadpunt. Het laadpunt heeft een netaansluiting met een unieke EAN-code.

Ten tweede maakt de E-rijder gebruik van de **Laadpunten** van Laadaanbieders om een elektrisch voertuig op te laden. Dit is de tweede markt die in het kader van Laaddienstverlening geïdentificeerd kan worden. Paragrafen 2.4.1 tot en met 2.4.3 beschrijven drie mogelijke Laadmarktmodellen.

Ten derde is er de **levering van elektriciteit** voor het laden van een elektrisch voertuig. De energieleveranciers zijn de aanbieders in deze markt. In de paragrafen 2.4.1 tot en met 2.4.3 wordt verder ingegaan wie in het kader van de Laaddienstverlening, vanuit het oogpunt van de energieleverancier, afnemer kan zijn.

Concluderend kunnen we stellen dat er een tweeledige relatie is tussen een – nader te bepalen – Laadmarktmodel en het bestaande elektriciteitsmarktmodel:

- › Fysieke aansluiting van de laadinfrastructuur op het bestaande netwerk voor distributie van elektriciteit en daarmee een relatie met een regionaal netbeheerder. Deze relatie is voor ieder laadpunt bepaald doordat op een locatie maar één regionaal netbeheerder actief is;
- › Relatie met elektriciteitsleverancier die zorg draagt voor de levering van de af te nemen elektriciteit.

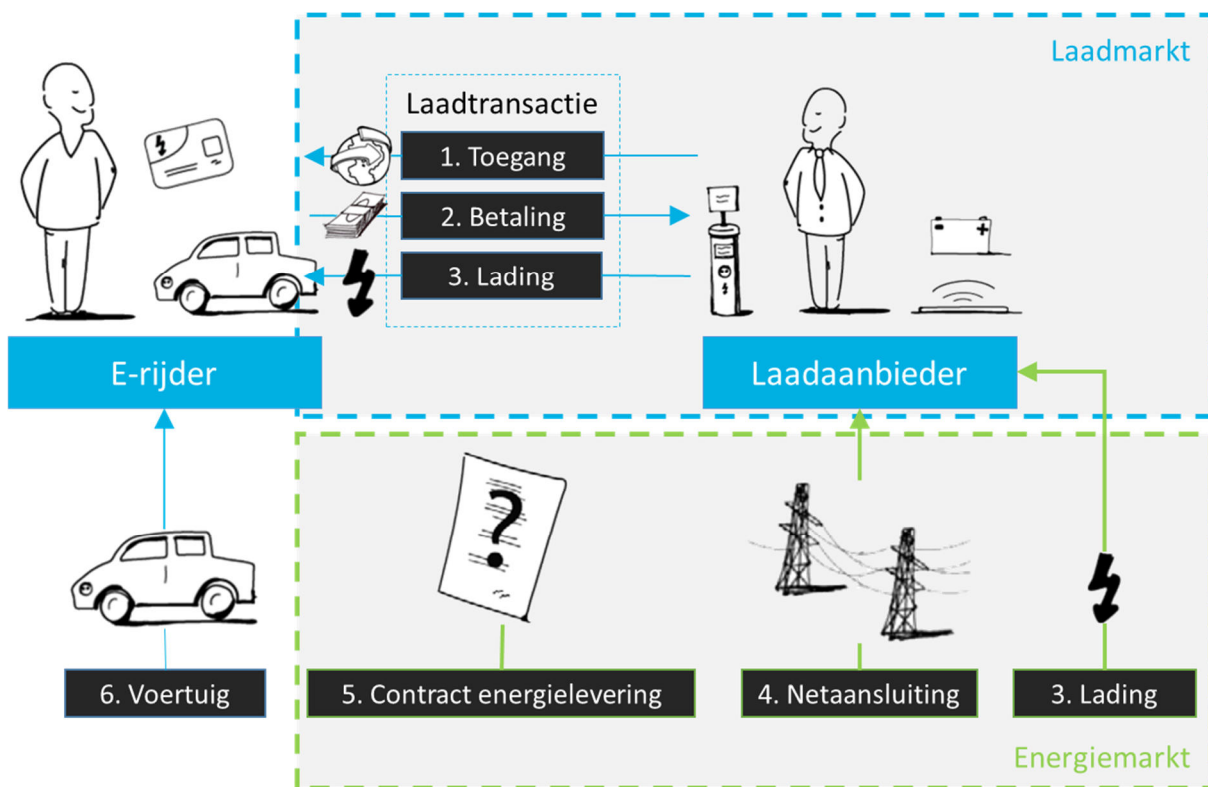
6.3.3 Laaddienstverlening als tweezijdige markt

Het opladen van elektrische voertuigen heeft de eigenschappen van een **tweezijdige markt**. In een tweezijdige markt zijn er twee typen partijen die interacties met elkaar aangaan en hiervoor ondersteund kunnen worden door derde partijen.

Kenmerkend voor een tweezijdige markt is dat elk van de typen partijen zijn eigen behoeften heeft ten aanzien van de oplossing. Een ander belangrijk kenmerk van een tweezijdige markt is dat er sprake is van netwerkeffecten: de groei van één van de twee typen partijen stimuleert de groei van het andere type partij indien beiden gebruik maken van dezelfde ondersteunende oplossing.

Bekende **voorbeelden** van tweezijdige markten zijn elektronische betaalnetswerken zoals Bancontact, MasterCard, Visa en Ogone, waarbij de primaire doelgroepen respectievelijk koper en verkoper zijn. Een afsprakenstelsel tussen leveranciers (banken) aan kopers en verkopers maakt het mogelijk dat kopers en verkopers uniforme dienstverlening ervaren, terwijl er wel concurrentie en innovatie is.

De inrichting van de markt voor Laaddienstverlening moet erop gericht zijn de behoeften van beide gebruikersgroepen optimaal in te vullen. In onderstaande figuur worden de eerder beschreven behoeften van E-rijder en Laadaanbieder weergegeven.



Interactie tussen laadmarkt en energiemarkt.

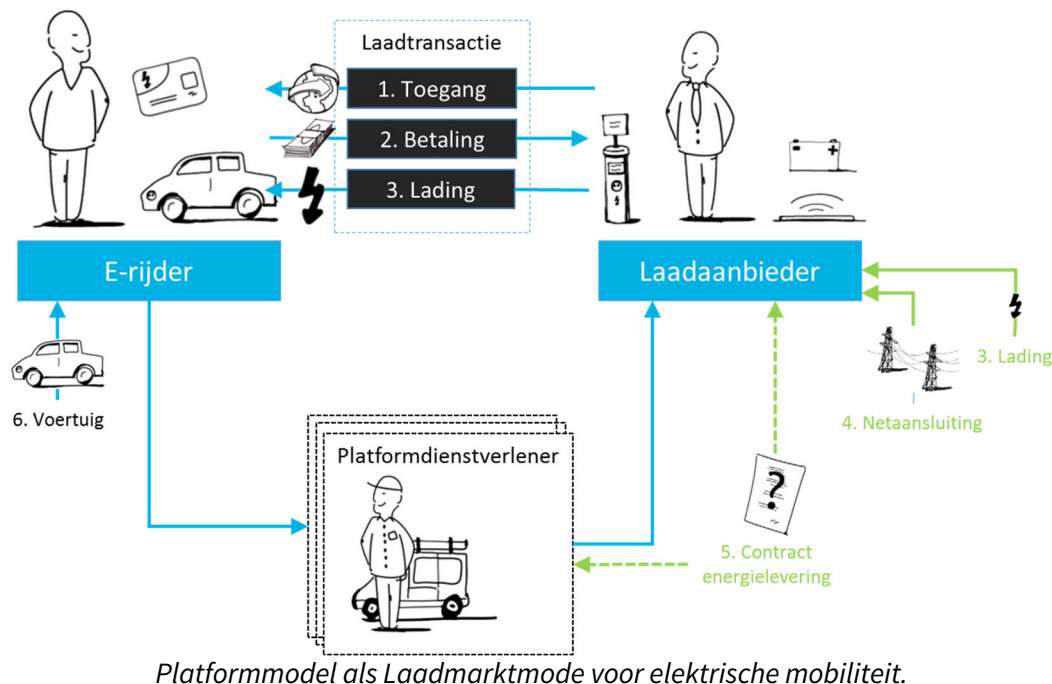
Het contract met de energieleverancier voor de levering van elektriciteit als onderdeel van de Laaddienstverlening kan bij de diverse rollen terecht komen. In de volgende paragrafen zal beschreven worden welke rol of rollen dit contract met de energieleverancier kunnen hebben.

6.4 Definitie van laadmarktmodellen

In deze paragraaf beschrijven we achtereenvolgens drie verschillende inrichtingen van laaddienstverlening in een tweezijdige markt: het platformmodel, het netwerkmodel en het tweevoudig interoperabel model.

6.4.1 Platformmodel

Om Laadaanbieders en E-rijders efficiënt met elkaar te laten omgaan, is een dienstverlener gewenst om hen te helpen de genoemde behoeften in te vullen. Met deze dienstverlener ontstaat een derde rol in het marktmodel, de Platformdienstverlener, welke een platform biedt voor de Laadaanbieders en E-rijders.



De **kerndienstverlening** in dit model is de toegang tot de Laadpunten en het betalen voor de Laadtransactie. Optionele toegevoegde dienstverlening kan de levering van elektriciteit, voertuigdiensten en infrastructuurdiensten zijn. Deze zaken kunnen echter ook door anderen dan de Platformdienstverlener worden ingevuld. De Laadaanbieder kan bijvoorbeeld ook zelf zijn energie en laadpunten rechtstreeks inkopen, in plaats van in één pakket.

In dit model is er een kans op meerdere dienstverleners **zonder interoperabiliteit**. Dit gebrek aan interoperabiliteit betekent dat klanten van een bepaalde dienstverlener niet terecht kunnen bij andere dienstverleners. Dat is niet goed voor de uniformiteit van dienstverlening en daarmee mogelijk schadelijk voor de acceptatie van elektrisch vervoer in deze vroege fase van de markt. De omvang van het platform wordt een bepalende keuze voor de Laadaanbieders en E-rijders. Het grote voordeel van een platformmodel is dat deze snel van start kunnen omdat veelal Laadaanbieder en Platformdienstverlener rollen door dezelfde partij wordt ingevuld.

Het Platformmodel in de praktijk

Het Platformmodel representeert bepaalde bestaande situaties waarin partijen de markt betreden die zowel Laadaanbieder als Platformdienstverlener zijn. Het beschreven risico van gebrek aan interoperabiliteit is ook in de praktijk opgetreden, ondermeer bij:

- > B-Parking: opladen via parkeerticket (infrastructuur van BeCharged).
- > Interparking: activatie en verrekening via Interparking kaart (infrastructuur van BeCharged).
- > Antwerpen en Hasselt (2011 tot 2016): opladen via sms (infrastructuur van ThePluginCompany).
- > Total: activatie en verrekening via aparte prepaid kaart (infrastructuur van Schneider Electric).
- > Ziekenhuis Gasthuisberg: opladen via sms-contract of laadkaart (infrastructuur van EV-Point).

Bovenstaande situaties vragen van de E-rijder een waaier aan activatiemiddelen. In sommige gevallen het laadpunt niet ad hoc geactiveerd en betaald worden: opladen is dan niet mogelijk. Het resultaat is dat opladen bij publiek toegankelijke laadpunten behoorlijk wat drempels kent.

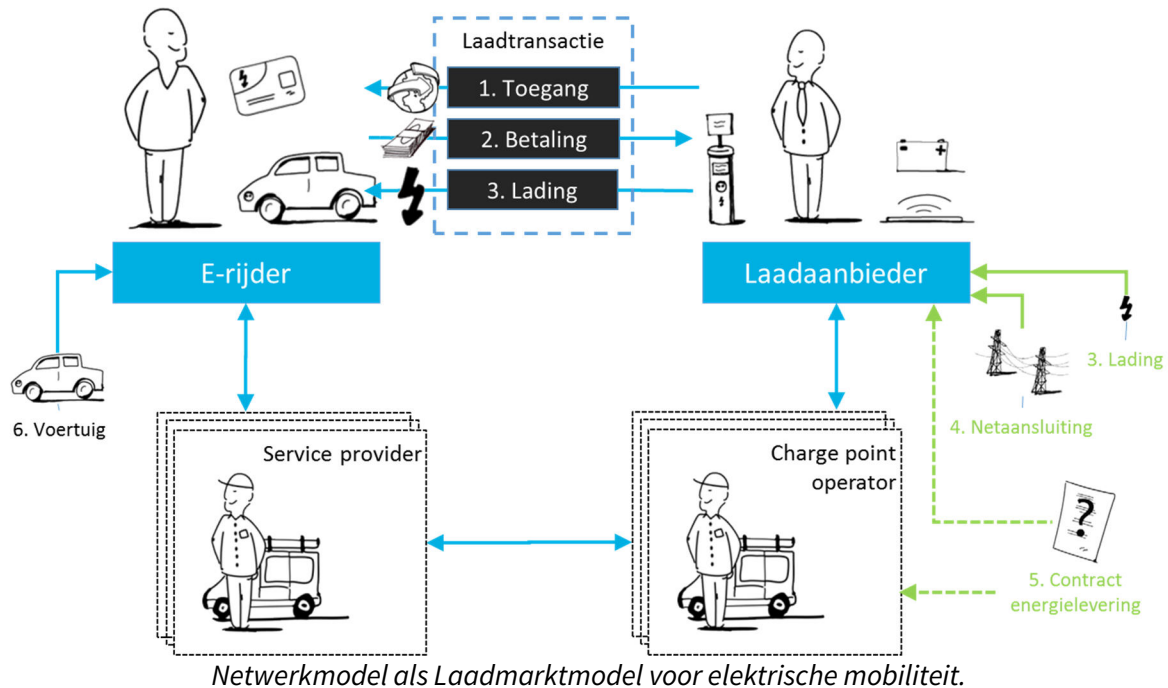
Door verschillende aanbieders wordt gewerkt aan de interoperabiliteit, die maatregelen nemen om elkaars E-rijders te accepteren, bijvoorbeeld via een ad hoc, contractloze activatie- en betalingsmethode. Voor de korte termijn en gezien de omvang van de markt is dit afdoende. Wanneer de markt verder groeit, zal er meer behoefte zijn aan Laadaanbieders en aan innovatie, keuze en concurrentie.

Het **contract voor energielevering** is in handen van de Laadaanbieder of Platformdienstverlener. In voorgaande figuur zijn de onderdelen die interacteren met de energiemarkt in het groen gemarkeerd.

6.4.2 Netwerkmodel

Het Netwerkmodel is een doorontwikkeling van het Platformmodel. Onderstaande figuur geeft het Netwerkmodel schematisch weer. Het Netwerkmodel ontstaat door de Platformdienstverlener te splitsen in een dienstverlener voor de E-rijder en een dienstverlener voor de Laadaanbieder. In deze studie worden respectievelijk de termen e-mobility Service Provider, **Service Provider** of “MSP” en **Charge Point Operator** of “CPO” gebruikt. Deze dienstverleners (dit kunnen meerdere partijen zijn per rol) maken onderlinge afspraken conform een afsprakenstelsel, waardoor Laadaanbieders en E-rijders met elkaar zaken kunnen doen via hun eigen dienstverlener.

In het **afsprakenstelsel** moeten criteria voorzien zijn waaraan dienstverleners moeten voldoen om toe te kunnen treden tot deze markt voor ondersteunende dienstverlening. Deze criteria zijn gericht op het bevorderen van een minimaal niveau van interoperabiliteit tussen dienstverleners (het coöperatieve domein). Het blijft hierbij mogelijk dat dienstverleners hun eigen gedifferentieerde proposities (op basis van kwaliteit, prijs, aanvullende dienstverlening) aanbieden (het competitieve domein). Het afsprakenstelsel wordt gedetailleerd beschreven in hoofdstuk 3.



In het **netwerkmiddel** bestaat de kerndienstverlening wederom uit de toegang tot de laadpunten en het betalen van de laadtransacties.

Een groot voordeel van dit model ten opzichte van het Platformmodel is dat er **geen concurrentie op de omvang van het netwerk** ontstaat, maar alleen op de kwaliteit en prijs van dienstverlening. Als immers een dienstverlener met één E-rijder voldoet aan de criteria, kan de E-rijder bij alle Laadaanbieders terecht. Het risico van overbodige infrastructuurinvesteringen wordt hierdoor verminderd, omdat alle partijen in gelijke mate toegang hebben tot dezelfde onderliggende infrastructuur. Het netwerkmiddel vraagt een hogere opstartkost, wat bij de opstart van de markt kan leiden tot hogere laadprijzen.

6.4.2.1 Aansluiting elektriciteitsmarkt en rol elektriciteitsleverancier

In paragraaf 2.3 is aangehaald dat er tweeledige relatie is tussen de laadmarkt en elektriciteitsmarkt: op het niveau van de fysieke netaansluiting en op niveau van de relatie met de energieleveranciers (op eerder figuren aangeduid als “Contract energielevering”).

Elk van de rollen uit het Netwerkmiddel (de Laadaanbieder, CPO, Service Provider of E-rijder) kan optreden als afnemer van elektriciteit. Op hoofdlijnen zijn er twee mogelijkheden:

- > De Laadaanbieder of CPO neemt de elektriciteit af en verkoopt deze door aan de Service Provider (en E-rijder); de elektriciteitslevering is dus gebonden aan de laadlocatie;
- > De E-rijder of Service Provider treedt op als afnemer van de elektriciteit; de voorwaarden waaronder de levering van elektriciteit plaatsvindt, is in dat geval niet per se gerelateerd aan de laadlocatie.

We definiëren het Netwerkmiddel als het Laadmarktmodel waarbij het **contract voor energielevering** in handen is van de Laadaanbieder of Charge Point Operator (mogelijkheid 1 in voorgaande

opsomming). In het *Tweevoudig Interoperabel Model* blijven de rollen gelijk aan het Netwerkmodel, maar treedt de E-rijder of Service Provider op als energiecontractant (zie volgende paragraaf).

In het geval van het Netwerkmodel kiest een Laadaanbieder of Charge Point Operator een leverancier voor de levering van elektriciteit op een Laadpunt. E-rijders maken gebruik van het aanbod van Laadaanbieders voor gebruik van de laadinfrastructuur en de levering van elektriciteit. Er is hier dus sprake van een verticale integratie in het aanbod: het gaat zowel om de levering als om toegang tot het netwerk. Daarmee ligt in de basis het tarief voor elektriciteitslevering voor een bepaalde laadlocatie vast¹³.

In hoofdstuk 3 wordt de haalbaarheid van de transitie van een *eenvoudig* naar een *interoperabel* model beschreven, waarbij we de mogelijke rollen voor de elektriciteitsleverancier in het Laadmarktmodel en de voor- en nadelen beschrijven. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze voor- en nadelen gericht zijn op een situatie waarin overwegend technologie gebruikt wordt voor normaal laden¹⁴. In dat geval is de drempel om te kiezen tussen verschillende laadpalen relatief hoog omdat de laadtijd relatief lang is. E-rijders zullen willen laden dicht bij hun plaats van bestemming¹⁵.

6.4.3 Tweevoudig interoperabel model

Het Netwerkmodel in de praktijk

Het Netwerkmodel werd in 2010 in Nederland geïntroduceerd, toen meerdere Service Providers en Charge Point Operators overeenkwamen over een afsprakenstelsel. Het Netwerkmodel werd in België in 2012 geïntroduceerd bij de uitrol van het EVA-netwerk in de proeftuin van Vlaams minister Ingrid Lieten. Op deze netwerken is er sprake van interoperabiliteit met meerdere Service Providers, zodat E-rijders (inter)nationaal kunnen laden.

Een niet-limitatief overzicht van Belgische laadnetwerken die werken volgens het Netwerkmodel

| Netwerk | Geografisch gebied | Start uitrol | Laadaanbieder | CPO |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------|------------------|-------------|
| EVA | Vlaanderen, publiek domein | 2012 | Gemeenten | Blue Corner |
| Projectoproep car-poolparkings | Vlaanderen, car pool parkings | 2014 | Vlaamse overheid | Allego |
| Carrefour | België, retail | 2015 | Carrefour | Allego |
| Fast-E | België, tankstations | 2016 | Total | Allego |
| Antwerpen 2016 | Antwerpen, publiek domein | 2016 | Antwerpen | TBD |
| B-parking 2016 | België, parkeergarages | 2016 | NMBS | Becharged |

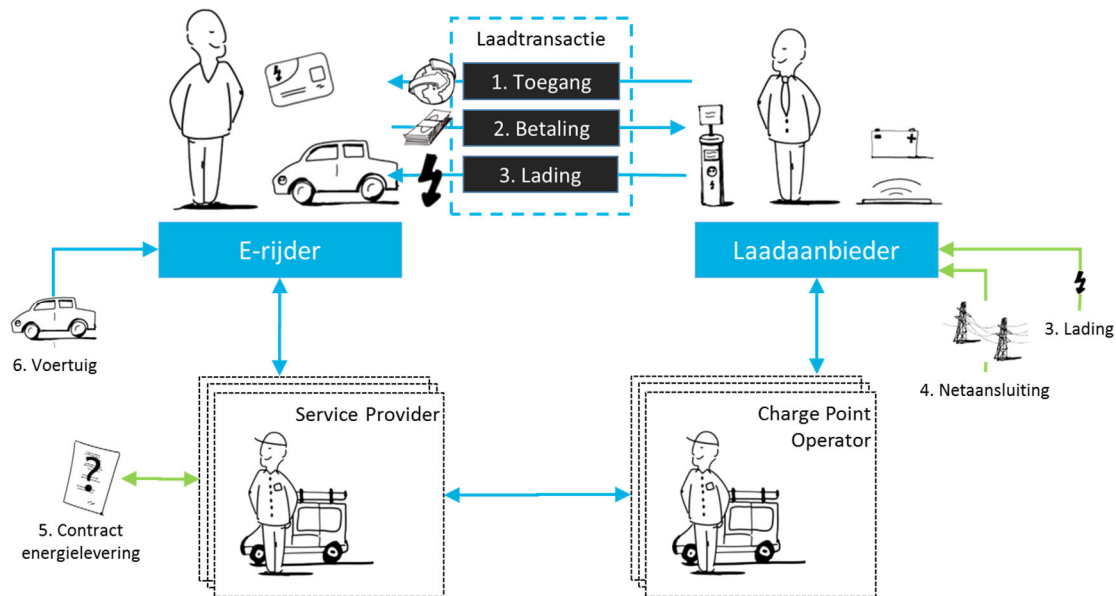
¹³ In principe is de Service Provider in staat om een ander tarief voor energielevering aan E-rijders af te geven, bijvoorbeeld ongeacht de laadlocatie. De mogelijkheden om dit te doen zijn echter beperkt aangezien de Service Provider aan E-rijders weinig tot geen mogelijkheid hebben om invloed uit te oefenen op de tariefstelling door de laadaanbieders of Charge Point Operators.

¹⁴ Normaal Laden is gedefinieerd als tot en met 7,4 kW (monofase 32 A), zie EVORA Code Publiek Toegankelijk Laden.

¹⁵ In het geval van snellaadstations kan een marktdynamiek soortgelijk aan die van de tankstations voor conventionele brandstoffen verwacht worden.

Het Tweevoudig interoperabel model is een variant op het Netwerkmodel, waarin:

- > De rollen gelijk blijven: er wordt onderscheid gemaakt tussen een Service Provider en Charge Point Operator als dienstverleners aan de E-rijder en Laadaanbieder;
- > De Service Provider optreedt als energiecontractant (in tegenstelling tot de Charge Point Operator).



Tweevoudig interoperabel model als Laadmarktmodel voor elektrische mobiliteit.

Net als bij het netwerkmodel moet een **afsprakenstelsel** in de criteria voorzien waaraan de dienstverleners moeten voldoen om toe te treden tot de Laadmarkt. Deze criteria zijn gericht om het bevorderen van interoperabiliteit. Ook is er in dit model **geen concurrentie op de omvang van het netwerk** ontstaat, maar alleen op de kwaliteit en prijs van dienstverlening.

Dit Laadmarktmodel biedt de meest **verregaande keuzevrijheid** voor de E-rijder, en heeft het potentieel om via tweevoudige interoperabiliteit maximale marktwerking te creëren. Tweevoudig, gezien:

- > De interoperabiliteit tussen Service Provider en Charge Point Operator;
- > De interoperabiliteit tussen Service Provider en energieleverancier, waarbij het mogelijk is dat de Service Provider bij één (of optioneel meerdere) leverancier(s) de energie afneemt.

6.4.3.1 Aansluiting elektriciteitsmarkt

In het Tweevoudig interoperabel model kiest de Service Provider bij welke elektriciteitsleverancier en onder welke voorwaarden (ten aanzien van bijvoorbeeld tarieven en oorsprong van elektriciteit) de elektriciteit afgenomen wordt als onderdeel van de Laaddienstverlening. Net als bij het netwerkmodel is er eveneens sprake van verticale integratie in het aanbod: dat omvat zowel de levering van elektriciteit als toegang tot het netwerk van laadpunten van verschillende Laadaanbieders. De Charge Point Operator kan de tarieven voor de levering vaststellen onafhankelijk van de laadlocatie.

6.4.3.2 Voorbeelden uit de praktijk

Dit marktmodel is op kleine schaal toegepast in pilots in Nederland (Enexis, Greenflux en The New Motion) en Portugal (Mobi.E) en vereist aanpassingen in de energiewetgeving en het energiemarktmodel. Het model en de haalbaarheid van een transitie naar dit model wordt nader beschreven in paragraaf 3.6: “Transitie van Netwerk- naar Tweevoudig interoperabel model”.

6.5 Selectie van modellen

6.5.1 Selectiecriteria

Om een gedegen keuze te maken voor een *eenvoudig* en een *interoperabel* model worden de drie laadmarktmodellen kwalitatief vergeleken op de volgende selectiecriteria:

- › **Marktwerking:** in welke mate is voldoende marktwerking gegarandeerd door de architectuur van het marktmodel? Wordt er voldoende concurrentie gestimuleerd? Is er voldoende keuzevrijheid voor de E-rijder of voor de Laadaanbieder?
- › **Regulering:** in welke mate dient de overheid te reguleren, bijvoorbeeld door kaders te stellen of als regisseur van een afsprakenstelsel op te treden?
- › **Toegankelijkheid en gebruiksgemak:** in welke mate garandeert het model eenvoudige toegang en activatie van Laadtransacties?
- › **Sturing op eindprijs door Laadaanbieder:** in welke mate kan de verkoopprijs vastgelegd worden door de Laadaanbieder, al dan niet de terreineigenaar?
- › **Kosteneffectiviteit op korte termijn:** in welke mate verzekert het laadmarktmodel lage kosten in de korte termijn?
- › **Kosteneffectiviteit op lange termijn:** in welke mate verzekert het laadmarktmodel lage kosten op de lange termijn?
- › **Toepassing in de praktijk:** in welke mate wordt het model reeds (uitgebreid) in de praktijk toegepast?
- › **Haalbaarheid in huidige elektriciteitsmarkt:** in welke mate kan het model vandaag toegepast worden, in de constellatie van de huidige elektriciteitsmarkt, wet en regelgeving?

6.5.2 Selectie eenvoudig en interoperabel model

In onderstaande tabel is de vergelijking samengevat.

Selectiematrix laadmarktmodellen.

| Selectie: mate van... | Platformmodel | Netwerkmodel | Tweevoudig interoperabel model |
|--|--|---|--|
| Marktwerving | ●○○ | ●●○ | ●●● |
| Regulering | Nauwelijks | KT: beperkt LT: gewenst | Gewenst |
| Toegang en gemak | Beperkt, enkel door ad hoc toegang | Hoog, door ad hoc toegang en interoperabiliteit | Hoog, afhankelijk van inrichting marktmodel |
| Sturing eindprijs | Hoog, door rechtstreekse relatie platformdienstverlener met E-rijder | Beperkt: enkel door ad hoc betaling | Laag, doordat drie rollen de prijs bepalen |
| Kosteneffectiviteit korte termijn | Hoog door weinig rollen in keten | Lager door meerdere rollen (iedere partij vraagt marge) | Laag door veel rollen: vraagt investeringen door partijen |
| Kosteneffectiviteit lange termijn | Laag door beperkte marktwerving (lokaal monopolie) | Hoger door betere marktwerving | Hoogst door max. marktwerving, afhankelijk van inrichting marktmodel |
| Toepassing in praktijk | ●●● | ●●○ | ●○○ (pilots) |
| Haalbaarheid huidige elektriciteitsmarkt | ●●● | ●●● | ○○○ |

In overleg met het begeleidingscomité heeft BRUGEL besloten om het **Platformmodel** als *eenvoudig model* en het **Netwerkmodel** als *interoperabel model* gedetailleerd te beschrijven, en de technische en organisatorische haalbaarheid tussen de twee te beschrijven.

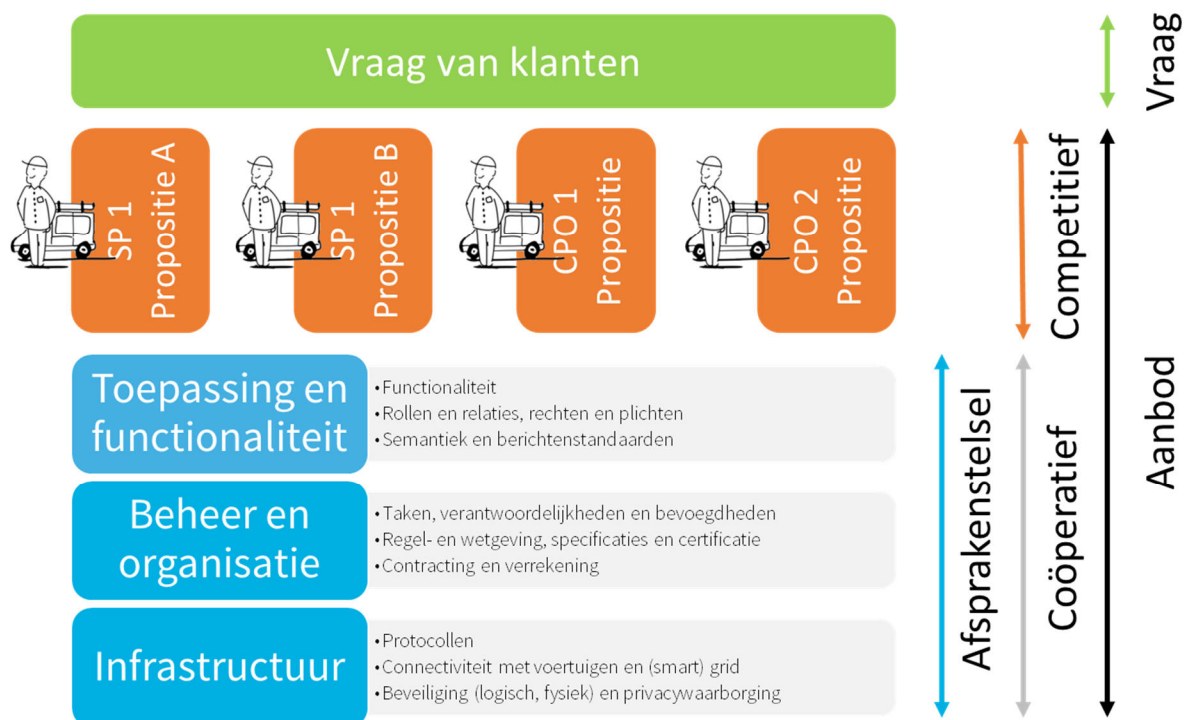
Daarenboven is gevraagd om kwalitatief de haalbaarheid van een transitie van het Netwerkmodel naar het Tweevoudig Interoperabel model te beschrijven.

7 Organisatorische en technische beschrijving van twee marktmodellen

De twee weerhouden exploitatiemodellen, het Platformmodel en het Netwerkmodel, worden in dit hoofdstuk verder uitgewerkt. Conform de opdrachtomschrijving wordt voor ieder exploitatiemodel de waardeketen, de uitrustingen, exploitatie en evoluties te beschrijven. Hiervoor wordt in paragraaf 3.1 tot en met 3.3 voor ieder marktmodel het coöperatieve domein uitgewerkt. In het coöperatieve domein worden *afspraken* door de markt gemaakt om Laaddienstverlening mogelijk te maken. Dit *afsprakenstelsel* wordt beschreven volgens drie thema's:

- › **Toepassing en functionaliteit:** beschrijving van de gevraagde toepassing en functionaliteit van het exploitatiemodel, welke dienstverlening het afsprakenstelsel mogelijk moet maken en welke diensten de mogelijke dienstverleners – beschreven in rollen - (aan elkaar) moeten leveren;
- › **Beheer en organisatie:** afspraken over de samenwerkingscondities tussen de rollen in de waardeketen, de voorwaarden waaronder de dienstverlening plaatsvindt en de manier waarop het afsprakenstelsel wordt beheerd en doorontwikkeld. We beschrijven per rol de taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden, de wet-en regelgeving (indien relevant) en de manier van verrekening/contracting;
- › **Infrastructuur:** de benodigde assets per actor, de technische koppelingen tussen de rollen (o.a. connectiviteit met het net en voertuigen) en de beveiliging ervan.

De thema's van het competitieve en coöperatieve domein zijn schematisch weergegeven.



Schema scheiding coöperatief en competitief domein.

Laaddienstverlening: een markt in volle ontwikkeling

Voor de beschrijving van het afsprakenstelsel voor Laaddienstverlening op publiek toegankelijke Laadpunten voor het Brussels Gewest vertrekken we niet van een leeg blad. Marktpartijen (service providers, charge point operators, energieleveranciers) hebben al tal van afspraken gemaakt over het beheer en organisatie, de toepassing en functionaliteit en infrastructuur. We gaan bij de verschillende afspraken in op de status (open, lopend, onderzocht of gestandaardiseerd) en of ze reeds worden toegepast in de Benelux. Er zijn ook elementen waar nog geen afspraken over bestaan. Deze elementen zullen we ook in deze analyse duiden.

De constellatie van de markt voor Laaddienstverlening is bovendien nog niet bepaald: de markt is nog in wording. Belangrijke beïnvloeders bij het tot stand komen van de constellatie zijn de internationale auto-industrie, afspraken tussen auto-industrie en bestaande CPO's en SP's, de strategieontwikkeling voor flexibiliteit door netbeheerders, de federale en regionale overheden en de Europese overheid.

In paragraaf 3.4 worden de te verwachten evoluties voor de afsprakenstelsels geduid.

In paragrafen 3.5 en 3.6 beschrijven we de haalbaarheid van een transitie van het Platform- naar het Netwerkmodel, en van het Netwerk- naar het Tweevoudig interoperabel model. We beschrijven voor de drie aspecten van het afsprakenstelsel op hoofdlijnen de overgangsmaatregelen en analyseren in welke mate in het *eenvoudig* model al rekening kan worden gehouden bij een transitie naar een *interoperabel* model. Aangezien de markt nog in volle ontwikkeling is (zie bovenstaand kader) zullen de overgangsmaatregelen een niet-limitatief overzicht zijn, aangezien nog niet alle randvoorwaarden en implicaties daarvan gekend zijn.

7.1 Toepassing en functionaliteit

7.1.1 Primaire functionele eisen

Voor de gevraagde toepassing en functionaliteit vertrekken we van de verschillende uitgangspunten voor Laaddienstverlening uit paragraaf 2.1.1. Aangezien dit de uitgangspunten voor de besproken Laadmarktmodellen zijn voldoen het Platformmodel en het Netwerkmodel hier de facto aan. We noemen deze uitgangspunten de primaire eisen. Het gaat om:

- › **Eenvoudige toegang tot laadpunten van alle laadaanbieders:** het is belangrijk dat E-rijders eenvoudig en laagdrempelig bij laadpunten van alle Laadaanbieders kunnen laden;
- › **Eenvoudig laden en afrekenen:** E-rijders moeten eenvoudig hun laadtransacties kunnen afrekenen;
- › **Bedienen van alle E-rijders:** Laadaanbieders moeten op niet-discriminatoire wijze alle E-rijders kunnen bedienen. Dat betekent ook dat alle gangbare elektrische voertuigen opgeladen kunnen worden;
- › **Voldoen aan de Europese richtlijn, wat betreft publiek toegankelijke laadpunten¹⁶:** de Laaddienstverlening dient te voldoen aan de relevante punten in de Europese richtlijn. Een van de meest relevante punten is de eis voor een contractloze ad hoc betalingsmethode. Dat wil zeggen dat een E-rijder ter plaatse het Laadpunt moet kunnen activeren en betalen zonder abonnement of contract.

7.1.2 Secundaire functionele eisen

Het Platform- en Netwerkmodel dienen in deze fase van de markt bovendien te voldoen aan:

- › Activeren en deactiveren van Laadsessies met eenvoudige authenticatiemiddelen. Authenticatie kan – niet limitatief – gebeuren middels een pas of kaart, via sms, via een smartphone applicatie (al dan niet met QR-code);
- › Real time informatievoorziening over de Laadpunten op afstand, bijvoorbeeld via GIS-systemen (web, GPS, smartphone applicaties), over vermogen, type stekkers, aantal Laadpunten, de status (vrij, bezet, in storting, ...);
- › Real time informatievoorziening over de Laadpunten ter plaatse, bijvoorbeeld via een parkeergeleidingssysteem of lokale bebording (dit valt buiten de scope van het laadmarktmodel)
- › De Laaddienstverlening moet passen in de huidige elektriciteitsmarkt, zonder aanpassingen in de energiewet en -regelgeving.
- › Eisen met betrekking tot veiligheid van dataverbindingen: nader te bepalen.
- › Eisen met betrekking tot waarborging van privacy: nader te bepalen.

Het Platform- en Netwerkmodel verschillen in toepassing en gevraagde functionaliteit op de volgende secundaire eisen.

| | Platformmodel | Netwerkmodel |
|--|-----------------------|---------------------|
| Keuzevrijheid van de E-rijder voor een Laaddienstverlener | Op niveau van locatie | Ongeacht de locatie |
| Interoperabele toegang tot meerdere (inter)nationale laadnetwerken | Niet noodzakelijk | Noodzakelijk |

¹⁶ Europese Richtlijn 2014/94/EU, artikel 4, lid 7 tot en met 12.

7.1.3 Toepassingen

De toepassing van Laaddienstverlening is tweeledig:

- › Het opladen van elektrische voertuigen, ten behoeve van mobiliteit;
- › Het bieden van (decentrale) flexibiliteit in het energiesysteem.

We bespreken de twee toepassingen achtereenvolgens.

Het marktmodel voor Laaddienstverlening dient primair voor het opladen van elektrische voertuigen. Opladen is mogelijk via private Laadpunten (verrekening tussen werknemer en werkgever), semi-publieke Laadpunten (Publiek toegankelijke laadpunten op privé domein) en publieke Laadpunten (Publiek toegankelijke laadpunten op openbaar domein). Het opladen gebeurt zowel via AC-spanning als DC-spanning en zowel op hoog vermogen (*snelladen*) als laag vermogen (*normaal laden*).

Elektrische voertuigen kunnen middels Laadinfrastructuur (in de brede zin van het woord, maar ook voor het Brussels Gewest) ingezet worden in de ontwikkeling van de energietransitie. Deze transitie wordt gekenmerkt door de ontwikkeling van centrale naar decentrale energieproductie en een grotere volatiliteit van energieproductie. Daardoor ontstaat de nood aan meer decentrale flexibiliteit in ons energiesysteem.

Elektrische voertuigen hebben de potentie om de nood aan decentrale flexibiliteit (ten dele) op te vangen, bijvoorbeeld als *Virtual Power Plant*. Om dit potentieel te benutten is een duidelijk kader en stuurmechanismen in het afsprakenstel voor Laaddienstverlening vereist, zodat elektrische voertuigen ten goede worden ingezet in de energietransitie. Wanneer deze stuurmechanismen niet worden gefaciliteerd vormen elektrische voertuigen op termijn een potentieel risico voor de energiehuishouding, zowel qua infrastructuur, als energievoorziening (investeringen in distributienet en balanshandhaving op het transmissienet).

7.1.4 Waardeketen en rollen

We bespreken de waardeketen en rollen, als gevolg van de gevraagde functionaliteit, voor het Netwerkmodel en Platformmodel. We beschrijven eerst het Netwerkmodel, het meest complexe model, aangezien de waardeketen voor het Platformmodel daarna makkelijk te herleiden valt. De waardeketen wordt ten behoeve van de leesbaarheid stap voor stap uitgebreid.

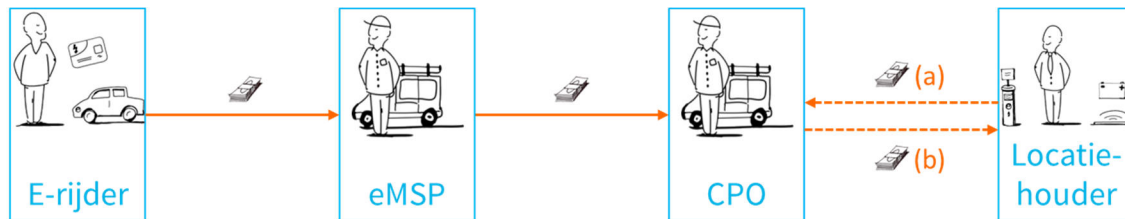
We benadrukken dat rollen in de waardeketen door meerdere typen partijen worden ingevuld, zodat er concurrentie optreedt in het geval dat deze rol een leveranciersrelatie heeft. Dit gegeven is ook beschreven in paragraaf 2.1. Voor het Netwerkmodel betekent dit bijvoorbeeld dat er meerdere CPO's zijn waaruit een Laadaanbieder kan kiezen, dat een CPO met meerdere Service Providers interoperabiliteit kan/moet organiseren en dat de E-rijder de keuze heeft uit meerdere Service Providers om te kunnen laden.

Een rol kan worden ingevuld door **meerdere typen partijen**, bijv. een organisatie die al dan niet een bestaande relatie heeft in de mobiliteits- of energiesector, zoals een laaddienstverlener, een overheidsorganisatie, een netbeheerder, een energieleverancier of een auto-importeur.

7.1.4.1 Waardeketen Netwerkmodel

We vertrekken van een vereenvoudigde weergave van het Netwerkmodel uit het schema in paragraaf 2.4.2 “Netwerkmodel” (figuur xxx). Het schema toont:

- > De primaire rollen in de waardeketen met blauwe kaders;
- > De relaties tussen de rollen die relevant zijn voor het laadmarktmodel met oranje lijnen. Met pijlen is de financiële relatie aangegeven. In het geval van stippelijnen zijn meerdere relaties mogelijk, en zijn de opties met een letter aangegeven.



Primaire rollen en relaties in het Netwerkmodel.

E-rijder, Service Provider, Charge Point Operator en locatiehouder

De E-rijder is als rol een abstractie van de gebruiker (de persoon met het authenticatiemiddel) of klant (vlootbeheerder, leasemaatschappij, auto-eigenaar) van de Laaddienst. De E-rijder heeft een klant-leverancierrelatie met de Service Provider, die op haar beurt diensten levert aan de E-rijder en daarvoor wordt vergoed.

De Service Provider levert laad-, mobiliteits- en/of energiediensten aan op meerdere laadnetwerken. Hiervoor heeft de Service Provider een tweezijdige relatie met de CPO: de Service Provider heeft de CPO('s) nodig om toegang te geven tot (delen) van zijn laadnetwerk; de CPO heeft de Service Provider(s) nodig om verbruik te realiseren. Aangezien de Service Provider de relatie met de eindklant heeft, vergoed de Service Provider de CPO'(s) voor de laaddienstverlening.

De Charge Point Operator levert en exploiteert (in de breedste zin van het woord) Laadpunten in een of meerdere netwerken voor locatiehouders. De CPO heeft een tweezijdige of klant-leverancierrelatie met de locatiehouder:

- (a) In bepaalde gevallen kan de CPO betaald worden door de locatiehouder (bijvoorbeeld (1) indien de laadvoorziening toegevoegde waarde voor de locatie biedt en de locatiehouder meer inkomsten heeft dankzij de laadvoorziening, (2) indien de locatiehouder co-financiert in de investering van de laadinfrastructuur, en daarmee aanvullende eisen oplegt of (3) indien de locatiehouder de laadinfrastructuur aanschaft en zelf volledige sturing wilt over de geboden functionaliteit en tarieven);
- (b) In bepaalde gevallen kan de CPO de locatiehouder betalen voor het gastgebruik (bijvoorbeeld (1) indien de locatiehouder een (concessie)vergoeding vraagt of (2) indien de locatiehouder de metaansluiting heeft en voor het energieverbruik vergoed wordt).

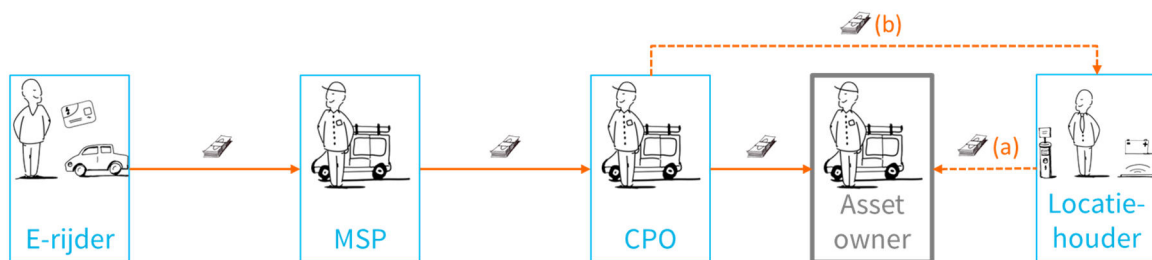
De locatiehouder (*site owner*) is een abstractie van de terreineigenaar, gebouwbeheerder, parkeerexploitant of concessienemer van het terrein. De locatiehouder biedt de fysieke locatie aan waarop het elektrisch voertuig kan parkeren tijdens het laadproces.

De term “Laadaanbieder” laten we in dit hoofdstuk achterwege, aangezien de Laadaanbieder, afhankelijk van de constellatie de CPO of de locatiehouder kan zijn.

Asset owner

De waardeketen kan worden uitgebreid met een nieuwe rol, de *asset owner*, de investeerder of eigenaar van het Laadpunt (zie onderstaande figuur). Deze rol kan in de praktijk door de CPO-partij, de locatiehouderpartij of een derde partij worden vervuld. In het laatste geval zijn er voorbeelden waarbij een private laaddienstverlener de rol van CPO heeft, de netbeheerder of bovenlokale overheid de rol van asset owner en de gemeente de rol van locatiehouder.

De asset owner en locatiehouder bepalen, in functie van het marktaanbod, de functionele eisen van de Laadpunten en laadtarieven. De asset owner is in het grijs weergegeven in onderstaande figuur.



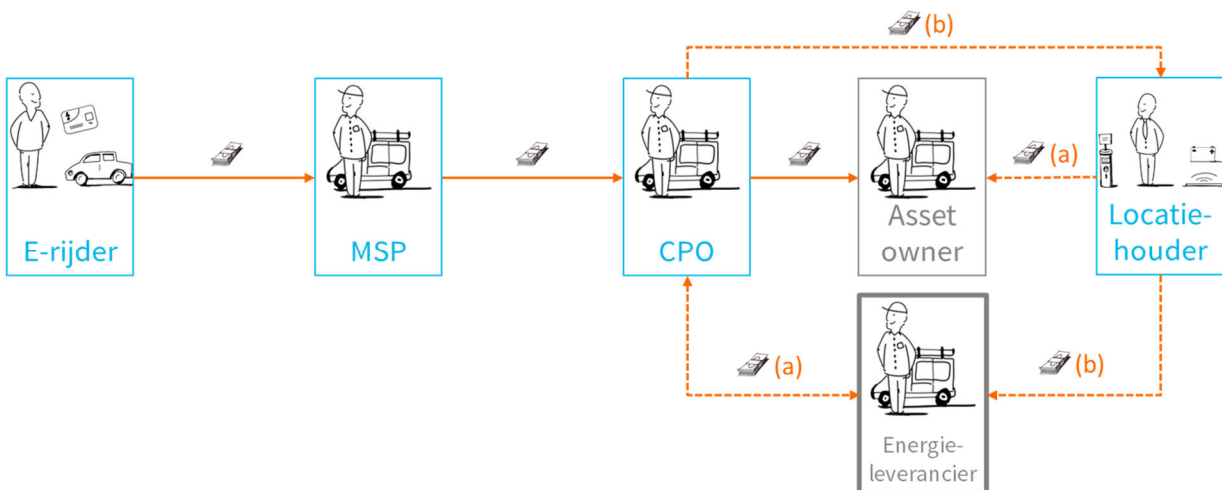
Nieuwe rol in het Netwerkmodel: de asset owner.

De asset owner heeft een interne, tweezijdige of klant-leverancierrelatie met de locatiehouder, waarbij de locatiehouder toestemming geeft aan de asset owner om een Laadpunt te exploiteren op het terrein. De asset owner heeft een klant-leverancierrelatie met de CPO, aangezien de CPO het Laadpunt van de asset-owner exploiteert. De relaties (a) en (b) zijn eerder beschreven.

Energieleverancier en netaansluiting (netbeheerder)

De energieleverancier levert elektriciteit ten behoeve van de laaddienstverlening. Er zijn twee mogelijke situaties (die ook al eerder kort zijn beschreven):

- (a) De locatiehouder heeft de netaansluiting en daarmee ook de klant-leverancierrelatie met de energieleverancier. De locatiehouder wordt door de CPO vergoed voor de geladen energie. Deze vergoeding komt ten goede van de energieleverancier
- (b) De CPO heeft de netaansluiting en daarmee ook de relatie met energieleverancier. Afhankelijk van het business model van de CPO heeft de CPO een klant-leverancierrelatie of tweezijdige relatie met de energieleverancier. Wanneer de energieleverancier louter energie voorziet betaalt de CPO voor de energie. De CPO kan de Laadpunten ook inzetten op de handelsmarkt voor elektriciteit of als flexibele asset in de onbalansmarkt. Aangezien de CPO de vraag kan sturen (Demand Response, een van de mogelijkheden van *smart charging*) kan de CPO ook vergoed worden door de elektriciteitsleverancier.



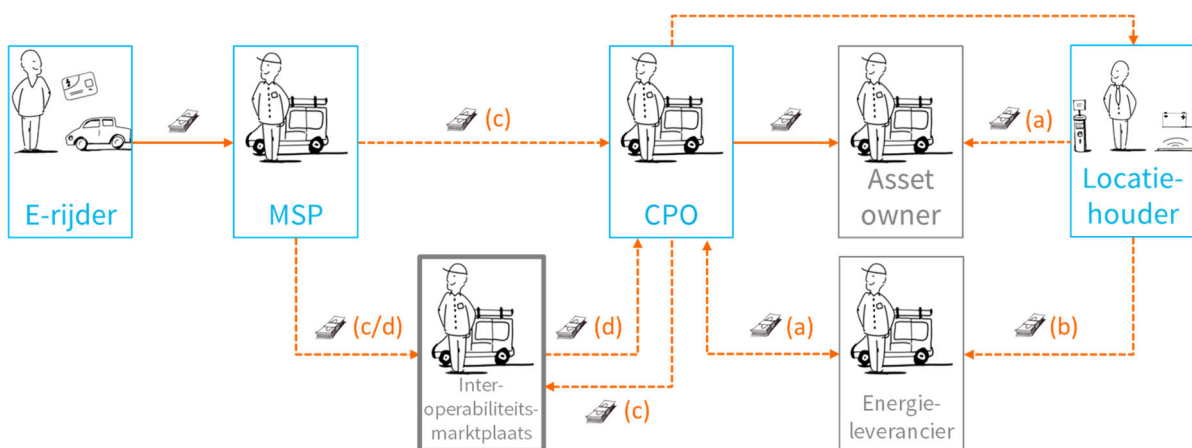
Nieuwe rol in het Netwerkmodel: de energieleverancier.

Interoperabiliteitsmarktplaats

De interoperabiliteit tussen de Service Provider en CPO is tweeledig (zie paragraaf 3.2). De interoperabiliteit kan voor (een van de) niveaus centraal of decentraal georganiseerd worden. Bij centrale interoperabiliteit wordt beroep gedaan op interoperabiliteitsmarktplaatsen (IOM).

Aangezien een Service Provider of CPO zich bij meerdere IOM's kan aansluiten gaat het hier ook over een *rol*. Deze rol levert diensten ten behoeve van de interoperabiliteit en kan op meerdere niveaus toegevoegde waarde leveren:

- › **Operationele vereenvoudiging:** organiseren van technisch-operationele interoperabiliteit en financieel;-commerciële procedures, bijvoorbeeld via een centraal registerer/databank;
- › **Clearinghouse:** administratie van transacties, bijhouden van margeverplichtingen en leveren van boekhoudkundige stukken van partij A na betaling door partij B.
- › **Centrale counterparty:** beperken van settlementrisico: garantie op kasstromen van Service Provider naar CPO;
- › **Commerciële hefboom:** toegang tot meerdere netwerken (voor de Service Provider) of klantengroepen (voor de CPO) via één partij.



Nieuwe rol in het Netwerkmodel: de interoperabiliteitsmarktplaats.

De primaire geldstromen verschillen in functie van de toegevoegde waarde van de IOM (zie bovenstaande figuur):

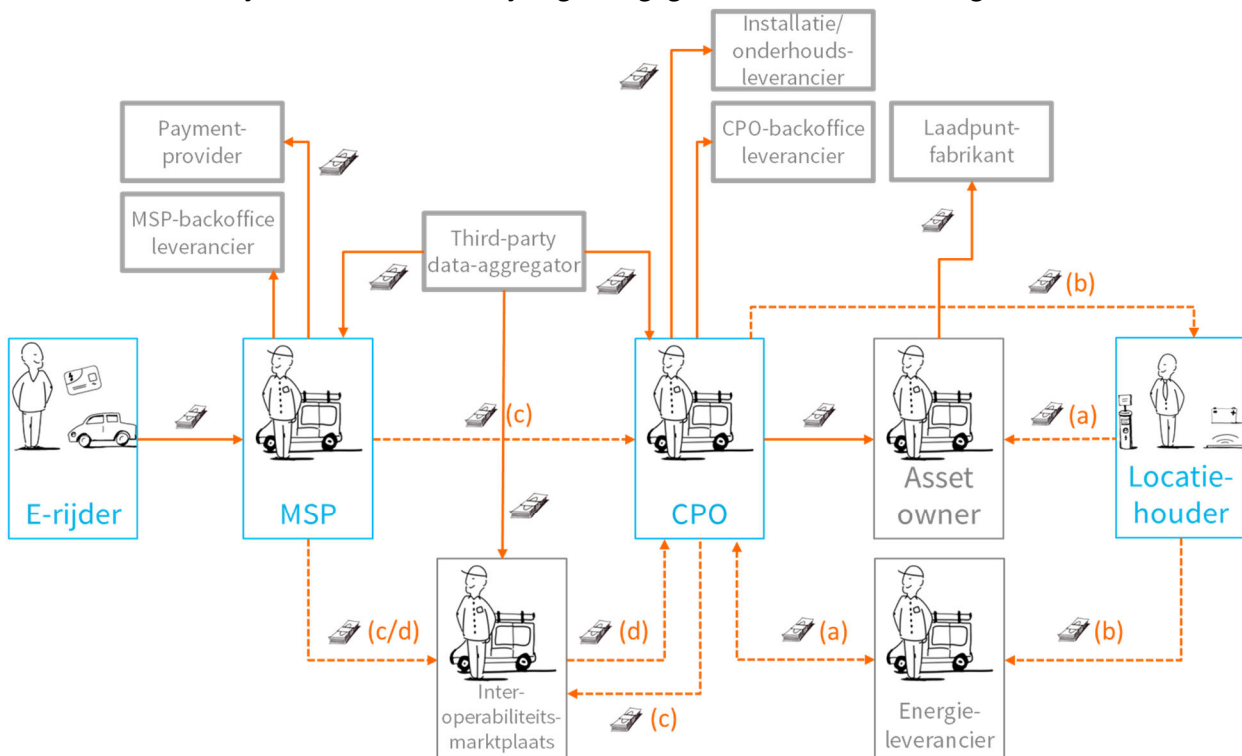
- (c) De IOM is ondersteunend: de geldstromen verlopen primair tussen de Service Provider en de CPO. De Service Provider en CPO ondersteunen de IOM;
- (d) De IOM is volwaardig onderdeel van de waardeketen: de geldstromen tussen de Service Provider en de CPO verlopen via de IOM.

Tertiaire, ondersteunende rollen

Het Laadmarktmodel kan worden uitgebreid met meerdere leveranciers of onderaannemers. Dit zijn tertiaire (*third party*) rollen in het Laadmarktmodel. Enkele voorbeelden zijn:

- > MSP- en/of CPO-backoffice leverancier: ondersteunt de Service Provider of CPO in de automatisering;
- > Paymentprovider: ondersteunt de service provider of CPO voor additionele betaaldiensten;
- > Third-party data-aggregator: aggregereert laadpuntendata ten behoeve van GIS-systemen voor eindgebruikers (kaarten- en GPS-leveranciers, autoconstructeurs, ...);
- > Installatiebureaus: installeert en onderhoudt de Laadpunten van CPO's;
- > Laadpuntfabrikant: levert het Laadpunt en upgradet de hard- of software.

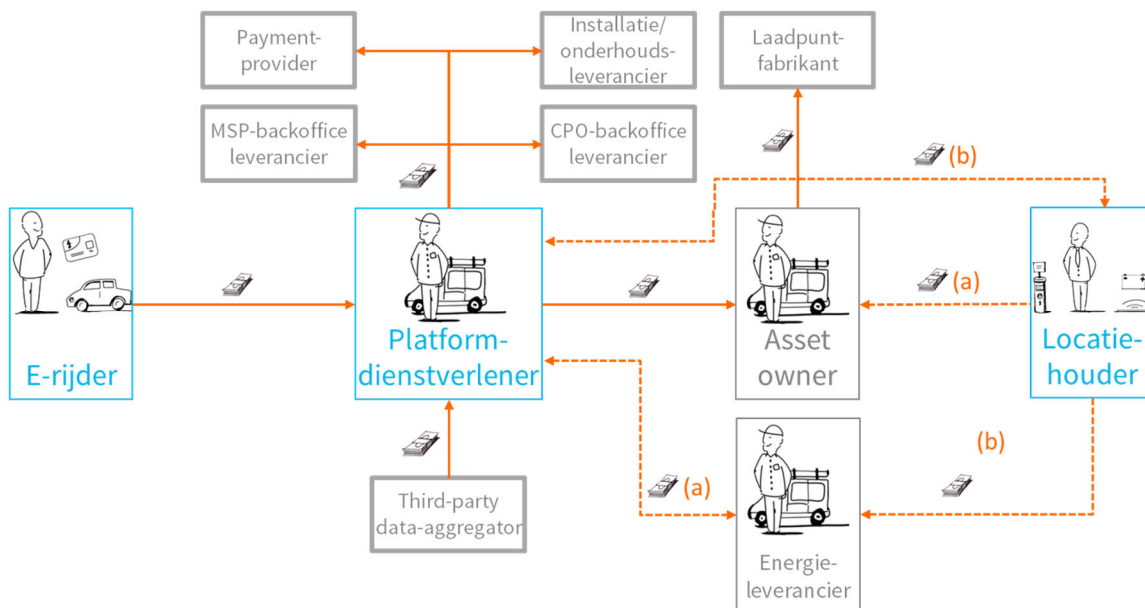
De tertiaire rollen zijn met een dikke omlijning weergegeven in onderstaande figuur.



Tertiaire rollen in het Netwerkmodel.

7.1.4.2 Waardeketen Platformmodel

De waardeketen van het Platformmodel komt overeen met de waardeketen van het Netwerkmodel, met dat verschil dat de rollen van Service Provider en CPO gecombineerd zijn in de rol van Platformdienstverlener.



Alle rollen in het Platformmodel.

De platformdienstverlener heeft een centrale rol in het Platformmodel. In zijn deelrol als Service Provider voorziet de Platformdienstverlener vooral diensten aan de e-rijder zoals betalingsmogelijkheden, ondersteuning bij het laden en informatie over het laadnetwerk. In zijn deelrol als CPO levert en exploiteert de Platformdienstverlener Laadpunten in een of meerdere netwerken voor locatiehouders.

Een Platformdienstverlener *kan* interoperabel zijn met andere Service Providers en CPO's. We gaan daar in deze studie niet van uit. Het effect is dat ten opzichte van het Netwerkmodel de interoperabiliteitsmarktplaats als rol uit de waardeketen verdwijnt. De interoperabiliteit wordt via een intern backoffice georganiseerd.

Voor de toelichting van de andere verschillende primaire, secundaire en tertiaire rollen wordt verwezen naar de waardeketen van het Netwerkmodel (paragraaf 3.1.4.1).

7.2 Beheer en organisatie

7.2.1 Taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden

De taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van de rollen in het Laadmarktmodel zijn vandaag niet in een algemeen kader vastgelegd. Partijen maken hier bilateraal afspraken over. In deze studie wordt daarom ter indicatie een overzicht van de taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van de primaire en secundaire opgesteld, in het kader van het Laadmarktmodel.

| Rol | Taken | Verantwoordelijkheden | Bevoegdheden |
|-------------------------------------|--|---|----------------------------------|
| Rollen in platform- en netwerkmodel | | | |
| E-rijder | <ul style="list-style-type: none"> > Connecteert wagen met laadpunt > (De)activeert laadsessie met activatiemiddel | Voorziet laadkabel | |
| Locatiehouder | <ul style="list-style-type: none"> > Biedt parkeerplaats aan om te laden > Organiseert handhaving op parkeren door ladende elektrische voertuigen > Biedt lokale activiteiten aan | <ul style="list-style-type: none"> > Niet-discriminatoire, open toegang tot laadpunt > Deugdelijke, veilige omgeving om te parkeren | Kan toegang tot laadpunt ontzien |
| Asset owner | <ul style="list-style-type: none"> > Investeert in laadpunt > Bepaalt (meestal) de laadprijs | Garandeert veilige infrastructuur die voldoet aan bep. standaarden | |
| Energieleverancier | <ul style="list-style-type: none"> > Voorziet klanten van energie > Duidt evenwichtsverantwoordelijke aan > Informeert DNB over de toegangspunten waaraan hij levert, wenst te leveren of stopt met leveren > Verwerkt informatie van de distributienetbeheerder voor facturatie > Factureert aan klanten > Levert extra (energie)diensten | Hoge 'uptime' energievoorziening | |
| Rollen in het platformmodel | | | |

| | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|
| Platformdienstverlener | <ul style="list-style-type: none"> > Voorziet activatiemiddelen > (Organiseert) aanbod van betaalmethodes voor e-rijder > Biedt via GIS data over laadpunten aan > Exploiteert laadpunt (energiebeheer, toegankelijkheid, asset mgt, laadpuntfirmware beheer, ...) > Monitort laadpunt (status, beveiliging) > (Organiseert) installatie laadpunt > (Organiseert) elektriciteitslevering of energiediensten aan e-rijder > (Organiseert) onderhoud en reparaties laadpunt | <ul style="list-style-type: none"> > Maximale uptime laadpunt | <ul style="list-style-type: none"> > Heeft controle over laadsessie en slim laden > Kan data uitwisselen met netbeheerder over laadvermogen |
| Rollen in het netwerkmodel | | | |
| MSP | <ul style="list-style-type: none"> > Biedt uniforme tariefformules aan e-rijder aan > Voorziet activatiemiddelen > (Organiseert) aanbod van betaalmethodes voor e-rijder > Biedt via GIS data over laadpunten aan | <ul style="list-style-type: none"> > Toegang tot maximaal aantal laadpunten(netwerken) | <ul style="list-style-type: none"> > Heeft controle over laadsessie en slim laden |
| CPO | <ul style="list-style-type: none"> > Exploiteert laadpunt (energiebeheer, toegankelijkheid, asset mgt, laadpuntfirmware beheer, interoperabiliteit, ...) > Monitort laadpunt (status, beveiliging) > (Organiseert) installatie laadpunt > (Organiseert) elektriciteitslevering of energiediensten aan e-rijder > (Organiseert) onderhoud en reparaties laadpunt | <ul style="list-style-type: none"> > Maximale uptime laadpunt > Interoperabele toegang tot laadpunt | <ul style="list-style-type: none"> > Kan data uitwisselen met netbeheerder over laadvermogen |
| Interoperabiliteits- marktplaats | <ul style="list-style-type: none"> > Handelt technische en financiële clearing & settlement tussen CPO's en MSP's af > Dekkt het settlementrisico afdekt (= clearing house) | <ul style="list-style-type: none"> > Interoperabiliteit tussen CPO's en MSP's | |

7.2.2 Regel- wetgeving

Het laadmarktmodel raakt aan het energiemarktmodel (zie paragraaf 2.2.3). Elektriciteitslevering valt binnen het gereguleerd domein met BRUGEL als regulator in het Brussels Gewest. Het laadmarktmodel en de bestaande afsprakenstelsels tussen Service Providers en CPO's vallen buiten het gereguleerde domein.

Ter info: in Vlaanderen heeft de VREG in mededeling 2011/5 een uitzonderingspositie voorzien voor CPO's om stroom te verkopen zonder leveringsvergunning, aangezien Laaddienstverlening kadert in een bredere dienstverlening dan louter stroomverkoop. Zie:

<http://www.vreg.be/sites/default/files/document/communications/mede-2011-5.pdf> .

7.2.3 Contracting en verrekening (netwerkmodel)

7.2.3.1 Interoperabiliteit

Voor een goede werking van het Laadmarktmodel is interoperabiliteit tussen de Service Provider en CPO vereist. De interoperabiliteit is tweeledig:

1. **Technisch-operationele interoperabiliteit:** interoperabiliteit die het mogelijk maakt dat de E-rijder de wagen kan opladen. Dit behelst meerdere aspecten:
 - **Realtime informatie op afstand:** de E-rijder vraagt via een applicatie van de Service Provider informatie op over mogelijke Laadpunten (geo-informatie, status (vrij/bezet/defect), lokale diensten, prijs). De Service Provider vraagt informatie op bij de CPO en koppelt deze terug. Het is ook mogelijk dat de E-rijder een Laadpunt op voorhand wilt reserveren – bijvoorbeeld 15 minuten op voorhand, zodat er een garantie is op een laadlocatie;
 - **Authenticatie en (de)activatie:** de E-rijder authenticiseert zich aan het Laadpunt. De back-office van de CPO registreert de authenticatie en stemt met (meerdere) Service Provider(s) af of de E-rijder is geregistreerd. Eén service provider geeft goedkeuring tot opladen, en de back-office van de CPO geeft door aan het Laadpunt dat de Laadtransactie kan starten;
 - **Smart charging:** de CPO is in de mogelijkheid om het laadvermogen tijdens het opladen te beïnvloeden – al dan niet in afstemming met het energiemanagementsysteem van de Locatiehouder, netbeheerder (zie later) en de backoffice van de Service Provider. Hiervoor kan informatie en/of sturing benodigd zijn via de Service Provider;
 - **Realtime informatie-uitwisseling tijdens laden:** tijdens het opladen kan de laadstatus (vermogen, geladen energie laadtijd, prijs...) worden uitgewisseld tussen CPO, Service Provider en E-rijder;
 - **Gegevensuitwisseling na laadtransactie:** de laadtransacties dienen te worden vastgelegd door de CPO. Dit gebeurt middels *Charge Detail Records* (CDR). Deze CDR's dienen primair voor verrekening met de Service Provider. De CDR's bevatten informatie over de identificatie van de E-rijder, informatie over het Laadpunt (identificatie, geo-informatie), datum en tijd, geladen energie en laadtijd;
 - **Financiële administratie:** op basis van de CDR's verrekent de CPO de Laadtransacties met alle gecontracteerde Service Providers. Gezien de stijgende volumes qua aantal transacties wordt deze interoperabiliteit in de praktijk meer en meer geautomatiseerd (bijv. , gaande van facturering, domiciliëring.
2. **Financieel-commerciële procedures:** de samenwerking tussen Service Provider en CPO worden contractueel bepaald (zie ook paragraaf 3.2.3.2). In het contract wordt onder andere:
 - Procedures voor de verrekening van de Laadtransacties vastgelegd;
 - Afspraken over clearing en settlement (zie volgende alinea) gemaakt;

- Commerciële vergoedingen bepaald.

De interoperabiliteit tussen Service Provider en CPO kan centraal (zie paragraaf 3.1.4.1) of decentraal georganiseerd worden. De interfaces en protocollen waarmee deze interoperabiliteit wordt gerealiseerd wordt toegelicht in paragraaf 3.3.2. De invulling van de interoperabiliteit in de praktijk wordt toegelicht in paragraaf 3.2.3.3.

7.2.3.2 Contracting

Het afsprakenstelsel wordt in de praktijk bilateraal vastgelegd tussen de Service Provider en de CPO. In sommige gevallen is er een basisset van afspraken gemaakt, zoals bijvoorbeeld bij eViolin. eVilion is een in Nederland gevestigde vereniging van Service Providers en CPO's, die het Centraal Interoperabiliteitsregister beheert (zie volgende paragraaf).

Ter indicatie een overzicht van mogelijke afspraken:

- › Procesafspraken rond de uitgifte van laadpassen;
- › Procesafspraken en timing voor het registreren van laadpassen en het activeren van passen op de juiste laadpunten in een centraal systeem of interoperabiliteitsmarktplaats;
- › Procedures, het te gebruiken formaat, specifieke vulling en timing voor uitwisseling van Charge Detail Records ten behoeve van verrekening;
- › Vastleggen mate van weerlegbaarheid;
- › Vastleggen privacyaspecten;
- › Aanbevolen service levels.

7.2.3.3 Verrekening

Voor de verrekening van laadtransacties gebruiken Service Providers en CPO's in de Benelux meerdere opties (in volgorde van effectieve toepassing in de praktijk in 2016):

- › **Centraal Interoperabiliteitsregister** of CIR (centrale interoperabiliteit): dit register wordt beheerd door eViolin, een Nederlandse vereniging van Service Providers en CPO's. De uitwisseling van Charge Detail Records gebeurt op basis van een centraal register met de ID's van de laadpassen. Partijen die aangesloten zijn bij het CIR moeten voor de commerciële interoperabiliteit bilateraal afspraken maken;
- › **Open Charge Point Interface** of OCPI (decentrale interoperabiliteit): peer to peer interface die zowel technische als commerciële interoperabiliteit biedt. De interface laat toe om tussen Service Providers en CPO's real-time laadgegevens uit te wisselen en dagelijks te verrekenen (zie paragraaf 3.3.2.3). De belangrijkste driver voor decentrale verrekening met OCPI is het verhogen van de periodiciteit van kasstromen (dagelijks i.p.v. maandelijks verrekenen) en het verlagen van de operationele kosten tussen Service Providers en CPO's;
- › **Interoperabiliteitsmarktplaatsen** (centrale interoperabiliteit): E-clearing.net, Hubject, Girève en MOBI-E zijn internationale platformen en clearing houses die al dan niet een combinatie aanbieden van technisch-operationele interoperabiliteit en commerciële interoperabiliteit.

7.3 Infrastructuur

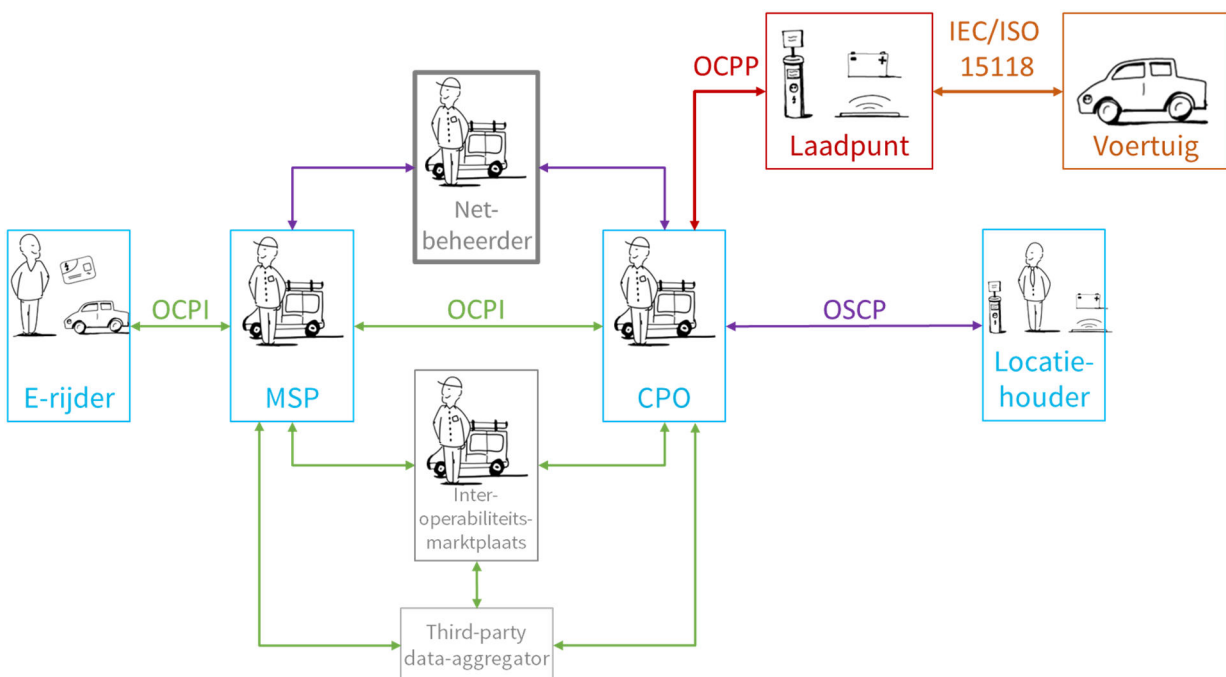
In het afsprakenstelsel van een marktmodel is het noodzakelijk om afspraken te maken over infrastructuur. Voor het laadmarktmodel betekent dit met name afspraken over:

- › Laadpunten: afspraken over veiligheid, stekkers en stopcontacten en functionele eisen rond authenticatie en interfaces om te interacteren met de E-rijder;
- › Hard- en softwarematige protocollen en interfaces die zorgen dat de hard- en software van de verschillende rollen in de waardeketen met elkaar kunnen communiceren en interacteren.

De benodigde infrastructuur voor Laaddienstverlening in het Platform- en Netwerkmodel is min of meer gelijk:

- › Voor de hardware is er geen verschil;
- › Voor de software is er geen interoperabiliteitsfunctionaliteit vereist in de back-end van de Platformdienstverlener.

We geven hieronder de laadmarktwaardeketen op infrastructuurniveau schematisch weer. Als voorbeeld is het Netwerkmodel gebruikt.



Waardeketen op infrastructuurniveau (voorbeeld: Netwerkmodel)

7.3.1 Laadpunt

Het Laadpunt (internationaal aangeduid als *charge point* of “CP”) functioneert qua hardware als *brug* tussen het elektriciteitsnet en het elektrisch voertuig, en omvat de voornaamste fysieke hardware in het laadmarktmodel. Het Laadpunt heeft verschillende eigenschappen die toelaten dat het laadproces veilig en gecontroleerd verloopt:

- › Veiligheid voor de gebruiker van het voertuig op vlak van elektriciteit;

- › Controle over het laadproces, waarbij de elektrische wagen aan het Laadpunt via een protocol communiceert over het laadvermogen, om de batterij gecontroleerd op te laden.
- › Sturing en monitoring op afstand, door de koppeling met een back-office (CPO back-office).

Alle gangbare voertuigen (personenvoertuigen en utilitaire voertuigen uit de M1 en N1 klasse) worden met een vaste kabel opgeladen¹⁷. Een Laadpunt bestaat op hoofdlijnen uit zes types componenten, zijnde: stopcontacten, EVSE-componenten, een controller, authenticatiesensoren of -interfaces, een meter en netaansluiting. De Controller, authenticatiesensoren of -interfaces en EVSE-componenten worden bestuurd door de platformdienstverlener (Platformmodel) of CPO (Netwerkmodel). De meter en netaansluiting zijn de verantwoordelijkheid van de distributienetbeheerder. We beschrijven de componenten hieronder.

7.3.1.1 Stopcontacten

Een Laadpunt voor het publieke domein heeft typisch¹⁸ twee stopcontacten (internationaal aangeduid als *sockets*). De stopcontacten zijn voor AC-laden Europees gestandaardiseerd middels de Type 2 stekker (VDE-AR-E 2623-2-2 steller, vastgelegd in de IEC 62196-2 standaard). Deze fysieke aansluiting laat toe om alle gangbare elektrische voertuigen via een laadkabel met het Laadpunt te verbinden. Het Type 2 stopcontact heeft de volgende voor deze analyse relevante eigenschappen:

- › De Type 2 stekker kan vergrendeld worden tijdens het laden, zodat het laadproces niet kan worden beëindigd, zonder tussenkomst van de E-rijder (of van de CPO op afstand);
- › De Type 2 stekker bevat meerdere kanalen, waaronder 3 fasen, een nulleider en aarding en twee communicatiekanalen;
- › Via de Type 2 stekker kan maximaal aan 44 kilowatt (400 Volt, 64 Ampère) worden geladen.

7.3.1.2 EVSE-componenten

Ieder stopcontact in een Laadpunt wordt aangestuurd door een aparte EVSE (Electric Vehicle Supply Equipment). Deze component verzorgt de communicatie tussen het voertuig en het laadpunt, en controleert – in communicatie met het elektrisch voertuig – het laadvermogen. Via twee-weg communicatie (MODE 3 laden, zie paragraaf xxx) wordt bepaald aan welke spanning wordt geladen en welke stroomsterkte, zodat het laadvermogen binnen de grenzen van het Laadpunt en (de batterij van) het elektrisch voertuig blijft. De EVSE zorgt er ook voor dat het voertuig pas geladen wordt, zodra er een fysieke connectie is met het voertuig. De EVSE bevat ook een meter, zodat per stopcontact kan worden vastgesteld hoeveel energie per Laadsessie wordt verbruikt.

7.3.1.3 Controller

De EVSE componenten worden aangestuurd door een centrale controller. De controller is een computer die het Laadpunt in alle facetten bestuurt. De laadstromen passeren niet via de controller. De controller voorziet in de volgende (niet-limitatieve) functionaliteiten:

- › Communicatie met één of meerdere authenticatiesensoren of -interfaces, zodat E-rijders zich kunnen authenticeren.

¹⁷ Een overgrote meerderheid van laadpaalfabrikanten biedt Laadpunten aan die elektrische auto's met een vaste kabelverbinding (conductief) kunnen laden. Er bestaan ook Laadpunten die draadloos (inductief) kunnen laden. Deze Laadpunten worden toegepast bij consumentenvoertuigen in pilotprojecten en nichetoepassingen, zoals elektrische bussen.

¹⁸

- › Aansturen van feedback aan gebruikers tijdens het laden, bijvoorbeeld over de status via LED's, via een matrix-scherm of een (O)LED beeldscherm.
- › Communicatie met de CPO-back-end via Wi-Fi, ethernet en/of een mobiele data-verbinding.
- › Inlezen van energiemetingen.
- › Aansturen van de EVSE-componenten: activeren en deactiveren, het sturen van laadvermogen, het vergrendelen en ontgrendelen van het Type 2 stopcontact, ...
- › Het bijhouden van een lokale database met 'approved' identificatiesleutels, zodat gebruikers niet hoeven te 'wachten' op de goedkeuring van een interoperabiliteitsmarktplaats om te starten met laden.
- › *Smart Charging* intelligentie: de mogelijkheid om het laadvermogen te verdelen over de verschillende EVSE's, bijvoorbeeld in functie van de geconnecteerde voertuigen¹⁹, of een extern sturingsmechanisme.

7.3.1.4 Authenticatiesensoren en -interfaces

Een Laadpunt bevat één of meerdere authenticatiesensoren en -interfaces (internationaal aangeduid als *human interface devices*). De meeste Laadpunten in de Benelux zijn voorzien van een RFID-lezer. Sommige Laadpunten worden uitgerust met een NFC-reader, zodat rechtstreeks draadloos betalen met een smartphone aangeboden kan worden. Voor AC-laadinfrastructuur worden touchscreens en bankterminals vaak vermeden, omdat deze te zwaar doorwegen in de investering van een Laadpunt, en daarmee de business case onder druk zetten.

7.3.1.5 Meter en netaansluiting

De meter en netaansluiting zijn twee componenten die worden voorzien door de distributienetbeheerder. In functie van de grootte van het meterbord worden de meter en netaansluiting binnen of buiten het fysieke Laadpunt geïntegreerd. De meter dient als instrument om het totale energieverbruik van het Laadpunt te verrekenen met de elektriciteitsleverancier. Dit energieverbruik is de som van het verbruik van de laadstromen via de EVSE-componenten, de controller en andere verbruikers.

7.3.2 Protocollen en interfaces

In de laadmarktwaardeketen worden verschillende protocollen en interfaces gehanteerd, om de verschillende infrastructuren technisch en organisatorisch te verbinden:

- › Protocollen zijn een set van regels en afspraken voor de representatie van data, signalering, authenticatie en foutdetectie, nodig voor het verzenden van informatie over een communicatiemedium. Het gaat met andere woorden over een sjabloon volgens dewelke informatie tussen verschillende infrastructuren wordt versturen.
- › Interfaces zijn een intermediair waarmee twee systemen met elkaar kunnen communiceren. Een interface zet informatie van het ene systeem om in begrijpelijke en herkenbare informatie van een ander systeem. Een API (Application Programming Interface) definieert de interface tussen twee systemen.

¹⁹ Wanneer twee voertuigen met een verschillend laadvermogen aan één Laadpunt opladen, maximaliseert de controller het laadvermogen voor ieder voertuig.

In de inleiding van dit hoofdstuk werden de gehanteerde protocollen en interfaces reeds schematisch weergegeven. We beschrijven de huidig toegepaste protocollen en interfaces in de laadmarktwaardeketen bondig.

7.3.2.1 Tussen voertuig en Laadpunt: IEC 61851 en ISO 15118

De connectie tussen het voertuig en Laadpunt zijn vastgelegd in twee standaarden:

IEC 61851 protocol

IEC 61851 beschrijft het protocol dat unidirectionele overdracht van energie van een Laadpunt naar een elektrisch voertuig mogelijk maakt. De standaard beschrijft de verschillende laadmodi, waarvan Mode 3 en Mode 4 laden de meest gebruikte modi zijn:

- › Mode 3 laden voor AC-laadinfrastructuur: een actieve verbinding tussen voertuig en Laadpunt: zie paragraaf **3.3.1.2 EVSE**;
- › Mode 4 laden voor DC-laadinfrastructuur: een actieve verbinding tussen voertuig en snellaadpunt (600 Volt tot 400A stroomsterkte).

Aan de IEC 61851 standaard worden nog steeds elementen toegevoegd, aangezien er meer nieuwe toepassingen en functionaliteiten tussen voertuig en Laadpunt worden gevraagd.

ISO 15118 interface

ISO 15118 beschrijft de algemene kenmerken en use cases voor een interface voor IP-gebaseerd bidirectioneel laden, met een focus op *vehicle 2 grid*: de overdracht van energie van een elektrisch voertuig naar een Laadpunt. De standaard beschrijft meer bepaald de communicatie tussen de EVCC (Electric Vehicle Communication Controller) van het elektrisch voertuig en de SECC (Supply Equipment Communication Controller) van de EVSE-component in het Laadpunt, waaronder autorisatie en smart charging.

7.3.2.2 Tussen Laadpunt en CPO / platformdienstverlener: OCPP

OCPP (Open Charge Point Protocol) is een open communicatieprotocol tussen EVSE en de back-end van de Charge Point Operator (of Platformdienstverlener). Het protocol is continu in ontwikkeling, en er zijn reeds verschillende versies vastgelegd. Versie 1.5 is de meest ondersteunde versie van het protocol door de markt. Versie 2.0 is een meer geavanceerde ontwikkeling van OCPP en beschrijft mogelijkheden tot *smart charging*. OCPP wordt beheerd en geüpdatet door de Open Charge Alliance.

OCPP is gebaseerd op het SOAP (Simple Object Access Protocol)-framework, waarbij de informatieberichten zijn opgemaakt in XML (Extensible Markup Language). OCPP v1.5 beschrijft 25 activiteiten:

- › 10 activiteiten, geïnitieerd door het Laadpunt: *Authorize, Boot Notification, Data Transfer, Diagnostics Status Notification, Firmware Status Notification, Heartbeat, Meter Values, Start Transaction, Status Notification en Stop Transaction*;
- › 15 activiteiten, geïnitieerd door het CPO back-office: *Cancel Reservation, Change Availability, Change Configuration, Clear Cache, Data Transfer, Get Configuration, Get Diagnostics, Get Local List Version, Remote Start Transaction, Remote Stop Transaction, Reserve Now, Reset, Send Local List, Unlock Connector en Update Firmware*.

7.3.2.3 Tussen CPO (platformdienstverlener) en Service Provider, interoperabiliteitsmarktplaats of andere third party dienstverleners: OCPI

OCPI (Open Charge Point Interface) is een open communicatie-interface in CPO-back-offices die toelaat om met meerdere rollen informatie uit te wisselen. OCPI is ontwikkeld door een consortium van Nederlandse, Belgische en Duitse laaddienstverleners om bilateraal (peer 2 peer) interoperabiliteit mogelijk te maken, zodanig dat er geen (kosten voor) tussenpartijen, zoals interoperabiliteitsmarktplaatsen, meer nodig zijn. De interface is *open source* beschikbaar op Github²⁰ en wordt voorlopig ontwikkeld met financiering van NKL Nederland²¹.

Afhankelijk van de rol van de partij met wie de interface wordt opgezet kunnen meerdere typen data uitgewisseld worden of activiteiten worden geïnitieerd:

- › Uitwisselen en updaten van laadpuntinformatie zoals locaties, beschikbaarheid, actuele prijsinformatie;
- › Voorzien van bilaterale roaming, real-time facturatie en mobiele toegang tot laadpunten;
- › Ondersteunen van verschillende aspecten van *smart charging*, zoals *priority charging*, gestuurd laden, energiebronkeuze en reservatie.

7.3.2.4 Tussen interoperabiliteitsmarktplaats en CPO, Service Provider of Platformdienstverlener: OCHP

OCHP (Open Clearing House Protocol) is een open communicatie-interface die toelaat om CPO's, Service Providers of platformdienstverleners) interoperabel te maken met andere CPO's, Service Providers of platformdienstverleners. De interface is open source en is, net als OCPP, gebaseerd op het SOAP-framework. De beschrijving van de interface wordt beheerd en geüpdatet door een consortium van Nederlandse, Belgische en Duitse laaddienstverleners²². Net als OCPP is OCHP continu in ontwikkeling en zijn er meerdere versies vastgelegd.

7.3.2.5 Tussen distributienetbeheerder en CPO, Service Provider of Platformdienstverlener OSCP

OSCP (Open Smart Charging Protocol) is een open informatieprotocol voor communicatie tussen de CPO, Service Provider of Platformdienstverlener en het energiemanagementsysteem van de Laadaanbieder en de netbeheerder. Via OSCP kan informatie over een voorspelling (*forecast*) van de beschikbare capaciteit worden doorgegeven met als doel om het lokale (distributie)net niet te zwaar te belasten. Zo kan de Service Provider bijvoorbeeld laadprofielen opstellen binnen de beschikbare netcapaciteit, op basis van de via OSCP voorziene informatie van de CPO of distributienetbeheerder.

Het OSCP-protocol wordt beheerd en geüpdatet door de Open Charge Alliance (net als OCPP). Standaardisatie van OSCP is nog lopend. In een pilootproject met OSCP is aangetoond dat na optimalisatie acht keer meer Laadpunten mogelijk zijn om een zelfde netaansluiting, wanneer OSCP wordt toegepast.

OpenADR

²⁰ OCPI Github, <https://github.com/ocpi>.

²¹ Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur, <http://nklnederland.nl/>.

²² OCHP, <http://www.ochp.eu/>.

OpenADR (Open Automated Demand Response) is een alliantie van marktpartijen die verschillende standaarden ontwikkelen rond vraaggestuurd energiebeheer. OpenADR verkent momenteel samenwerkingen met internationale laaddienstverleners en netbeheerders om haar standaarden rond Demand Response in te zetten in de e-mobility waardeketen. De status is met andere woorden nog open.

7.4 Toekomstige evoluties

Zoals beschreven in de inleiding van dit hoofdstuk is de markt van Laaddienstverlening in volle ontwikkeling. De toekomstige evoluties worden per thema van het afsprakenstelsel beschreven.

7.4.1 Toepassing en functionaliteit

Gestuurd laden ten voordele van netcongestie en -onbalans

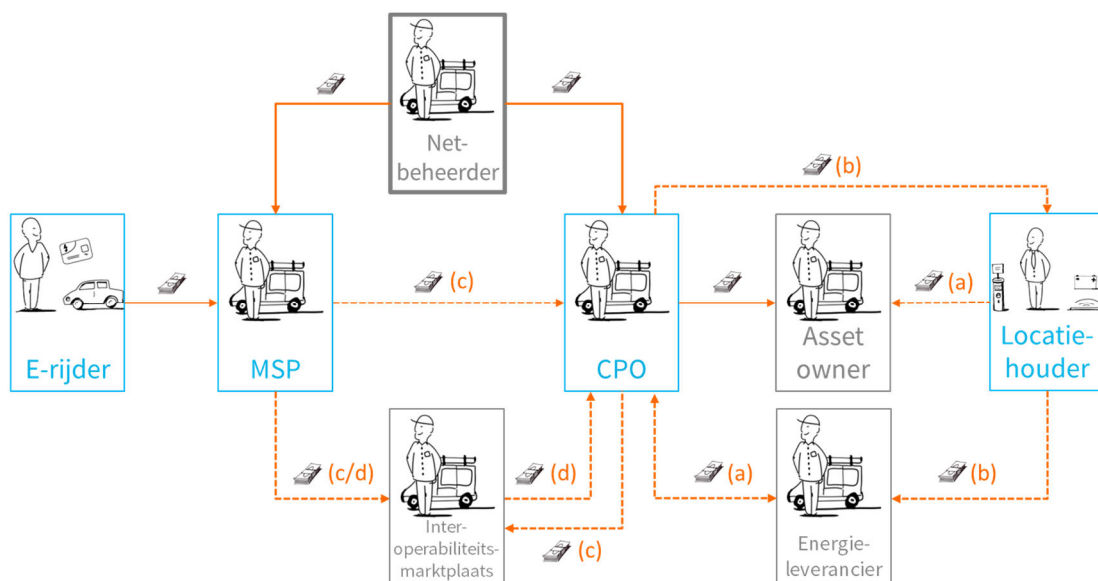
Een belangrijke toekomstige toepassing van Laadpunten is de inzet als dynamische last (of productie-eenheid) in het energiesysteem. Mits het opladen van elektrische voertuigen kan worden gestuurd, biedt dit mogelijkheden om de congestie en onbalans in het elektriciteitsnet te beperken.

Oplossingen hiervoor vallen onder het containerbegrip smart charging. Dit kan geïmplementeerd worden door stuurmechanismen (bijvoorbeeld door de hoogspannings- of distributienetbeheerder), zoals – niet limitatief – time of use tarieven, directe prijssignalen tot E-rijder, contracten met variabele capaciteit, de inrichting van flexmarkten of via de energiemarkt.

In paragraaf 3.3.2.5 is reeds verwezen naar meerdere mogelijkheden om op basis van externe informatie het laadvermogen gedurende het opladen aan te passen.

Een van de effecten van deze toepassing is dat het mogelijk wordt dat de Service Provider de E-rijder betaalt om te laden, in plaats van andersom. Dit wordt mogelijk als de E-rijder bepaalde flexibiliteit toelaat, bijv. via uitgesteld laden, gestuurd laden of vehicle to grid laden, zodat de Service Provider – al dan niet via de CPO (afhankelijk van het Laadmarktmodel) - wordt betaald om de energie te leveren of produceren.

Een ander effect is dat het mogelijk wordt dat de distributie- of hoogspanningsnetbeheerder de Service Provider of CPO betaalt voor de sturing van laadsessies omwille van balanshandhaving of vermeden investeringen in het net. Dit vereist een actieve rol van de netbeheerder in het Platform- of Netwerkmodel. Hiermee worden in verschillende landen, waaronder Nederland, reeds experimenten rond uitgevoerd, bijvoorbeeld via de implementatie van OSCP.



Rol van de netbeheerder in het Netwerkmodel.

Energielevering van het voertuig aan het net

Een reeds lopende ontwikkeling is de toepassing dat een elektrisch voertuig energie terug levert aan het lokale (vehicle to home) of bovenlokale (vehicle to grid) net. Er zijn meerdere elektrische voertuigen die dit ondersteunen. De huidige implementaties van vehicle to home zijn (nog) geen open standaarden.

Integratie van realtime laadpuntendata (in voertuigen)

GIS-dataproviders ontvangen met name statische data over Laadpunten van de CPO. Een toekomstige evolutie is de functionaliteit dat de CPO realtime gegevens over de Laadpunten aan de E-rijder (via Service Provider) of aan het voertuig (via third-party data-aggregators). Deze realtime gegevens kunnen de status (vrij/beschikbaar/bezet/defect/gereserveerd), prijszetting en lokale diensten bevatten.

Automatische authenticatie van laadsessies

Het is de verwachting dat de authenticatie (en daarmee het activeren deactiveren) van een Laadsessie automatisch zal gebeuren. Dit is mogelijk in het Netwerkmodel, wanneer de autoconstructeur als partij de rol van Service Provider vervangt. Deze toepassing vereist de functionaliteit dat het voertuig het laadpunt herkent.

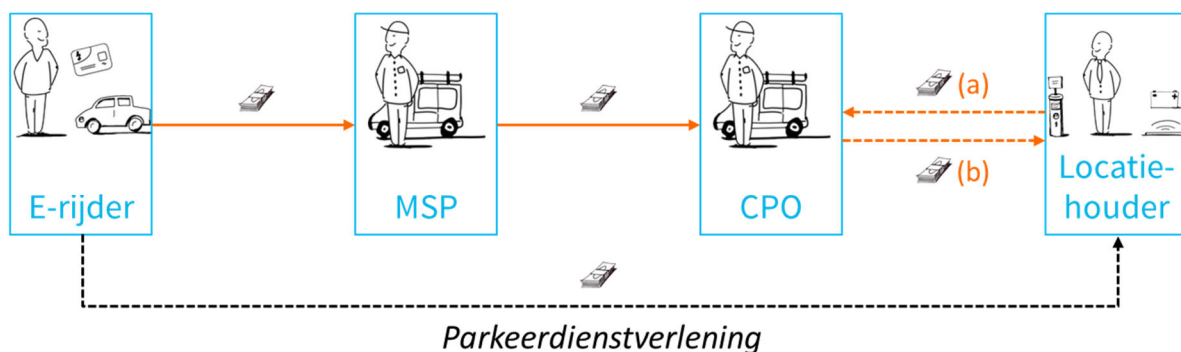
Reservatie van laadsessies

OCPP 1.5 laat reeds toe om reservaties te maken. In de praktijk wordt deze toepassing nog nauwelijks ondersteund door Service Providers, CPO's of platformdienstverleners. In theorie is het mogelijk om een laadlocatie lang op voorhand te reserveren. In de praktijk is deze toepassing vooral gewenst, kortstondig voor het arriveren, zodat E-rijders tijdens de *last mile* een gegarandeerde Laadlocatie hebben.

Laadpunten in een breder geheel

Een oplaadpunt kan meer zijn dan alleen maar een oplaadpunt. Het is mogelijk om de toepassing van een Laadpunt infrastructuur te koppelen aan meerdere diensten, zoals draadloze netwerken (Wifi,LoRa), straatverlichting, camerabewaking, weermeetstation, enzovoorts.

Zo is het ook mogelijk om de verrekening van parkeerdienstverlening te laten verlopen via de laaddienstverlening. De Laadlocatie waarop de E-rijder zijn auto parkeert kan immers via het opladen geïdentificeerd worden. Het voordeel van deze integratie is dat de E-rijder minder handelingen nodig heeft om te (betalen voor het) parkeren en het opladen.



7.4.2 Beheer en organisatie

Het is de verwachting dat OCPI de standaard interface wordt voor de technisch-operationele interoperabiliteit tussen Service Providers en CPO's en interoperabiliteitsmarktplaatsen. OCPI zal bovendien ook gebruikt worden als interface van Service Providers aan E-rijders.

Het is bovendien de verwachting dat de grootste interoperabiliteitsmarktplaatsen van Europa (eViolin, E-clearing.net, Hsubject, Girève en MOBI-E) met elkaar interoperabel zullen worden.

7.4.3 Infrastructuur

Op het niveau van infrastructuur zijn er meerdere evoluties:

- › Draadloos (inductief) laden: deze technologie is nog in de testfase: verschillende bedrijven, overheden en kennisinstellingen verkennen nog de toepassingsgebieden. Men kan inductief laden door inductielussen in het parkeervak of wegdek aan te brengen en de wagen aan te passen aan deze oplaadtechnologie.
- › Smart charging: zie paragraaf 3.4.2.;
- › Laadpunten met meerdere stopcontacten;
- › Schrappen van één EVSE metercomponent in een Laadpunt met twee stopcontacten. Aangezien de netbeheerder ook een (slimme) meter voorziet om het stroomverbruik te meten wordt het in de toekomst mogelijk dat één EVSE-metercomponent wordt geschrapt. Het gevolg is een lagere kostprijs per Laadpunt.

7.5 Transitie van Platform- naar Netwerkmodel

De transitie van het Platform- naar het Netwerkmodel is zowel technologisch als organisatorisch haalbaar. Wat betreft hardware zijn er geen verschillen mits open protocollen gehanteerd worden. Wat betreft software, de backoffice, zijn er bijkomende eisen rond interoperabiliteit en verrekenen met derde partijen (Service Providers en/of CPO's).

In de praktijk kan de overheid voor het Brussels Gewest op twee wijzen een uitrol van Laadpunten organiseren met een Platformdienstverlener:

- › **Opdrachtenmodel:** de infrastructuur aanbesteden bij een laadpaalfabrikant en de (platform)laaddienstverlening uitbesteden aan een Platformdienstverlener. In deze situatie is de infrastructuur een publieke asset en kan de overheid de laadprijs voor de E-rijder bepalen;
- › **Concessiemodel:** de (platform)laaddienstverlening en investering in infrastructuur aanbesteden aan een Platformdienstverlener. In deze situatie is de infrastructuur eigendom van de Platformdienstverlener en bepaalt deze partij met name laadprijs voor de E-rijder.

In beide gevallen zijn duidelijke technische en organisatorische voorwaarden aan de Platformdienstverlener vereist, zodanig dat later de transitie naar het Netwerkmodel kan gebeuren.

7.5.1 Technologische voorwaarden

De volgende technologische voorwaarden aan de Platformdienstverlener zijn vereist:

- › Infrastructuureisen van netwerkmodel opleggen, met name rond protocollen en dataverbindingen (open standaarden, zoals OCPP);
- › Activatiemiddelen verplichten die op termijn door meerdere partijen gebruikt kunnen worden (naast gesloten systemen zoals ad hoc betaling ook remote activatie);
- › Bij selectie van de platformdienstverlener gunnen op type rollen van platformdienstverlener in andere referentieprojecten.

In de praktijk werken veel in de Benelux actief zijnde Platformdienstverleners reeds als CPO en/of als Service Provider.

7.5.2 Organisatorische voorwaarden

Voor het beheer en de organisatie is het van belang dat (het kader van) het beoogde afsprakenstelsel op voorhand met de Platformdienstverlener wordt vastgelegd. Hiervoor zijn er drie mogelijke pistes op vlak van beheer en organisatie met de Platformdienstverlener:

- › Contract van locatiehouder of asset owner met platformdienstverlener wordt volledig ontbonden. In dit geval kan in functie van de exploitatietermijn de infrastructuur tegen een bepaalde overnamekost overgenomen worden door de overheid;
- › De platformdienstverlener wordt CPO: in deze situatie zijn voorwaarden benodigd met betrekking tot het openstellen van de laadpunten aan Service Providers;
- › Platformdienstverlener wordt Service Provider: in deze situatie zijn er voorwaarden benodigd met betrekking tot de overdracht van de exploitatie van de infrastructuur.

In de praktijk zal de Platformdienstverlener voor de tweede en derde pistes vooral moeten kunnen aantonen dat zijn backend de mogelijkheid tot interoperabiliteit ondersteunt.

7.6 Transitie van Netwerk- naar Tweevoudig interoperabel model

De transitie van het Netwerk- naar Tweevoudig interoperabel model vereist de definitie van een afsprakenstelsel voor het Tweevoudig interoperabel model. In dit hoofdstuk beogen we enkele oplossingsrichtingen voor een afsprakenstelsel op hoofdlijnen te beschrijven, aangezien hierover nog geen overeenstemming tussen marktpartijen over is, noch publieke informatie beschikbaar is.

Het verschil tussen het Netwerk- en Tweevoudig interoperabel model is dat de Service Provider optreedt als energiecontractant (in tegenstelling tot de Charge Point Operator). Het valt daarom te verwachten dat het afsprakenstelsel van het Netwerkmodel behouden kan blijven en uitgebreid dient te worden.

Het Tweevoudig interoperabel model kan op meerdere manieren ingericht worden. Deze manieren zijn deels in de praktijk (in het buitenland) reeds getest, deels theoretisch. Ze dienen hoe dan ook met de markt verkend en voor de Brusselse situatie getest te worden (zie paragraaf 3.6.4: mogelijke vervolgstappen). De verschillende inrichtingen worden in de volgende paragrafen toegelicht.

7.6.1 Virtuele energielevering

De CPO blijft de energiecontractant, conform de huidige energieregelgeving. De Service Provider heeft echter ook een relatie met dezelfde energieleverancier en bijkomend meerdere contracten met andere energieleveranciers. Deze inrichting laat toe om specifieke afspraken te maken over energielevering op het EAN-nummer en verrekening tussen de energieleveranciers (al dan niet via de Service Provider of rechtstreeks) waarmee de Service Provider een relatie heeft.

Deze inrichting vraagt geen aanpassing in het laadmarktmodel, noch in het energiemarktmodel.

Deze inrichting vereist een projectmatige aanpak, waarbij minimaal de CPO, de energieleverancier van de CPO, één of meerdere service providers met één of meerdere andere energieleveranciers betrokken zijn. Het vraagt geen aanpassing in de energieregelgeving. Deze inrichting vraagt op alle thema's in het afsprakenstelsel aanpassing:

- › **Toepassing en functionaliteit:** beschrijving van de functionaliteit van de virtuele energielevering en de rol van de verschillende energieleveranciers;
- › **Beheer en organisatie:** contracting tussen de betrokken partijen en automatisering van verrekening tussen de partijen;
- › **Infrastructuur:** aanpassingen in de activatiemiddelen van de E-rijder en de backoffice van de CPO, Service Provider en energieleverancier(s).

7.6.2 Switchen aan de paal

De CPO blijft energiecontractant, conform de huidige energieregelgeving. De Service Provider geeft de CPO de opdracht om voor een bepaalde Laadsessie van energieleverancier te veranderen.

Deze inrichting vereist een aanpassing in het clearing house (Atrias UMIG) van de Belgische energiemarkt en mogelijk aanpassingen in de energieregelgeving. Dit laatste dient nader onderzocht te worden. Het is alleszins niet mogelijk om met het huidige clearing house binnen enkele seconden de energieleverancier op een EAN-code te wijzigen.

De overgangmaatregelen dienen voor de Brusselse situatie nader onderzocht te worden.

Voorbeeldproject: tweevoudig interoperabel marktmodel in Nederland getest

De Nederlandse distributienetbeheerder Enexis en 36 gemeenten startten in 2013 een pilootproject 'Flexibele laadtarieven'. De ambitie van het project was om laden aan de laadpaal goedkoper te maken. Het was de eerste Europese Smart-Charging pilot waarbij e-rijders aan de laadpaal konden kiezen tussen de tarieven van meer dan één leverancier. Tot 2016 zijn laadpalen in Europa nog gekoppeld aan één energieleverancier en bestaat die mogelijkheid niet. De pilot liep tot eind november 2015. De onderzoeksresultaten zijn nog niet gepubliceerd.

De Smart Charging pilot werd op een redelijk grote schaal toegepast. Het ging om 50 deelnemende e-rijders op 150 slimme publieke laadpalen in 36 gemeenten en uitgevoerd. Naast Enexis en de gemeenten waren dat de provincie Noord-Brabant, energieleveranciers Greenchoice en NieuweStroom, serviceproviders Greenflux en The New Motion en CPO ElaadNL.

In de pilot boden de serviceproviders de e-rijders voor het laden van hun voertuig de mogelijkheid hun laadsessie uit te stellen tot de stroomprijs laag is, bijvoorbeeld tijdens een overaanbod van windenergie. Onderzoeksvragen waren: kiezen e-rijders wel voor uitgesteld laden? Welke beweegredenen hanteren zij om uit te stellen of om toch direct te laden zonder prijsvoordeel? En hoe zullen zij omgaan met hun voorkeur voor bijvoorbeeld groene stroom?

De pilot heeft geleid tot ontwikkeling OSCP (zie paragraaf 3.3.2.5). Inmiddels is een vervolgproject opgenomen door Nederlands Kenniscentrum Laden.

De voornaamste lessons learned van het project zijn:

- › Bij verregaande implementatie aanpassing in de energiewet- en regelgeving en het marktmodel benodigd;
- › De rol van Service Provider in het marktmodel wordt belangrijker: de Service Provider kan rechtstreeks interacteren met de E-rijder en het laadgedrag beïnvloeden;
- › Het project heeft geleid tot lagere prijzen voor e-rijders.

7.6.3 Service Provider als energiecontractant

De Service Provider is effectief de energiecontractant. De CPO heeft geen energiecontract. Het EAN-nummer verandert van contractant in functie van de laadsessie. Dit impliceert een verregaande aanpassing in het afsprakenstelsel van het laadmarktmodel en het energiemarktmodel. Bovendien treden bijkomende complicaties en vragen op:

- › Hoe de stand-by energiebehoefte van het Laadpunt wordt geregistreerd en hoe de daaraan verbonden kosten worden toegekend;
- › Hoe wordt omgegaan met meerdere stopcontacten van een Laadpunt op één EAN-nummer.

De overgangmaatregelen dienen voor de Brusselse situatie nader onderzocht te worden.

7.6.4 Mogelijke vervolgstappen

Gezien de geringe tot geen ervaring van marktpartijen met een Tweevoudig interoperabel marktmodel is een stapsgewijze ontwikkelagenda aangewezen. Deze agenda kan de volgende punten bevatten:

- › Verkenning van een tweevoudig interoperabel model met bestaande marktpartijen en overheden;
- › Verkenning van (internationale) samenwerking met netbeheerders of regulatoren over dit thema;
- › Inrichting van pilootproject/regelluwe zone voor tweevoudig interoperabel model in Brussels Gewest;
- › Beschrijving afsprakenstelsel tweevoudig interoperabel model en beschrijving van impact en overgangmaatregelen voor het afsprakenstelsel energiemarkt.

We gaan in het bijzonder in op het selectie criterium “haalbaarheid in de huidige elektriciteitsmarkt” en de rol van de energieleverancier, vanwege zijn primaire link met het huidige elektriciteitsmarktmodel.

Deel 3: kosten-batenanalyse van de uitrol van de oplaadinfrastructuren

Deelrapport technisch-economische studie over de oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen

Inleiding deel 3

Fase 2 van de technisch-economische studie over de oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen, de kosten-baten analyse van de uitrol van de laadinfrastructuren, is een analyse van de kosten en baten, c.q. verdienmodellen van de relevante actoren in de waardeketen van publiek toegankelijke laadinfrastructuur. BRUGEL wil graag de volgende aspecten inzichtelijk:

- › **Primair:** de kosten en baten van oplaadinfrastructuur voor de relevante actoren in de waardeketen, te weten:
 - De e-rijder
 - De chargepoint operator
 - De serviceprovider
- › **Secundair:**
 - De impact op de eindfactuur van de eindafnemer, in het geval investeringen door alle gebruikers van het net gedragen worden;
 - De haalbaarheid van een transitie van een eenvoudig naar een interoperabel model marktmodel, te weten het platformmodel en het netwerkmodel
 - De haalbaarheid van een liberalisering van (delen van) de waardeketen; bijvoorbeeld de transitie van een gereguleerde naar een commerciële eigenaar en/of operator.

De analyse is opgebouwd uit de volgende hoofdstukken:

- 1) De total cost of ownership (TCO) van de e-rijder;
- 2) De business case van de chargepoint operator
- 3) De business case van de service provider
- 4) De impact op de factuur van de eindafnemer
- 5) De haalbaarheid van een transitie van een platform- naar een netwerkmodel
- 6) De haalbaarheid van een liberalisering ...

8 De total cost of ownership (TCO) van de e-rijder

In dit hoofdstuk geven we inzicht in de TCO van de e-rijder. Bij deze berekening van de TCO maken wij een totale kostenberekening rekening houdend met alle kosten en fiscale effecten. Daarbij gaan wij in op een aantal voorbeelden, waar ook de vergelijking wordt gemaakt met het gebruik van voertuigen die gebruik maken van conventionele brandstoffen.

In dit hoofdstuk gaan wij achtereenvolgens in op:

- › De kostencomponenten die in rekening worden gebracht;
- › Fiscaliteit van elektrische of plug-in hybride voertuigen;
- › Een aantal voorbeeld TCO berekeningen.

8.1 De kostencomponenten

De volgende kostencomponenten worden in rekening gebracht:

- › Aankoop en herverkoopwaarde;
- › Premies en belastingen;
- › Verzekering en onderhoud;
- › Fiscale aftrek (enkel voor vennootschappen);
- › Bruto voordeel alle aard (enkel in het geval van een bedrijfswagen).

8.2 Fiscaliteit van elektrische of plug-in hybride voertuigen

Er is sprake van de volgende stimulerende maatregelen vanuit overheidswege:

- › Minimum BIV (vrijstelling in Vlaanderen²³);
- › Verlaagde verkeersbelasting (vrijstelling in Vlaanderen²⁴);
- › Minimum voordeel alle aard: 4% (indien een bedrijfswagen);
- › Minimum solidariteitsbijdrage: €25,10 per maand (indien een bedrijfswagen);
- › 120% aftrek van voertuigkosten EV (voor vennootschappen);
- › Zero-emissie bonus (particulieren met domicilie in Vlaanderen), zie onderstaande tabel.

Zero emissiebonus

| Cataloguswaarde | Premie |
|-------------------------|------------|
| <31.000 euro | 5.000 euro |
| 31.000 – 40.999,99 euro | 4.500 euro |
| 41.000 – 60.999,99 euro | 3.000 euro |

²³ Vrijstelling op de belasting op inverkeerstelling (BIV) EN verkeersbelasting sinds 1 januari 2016 (rekening houdende met een vrijstelling van de verkeersbelasting voor CNG- en PHEV-voertuigen met een CO₂- uitstoot van maximaal 50 gram per kilometer tot 31 december 2020)

²⁴ Idem

>61.000 euro

2.500 euro

8.3 Voorbeeld TCO berekeningen

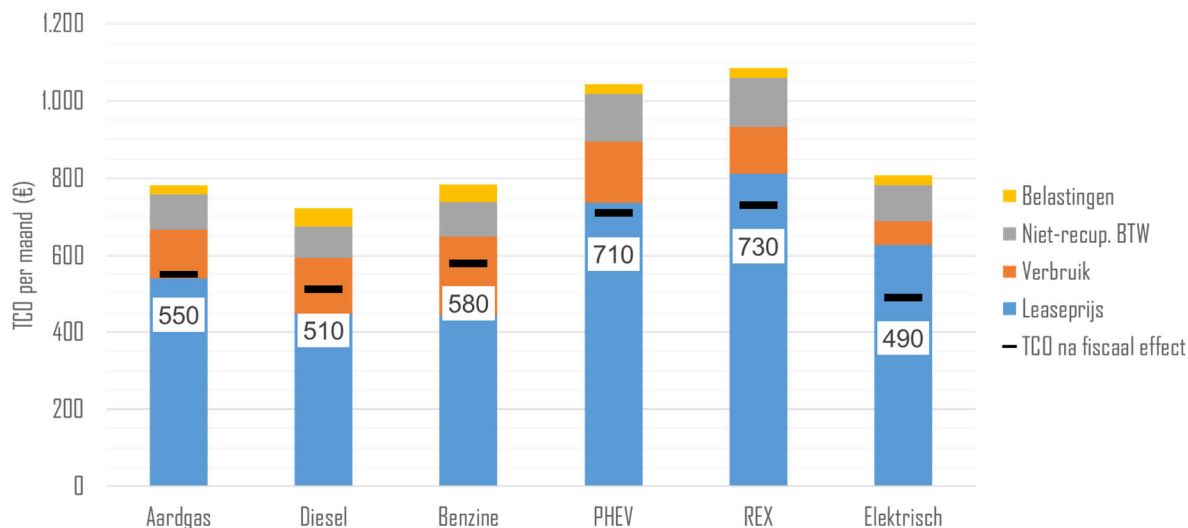
8.3.1 Voorbeeld TCO berekening 1: vennootschap

Uitgangspunten van deze berekening zijn:

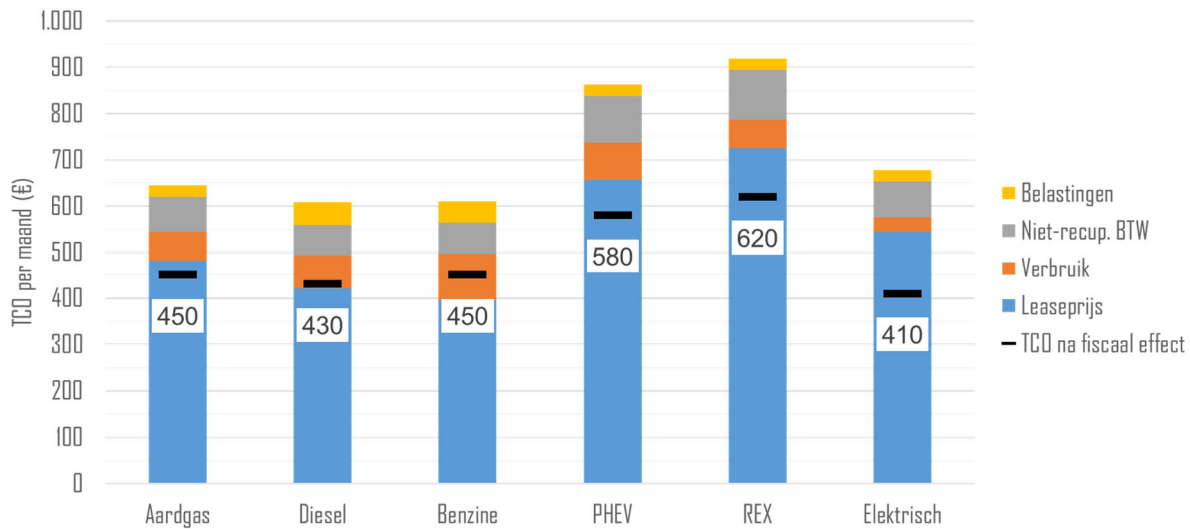
- › Wagens in het C-segment met de laagste CO₂-uitstoot. Uitgegaan is van gemiddelden van 40 voertuigen voor wat betreft leaseprijs, brandstofgebruik, CO₂-uitstoot, euronorm en fiscale PK;
- › Uitgangspunten brandstoffen:
 - Benzine: €1,268/liter;
 - Diesel: €1,057/liter;
 - CNG: 0,766/kilo;
- › Uitgangspunten elektriciteit:
 - Thuis (50%): €0,22/kWh incl BTW;
 - Bedrijf (50%): €0,152/kWh;
- › Verbruiksfactor: volgens gegevens van Travelcard (reëel verbruik);
- › Operationele leasing: leaseprijzen van Directlease.be, ingezien in augustus 2016;
- › Forfaitaire BTW-recuperatie van 35%.

Resultaten

Voorbeeld 1: C-segment, 30.000 km per jaar, looptijd van 5 jaar, operationele renting



Voorbeeld 2: C-segment, 15.000 km per jaar, looptijd van 5 jaar, operationele renting



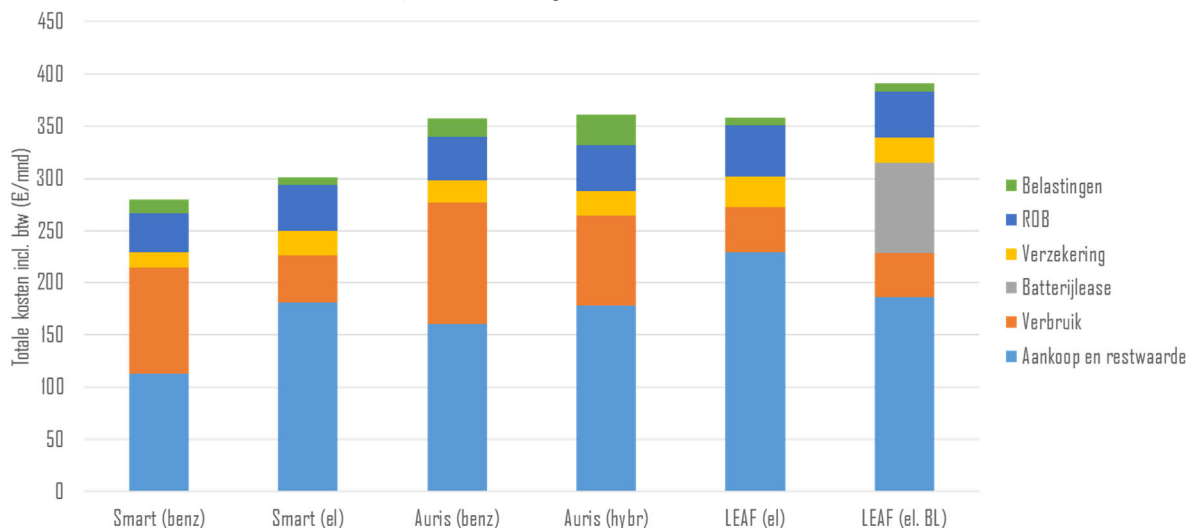
8.3.2 Voorbeeld TCO berekening 2: particulier of overheid in Brussel;

Uitgangspunten van deze berekening zijn:

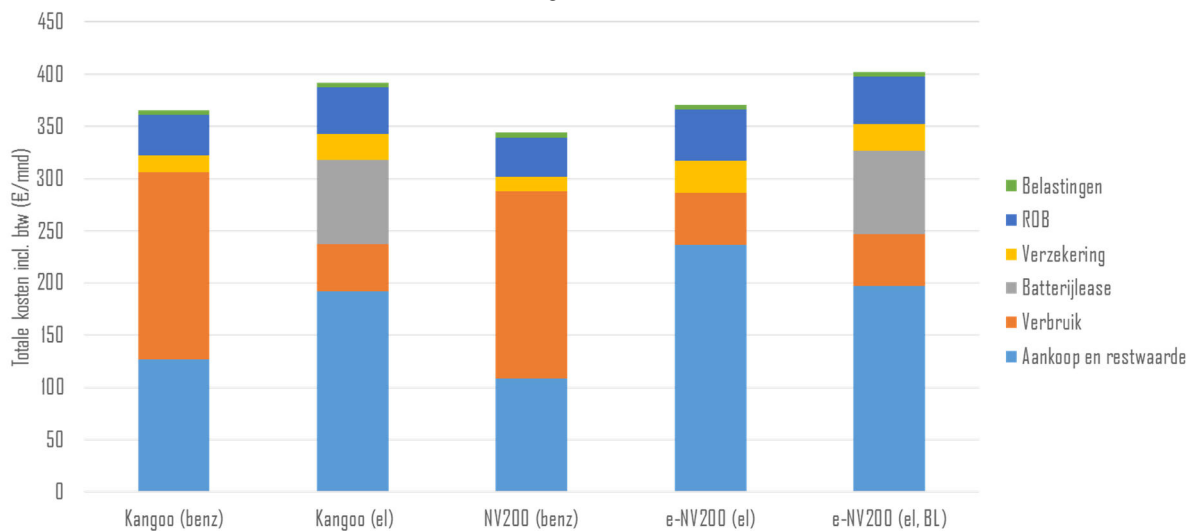
- > Geen financiering (dus geen rentelasten);
- > Kosten brandstof (benzine): €1,401/liter inclusief BTW;
- > Kosten elektriciteit: €0,21/kWh inclusief BTW;
- > Verbruiksfactor: 1,3 (reëel verbruik);
- > Onderhoud en verzekering: op basis van geijkte formules van verzekeraars en garages;
- > Gebruik: 15.000 kilometer per jaar;
- > Inflatie: 2% per jaar;
- > Geen kortingen;
- > 10% restwaarde.

Resultaten

Voorbeeld 1: totale kosten van een personenwagen



Voorbeeld 2: totale kosten van een utilitaire wagen



9 De business case van de CPO

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de business case voor de charge point operator, uitgaande van de twee weerhouden exploitatiemodellen, het platformmodel en het netwerkmodel. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- › **Een beschrijving en kwantificering van de kostencomponenten:** hierbij wordt inzicht gegeven in de verschillen tussen het netwerkmodel en het platformmodel;
- › **Een beschrijving en kwantificering van de batencomponenten:** hierbij wordt ook inzicht gegeven in de verschillen tussen het netwerkmodel en het platformmodel.
- › **Inzicht in kosten- en batenbepalende factoren:** voor een aantal kosten- en batenbepalende factoren zijn groeiscenario's gemaakt: het verwachte aantal laadpunten, het verwachte aantal transacties per laadpunt en de verwachte gemiddelde volumes;
- › **Doorrekeningen van de business case uitgaande van verschillende scenario's:** hierbij wordt – onder meer – gevarieerd in exploitatietermijnen, overheidsbijdragen en aantallen laadpalen.
- › **Factuur van de eindgebruiker;**
- › **Transitie van een platformmodel naar een netwerkmodel.**

Disclaimer

Voor de resultaten van de business case dient rekening gehouden te worden met de volgende disclaimer: de opmaak van een business case is geen exacte wetenschap. De business case is opgesteld en doorgerekend met als doel het geven van inzicht in de *'knoppen waaraan gedraaid kan worden'*.

De opbouw van de business case is gebaseerd op ervaringscijfers en door de begeleiding van verscheidene marktpartijen actief in de sector van de elektrische mobiliteit. De business case is afgestemd op exacte cijfers van de situatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Bij de interpretatie en analyse van de cijfers dient rekening gehouden te worden met enige voorwaardelijkheid. De uitkomsten van de business case zijn afhankelijk van een groot aantal aannames. Deze aannames gaan onder meer uit van een groeiscenario van elektrisch vervoer, batterijcapaciteiten en gemiddelde kilometers per dag. Rondom deze cijfers bestaat een grote mate van onzekerheid.

Daarnaast kunnen CPO's verschillende overwegingen hebben wel of niet te investeren in het laadnetwerk en in verschillende mate bereid zijn risico's te nemen.

9.1 Kostencomponenten

De kostencomponenten van laadpalen kunnen typisch worden onderverdeeld in vier hoofdonderdelen, met name:

- > Realisatie van de laadpalen;
- > Beheer en onderhoud / exploitatie;
- > Levering van elektriciteit;
- > Overhead.

Achtereenvolgens worden deze componenten verder uitgewerkt en toegelicht. Deze elementen worden volgens dezelfde typologie opgenomen in de business case.

9.1.1 Realisatie van de laadpalen

De kosten gekoppeld aan de realisatie kunnen onderverdeeld worden in een aantal categorieën, zijnde de aanvraagverwerking / voorbereiding, de levering van de laadpaal, de effectieve realisatie op locatie, het realiseren van de netaansluiting en ten slotte het inrichten van de oplaadlocatie. Deze kostencomponenten worden gekenmerkt als éénmalige kosten in de business case.

Aanvraagverwerking / voorbereiding

De verwerking van de aanvraag bestaat uit een aantal elementen zoals de intake van de aanvraag, het technisch advies over de locatie, de melding van de planaanvraag via het Federaal Kabels en Leidingen Informatie Meldpunt (KLIM), de verwerking van deze aanvraag en het algemeen technisch advies.

Levering van de laadpaal

Deze kostencomponent bestaat uit de hardware van de laadpaal, inclusief RFID (voor laadpasherkenningen) en de fundering ervan.

Realisatie op locatie

Voor de effectieve realisatie van de laadpaal op locatie zijn de volgende kostencomponenten van toepassing:

- > Voorbereiding en afstemming met de gemeente;
- > Schouwing;
- > Inbedrijfstelling deel a: Fabriek Acceptatie Test (FAT);
- > Plaatsing fundering en laadpaal;
- > Aansluiten en inregelen laadpaal op locatie;
- > Aansluiten en inregelen laadpaal in backoffice;
- > Inbedrijfstelling deel b: Locatie Acceptatie Test (SAT).

Realiseren van de netaansluiting

Deze kostencomponent omhelst zowel de administratieve verwerking en procedure als de realisatie van de netaansluiting op het terrein.

Hierin aandacht voor de kosten van een netaansluiting, aansluiting op cabine en graafkosten.

Inrichten van de oplaadlocatie

Op oplaadlocatie in de publieke ruimte vraagt om een zekere uniformiteit als het gaat om de inrichting of het uitzicht ervan. Meestal gaat het hierbij concreet om het voorzien van een verkeersbord, markeringen, eventueel signalisatie, enzovoort.

9.1.2 Beheer, onderhoud / exploitatie

De kosten verbonden aan het beheer, onderhoud / exploitatie van laadinfrastructuur zijn terugkerende of recurrente kosten dewelke doorgaans jaarlijks van toepassing zijn. Een overzicht van de deelcomponenten volgt hieronder:

- > Informatievoorziening (1e, 2de en 3de lijn info);
- > Backoffice diensten;
- > Storingen en meldingen;
- > Sluimerverbruik van de oplaadpaal zelf.

9.1.3 Levering van elektriciteit

Om een elektrische wagen op te laden is er uiteraard nood aan elektriciteit. Er moet m.a.w. elektriciteit geleverd worden door de laadpaal aan het voertuig. Het gehele proces van de levering van deze elektriciteit is ook een apart kostenonderdeel in de business case en bestaat uit de volgende onderdelen:

- > Inkoop van elektriciteit;
- > Het nettatarief, gerekend per afgenomen hoeveelheid elektriciteit;
- > Meteropname.

9.1.4 Overhead

Rondom de realisatie en exploitatie van laadpalen wordt ook overhead gerekend. Het gaat hierbij om kosten ten behoeve van:

- > Algemeen projectmanagement;
- > Contractmanagement;
- > Boekhouding;
- > Marketing.

9.1.5 Becijfering kostencomponenten

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de kostencomponenten. De kosten zijn indicatief en gebaseerd op de begeleiding van verschillende marktpartijen. De exacte kosten kunnen per marktpartijen variëren (denk hierbij bijvoorbeeld aan de kosten van projectmanagement, of de kosten van een backofficesysteem).

| <i>Kostencomponenten</i> | <i>deelcomponente n</i> | <i>Beschrijving</i> | <i>Geschatte kosten</i> |
|--------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------|
| Enmalige kosten - CAPEX | | | |
| Realisatie laadpaal | Aanvraag- verwerking | Intake aanvraag, technisch advies, planaanvraag KLIM. Werkzaamheden worden uitgevoerd door een werkvoorbereider | ± €240 |
| | Levering van de laadpaal | Prijs laadpaal inclusief RFID (voor laadpasherkenning) en fundering | ± €1.700 |

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|-----------------------------|
| | Realisatie op locatie | Vorbereiding en afstemming met gemeente, uitvoeren schouw, plaatsen en inregelen laadpaal | ± €700 |
| | Realiseren netaansluiting | Aanvragen en realiseren netaansluiting | €1.594 ²⁵ |
| | Inrichten oplaadlocatie | Aanbrengen markering en verkeersbord | €1.520 ²⁶ |
| Terugkerende kosten - OPEX | | | |
| Beheer, onderhoud en exploitatie | Informatievoorziening (1 ^e 2 ^e en 3 ^e lijnsinfo) | Contactpersoon voor vragen etc. | ± €200 |
| | Backoffice diensten | Operationeel houden systemen | ± €120 |
| | Storingen en meldingen | Verhelpen van storingen | ± €200 |
| | Verbruik elektriciteit van de laadpaal | Verbruik voor verlichting, functioneren hardware , display etc | €70 |
| Levering elektriciteit | Levering elektriciteit | Kosten per kWh, inclusief nettarie en taksen. | ± €0,10 / kWh ²⁷ |
| | Regionale bijdrage | Kosten per kWh | ± €0,09 / kWh ²⁸ |
| | Meteractiviteit | Jaarlijkse kosten per paal | €12,04 ²⁹ |
| Overhead | | Kosten voor projectmanagement, contractmanagement, marketing , boekhouding etc | €100.000 per jaar |

²⁵ Deze kosten werden opgevraagd bij de heer Jan Capon van Sibelga (antwoord ontvangen via e-mail op 3 juni 2016)

²⁶ Deze kosten werden opgevraagd bij de heer Jasper van der Hoop van Brussel Mobiliteit (antwoord ontvangen via e-mail op 17 mei 2016)

²⁷ Bron: <http://www.sibelga.be/nl/tarieven/tarieven-netgebruik/simulator-distributiekosten>

²⁸ Bron: <http://www.sibelga.be/nl/tarieven/tarieven-netgebruik/simulator-distributiekosten>

²⁹ Bron: <http://www.sibelga.be/nl/tarieven/tarieven-netgebruik/simulator-distributiekosten>

9.2 Batencomponenten

De batenscomponenten kunnen standaard onderverdeeld worden in vier categorieën:

- > Start- of activatietarief;
- > Verbruikstarief;
- > Stimulerings- of rotatietarief;
- > Overheidsbijdragen.

9.2.1 Start- of activatietarief

De omschrijving zegt het zelf: dit is een tarief dat vele laaddienstverleners aanrekenen aan de e-rijders om de laaddienst te activeren of te starten. Het is dus een tarief per transactie.

9.2.2 Verbruikstarief

Het verbruikstarief is de prijs die de e-rijder betaalt om zijn elektrische wagen op (of bij) te laden. Dit tarief kan in twee vormen aangeboden worden:

- > Een prijs per kWh;
- > Een prijs per tijdseenheid.

Een prijs per tijdseenheid is mogelijk maar niet gebruikelijk.

9.2.3 Stimulerings- of rotatietarief

Het verbruikstarief van het laden wordt berekend op basis van de daadwerkelijke laadtijd (en dus niet de tijd dat de auto aangesloten is). Om er echter voor te zorgen dat de e-rijders tijdig hun voertuig verplaatsen (wanneer ze voldoende actieradius hebben om hun reis aan te vatten of voort te zetten) kan een stimulerings- of rotatietarief toegepast worden. Dit tarief wordt gerekend vanaf het moment dat de auto is volgeladen, maar nog wel geparkeerd (en in ingeplugd) is.

9.2.4 Overheidsbijdragen

Een (eenmalige) bijdrage per laadpaal vanuit overheidswege kan een inkomst zijn voor een CPO. Veel steden en gemeenten voorzien een financiële stimulans bij het voorzien van laadinfrastructuur. In vele gevallen, zeker in een opstartende markt, blijkt dit noodzakelijk te zijn om überhaupt een positieve business case te kunnen verwezenlijken.

De gelden en inkomsten die verkregen worden door het parkeren kunnen ook deel uitmaken van de business case van laadpalen. Het kan namelijk een optie zijn om de inkomsten van de parkeergelden mee in de business case van de laadpalen te verwerken. Het moet wel gezegd dat de uitvoering hiervan praktische uitdagingen kent. Denk bijvoorbeeld aan verschillen in parkeertarieven tussen verschillende wijken en buurten. Ook komen de opbrengsten van parkeertarieven ten goede aan verschillende overheden, wat de uitvoering bemoeilijkt.

9.3 Kosten- en batenbepalende factoren

In deze paragraaf geven wij aandacht aan relevante factoren die van invloed zijn op de business case. De volgende factoren komen aan de orde:

- › Aantallen laadpalen;
- › Gebruik per laadpaal;
- › Exploitatietermijn;
- › Rentevoet;
- › De aanwezigheid van vaste gebruikers.

9.3.1 Aantallen laadpalen

Het aantal laadpalen dat een CPO in exploitatie heeft, heeft logischerwijs invloed op de kosten en baten van de business case. Uiteraard zullen kosten voor bijvoorbeeld de aanschaf van laadpalen stijgen, al naar gelang het aantal laadpalen stijgt. Ditzelfde geldt voor de inkomsten; hoe hoger het aantal laadpalen, hoe hoger de verwachte inkomsten.

Uiteraard heeft schaalvoordeel een positieve invloed op de business case. Immers, hoe hoger het aantal laadpalen, hoe gunstiger bijvoorbeeld de inkoopprijs van de laadpalen zal uitpakken. Daarnaast kunnen generieke kosten voor bijvoorbeeld projectmanagement of de kosten voor een backoffice worden verdeeld over een groter aantal laadpalen, wat een gunstige invloed heeft op de business case.

Groeiscenario laadpalen

In deze studie gaan wij in het basisscenario uit van 500 laadpalen in exploitatie, geplaatst in de periode 2017 – 2020. Gemiddeld worden er dus 125 laadpalen per jaar geplaatst. Dit groeiscenario is gebaseerd op deel 1 van fase 1 van deze studie. Noemen uitgangspunten:

NB: toevoegen voorbehoud, waarbij uitgangspunt van 1 op de 10 EV's als te laag wordt gezien. Immers, Brussel is een dicht stedelijk gebied, waarin men beperkt de beschikking heeft over eigen terrein om te laden en daarmee zijn aangewezen op publieke laadinfrastructuur. → opnemen in aanbevelingen

9.3.2 Gebruik per laadpaal

Groeiscenario gebruik

Een belangrijke factor voor de businesscase is het gebruik van de laadpaal. Het gebruik van de laadpaal is te kwantificeren in:

- › Het aantal transacties per laadpaal, en
- › De afgenomen volumes per laadpaal.

Voor het gebruik van de laadpaal is een groeiscenario ontwikkeld. Dit groeiscenario gaat uit van de volgende aannames:

- › De gemiddelde batterijcapaciteit van de elektrische auto's. Hierbij is er vanuit gegaan, dat de capaciteit ervan stijgt in de komende jaren. Voor 2016 is uiteraard uitgegaan van huidige gemiddelden
- › Gemiddelde rijafstand per dag
- › Het verbruik (kWh per kilometer)

- › De minimale accucapaciteit dat men beschikbaar wil hebben in de auto voordat er ingeplugd zal worden
- › De afhankelijkheid van publieke laadinfrastructuur.
- › Het aantal elektrische voertuigen per publieke laadpaal.

Om een goede voorspelling te kunnen doen op het gebruik hebben we een onderverdeling gemaakt in drie typen elektrische auto's: plug-in hybride, volledig elektrisch in het lage en middensegment en volledig elektrisch. Deze onderverdeling is gemaakt, omdat deze voertuigen hun eigen karakteristieken kennen ten aanzien van bovenstaande variabelen. In onderstaande tabel staat een overzicht van de gehanteerde aannames per type elektrische auto.

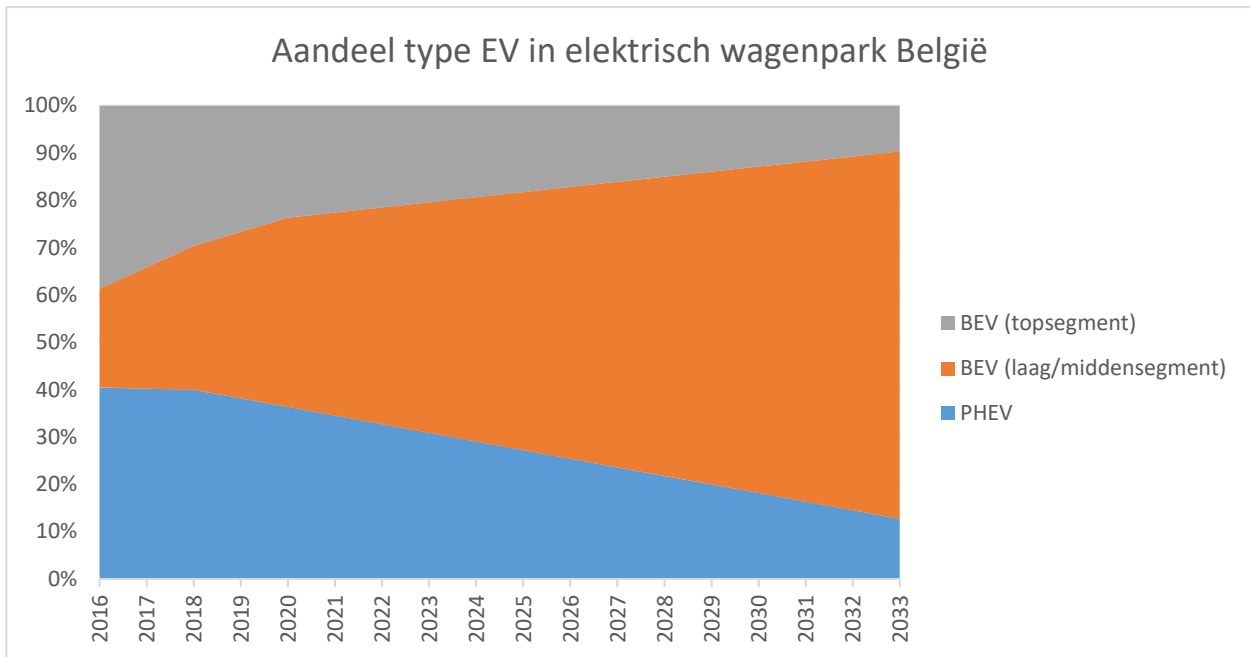
| | <i>Plug-in hybride</i> | <i>Volledig elektrisch (laag en middensegment)</i> | <i>Volledig elektrisch (hoog segment)</i> |
|---|------------------------------------|--|---|
| Gemiddelde capaciteit van de batterij | 8 kWh | 24kWh in 2016 tot 60 kWh in 2036 | 85kWh in 2016 tot 100kWh in 2038 |
| Gemiddelde rijafstand per dag | 50 km | 30 km | 50 km |
| Verbruik (aantal km's per kWh) | 5 km per kWh | 5 km per kWh | 4 km per kWh |
| Minimale batterijlading (in kilometers) | Altijd maximaal geladen, dus 8 kWh | 90 kilometer | 200 kilometer |
| Aandeel publieke laadinfrastructuur | 50% | 75% | 10% |

We gaan in het groeiscenario ook uit van een verhoudingsgewijze verdeling van de verschillende typen elektrische auto's. We hebben dus een voorspelling gemaakt van het aandeel per type in het totale Belgische elektrische wagenpark. Hierbij deden wij de volgende aannames:

- › Voor de verdeling in 2016 is gebaseerd op de actuele stand van het wagenpark.³⁰
- › Vanaf 2018 daalt het aandeel plug-in hybrides door de introductie van betaalbare modellen met een goede actieradius (modellen zoals de Tesla Model 3 en de Chevrolet Bolt). Vanaf 2022 worden PHEV's niet meer verkocht, omdat ze te duur worden (omdat ze beschikken over twee technieken, namelijk zowel elektrisch als brandstof). Uitgaande van een levensduur van 18 jaar zijn er in 2040 geen PHEV's meer. De batterijcapaciteit van de PHEV's blijft gelijk, rond de 8 kWh.
- › De batterijcapaciteit van nieuw verkochte volledig elektrische auto's in het hoge segment is gemiddeld 100kWh vanaf 2020, en daarmee gemiddeld 100 kWh in 2038 (ook uitgaande van een levensduur van 18 jaar. Het verbruik (kilometers per kWh) van een highrange BEV ligt hoger dan de lagere klassen (4 km per kWh)
- › De batterijcapaciteit van een nieuw verkochte volledige elektrische auto in het lage en middensegment is gemiddeld 60 kWh vanaf 2018. Uitgaand van een levensduur van 18 jaar, ligt de gemiddelde accucapaciteit op 60kWh in 2038. Verbruik van dit type ligt op 5 km per kWh.

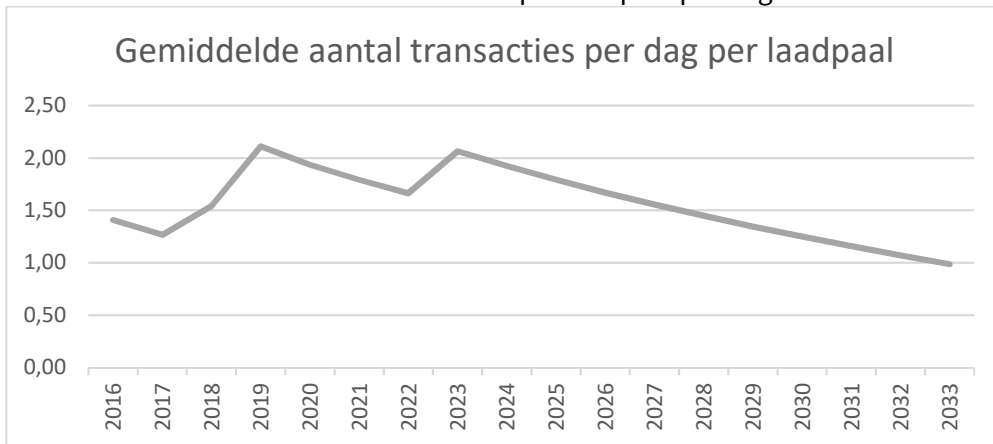
In onderstaande grafiek is de verwachte verdeling van typen elektrische voertuigen als onderdeel van het totale elektrisch wagenpark weergegeven.

³⁰ Bron: <http://milieuvriendelijkevoertuigen.be/cijfers-en-statistieken-0>

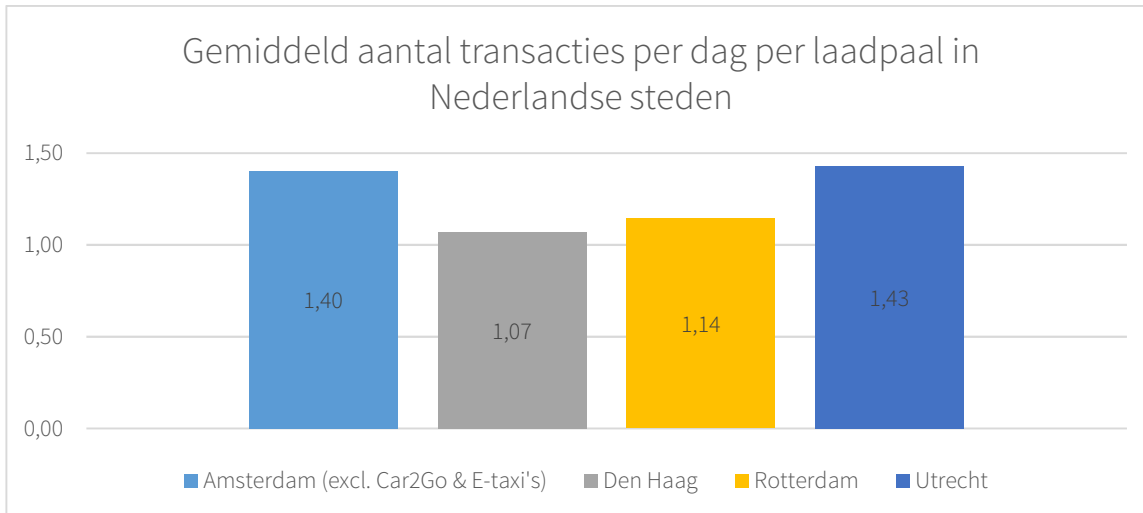


Groei-scenario: aantal transacties per laadpaal per dag

Op basis van de aannames in de volgende paragraaf komen wij uit op het volgende groei-scenario voor wat betreft de het aantal transacties per laadpaal per dag.



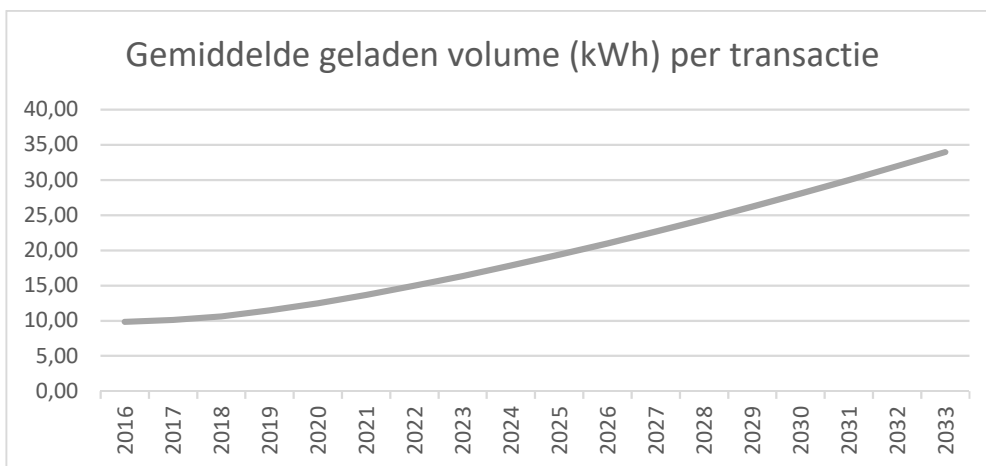
Het gemiddeld aantal transacties per laadpaal per hebben we getoetst aan gegevens over gebruik van laadpalen in Nederland. Onderstaande figuur geeft een overzicht van het aantal transacties per dag per laadpaal in Nederlandse steden (cfr. Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht). Het gaat hier om gegevens van reactief geplaatste laadpunten. Het betreft hier gebruiksgegevens van de periode 2012 -2016. Gemiddeld ligt het aantal transacties per laadpaal per dag op 1,3. Dit gemiddelde is vergelijkbaar met het gemiddelde in het ontwikkelde groei-scenario.



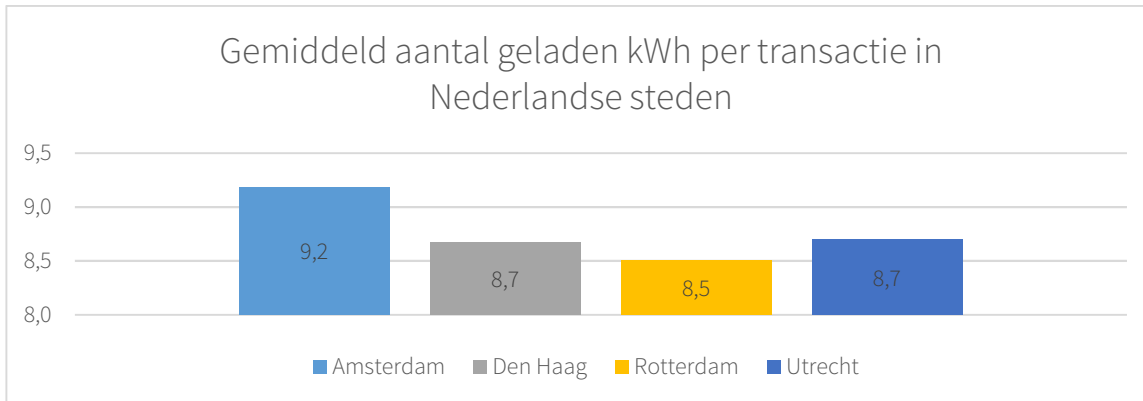
Bron: van den Hoed, R. *Applying data science on charging infrastructure, benchmarking 5 regions in The Netherlands.*

Groeiscenario: afname per laadpaal

Op basis van de toegelichte aannames wij uit op het volgende groeiscenario voor wat betreft de het aantal gemiddeld geladen volume per transactie. Zoals te zien is, gaan we hiervan ervan uit dat gemiddeld geladen volume per transactie over de komende jaren enorm zal stijgen. Deze stijging wordt veroorzaakt door de aanname dat batterijcapaciteiten zullen stijgen, en dat daarmee de noodzaak om dagelijks te laden (wat men nu meestal doet) verdwijnt. Logischerwijs stijgt dan het gemiddeld geladen volume per transactie.



De gemiddelde afname per laadpaal per dag hebben wij getoetst aan de gegevens uit Nederland. Hieruit komt het volgende beeld naar voren. Onderstaande gegevens zijn gemiddelden over de periode 2012-2016.



Bron: van den Hoed, R. *Applying data science on charging infrastructure, benchmarking 5 regions in The Netherlands.*

De gemiddelde afname per laadpaal per transactie ligt op 8,8 kWh. Dit ligt iets onder de aanname in het ontwikkelde groeiscenario, maar is vergelijkbaar.

Proactieve versus reactieve plaatsing

Een belangrijke determinant van het gebruik van de laadpaal is het onderscheid tussen reactieve (paal volgt wagen) en proactieve plaatsing (wagen volgt paal).

Bij reactieve plaatsing van laadpalen worden palen enkel geplaatst wanneer er een aanvraag wordt ingediend door een e-rijder. Deze paal wordt dan geplaatst op een plek waar aantoonbare behoefte is aan een laadpaal. Deze manier van plaatsing biedt een bepaalde minimale garantie op laden.

Het laat zich raden dat aan proactief geplaatste palen geen aanvraag zit van een e-rijder. Hoewel er plaatsen te bedenken zijn waar behoefte zal zijn aan een laadpaal, is de behoefte aan de laadpaal niet aangetoond en is er bijgevolg geen minimale garantie op laden. De ervaring leert hierbij ook dat het gebruik op dergelijke palen betrekkelijk lager ligt. In de doorrekening van de businesscase zijn we ervanuit gegaan dat het aantal transacties per laadpaal lager ligt. Er zijn overigens wel goede argumenten voor proactieve plaatsing van laadpalen, voornamelijk wanneer elektrisch rijden nog van de grond moet komen (cfr. kip-ei discussie). Door in het beginstadium laadpalen te plaatsen, zullen automobilisten immers eerder geneigd zijn een elektrische auto aan te schaffen.

9.3.3 Exploitatietermijn

De exploitatietermijn is de termijn waarbinnen de CPO de laadpalen exploiteert en daarmee in staat is inkomsten te genereren. In de business case gaan we standaard uit van een termijn van 10 jaar. In het volgende hoofdstuk is een scenario opgenomen dat uitgaat van een langere termijn.

9.4 Doorrekening van de business case

In gaan wij in op de doorrekening van de business case. In de bijlage zijn doorrekeningen van een aantal scenario's opgenomen. Dit zijn allen varianten van een basiscase. De uitgangspunten voor deze basiscase zijn weergegeven in onderstaande tabel.

| Onderdeel | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 500 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 125 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door CPO |
| Kosten netaansluiting | Gedragen door de overheid |

In de bijlage is een doorrekening opgenomen van de volgende varianten:

1. De basiscase;
2. De basiscase met als variatie dat kosten netaansluiting en inrichting oplaadlocatie gedragen worden door de CPO;
3. De basiscase met als variant dat de kosten van de netaansluiting gedragen worden door de CPO;
4. De basiscase met als variant dat de overheid een eenmalige bijdrage doet, waarmee de terugverdientijd voor de CPO op 3 jaar uitkomt;
5. De basiscase met als variant dat exploitatietermijn wordt verlengd van 10 naar 15 jaar;
6. De basiscase met als variant het plaatsen van 1000 en 1500 laadpalen;
7. De basiscase met als variant de invoering van een starttarief;
8. De basiscase met als variant het verhogen van de prijs per kWh van 25 naar 30 ¢cent.

Ieder scenario is doorgerekend voor zowel het netwerkmodel als het platformmodel. In het netwerkmodel is een onderscheid gemaakt drie typen van plaatsing:

1. Reactieve plaatsing. Dit komt overeen met in het model opgenomen groeiscenario;
2. Proactieve plaatsing. Hierbij gaan we uit van 58% van het aantal transacties ten opzichte van het reactieve scenario. Deze 58% is gebaseerd op het gemiddeld aantal transacties van de Nederlandse E-laad-palen, welke allen reactief geplaatst zijn;
3. Een combinatie van voorgaande typen, waarbij 50% reactief en 50% proactief is geplaatst.

Het platformmodel is een variant is op het netwerkmodel. Het platformmodel onderscheid zich van het platformmodel op de volgende onderdelen:

- › Een lager aantal transacties per laadpaal. Omdat deze laadpalen niet interoperabel zijn, zal het gebruik logischerwijs lager liggen. We gaan er vanuit dat het gemiddeld geladen volume gelijk ligt. Omdat er geen data beschikbaar over het verschil in gebruik tussen platform en netwerkmodel is een best case, normal case en worst case scenario opgenomen, als variant op het groeiscenario in het netwerkmodel. Het best case scenario heeft 80% van het aantal transacties, normal case 60% en worst case 40% van het aantal transacties dat is opgenomen in het reactieve scenario in het netwerkmodel;
- › Lagere kosten voor overhead. Er worden immers minder kosten gemaakt voor het maken van bilaterale prijsafspraken met serviceproviders;
- › De overige aannames zijn gelijk gehouden.

9.4.1 Resultaten

Voor de resultaten verwijzen wij naar bijlage B.

10 De business case van de service provider

In dit hoofdstuk gaan we in op de business case voor de serviceprovider. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- › Een beschrijving van de **kostencomponenten**;
- › Een beschrijvingen van de **batencomponenten**;
- › Inzicht in de **business case** uitgaande van een aantal scenario's.

In de eerste plaats is het van belang te benadrukken dat het inzicht van in de business case van de serviceprovider gebaseerd is op aannames, en zeker geen exacte wetenschap is. Inzicht in de business case van de serviceprovider is lastig te verkrijgen, aangezien dit concurrentiegevoelige informatie betreft. Daarnaast zijn er verschillende verdienmodellen voor de serviceprovider. Denk hierbij aan het werken met abonnementen, opslagen per kWh of transactievergoedingen. Maar het is ook zeer goed mogelijk dat marktpartijen met deze dienstverlening bestaande klanten goed willen bedienen en daarmee niet per definitie een winstooi merk hebben (denk bijvoorbeeld aan autofabrikanten of leasemaatschappijen). Rekening houdend met het bovenstaande dient de business case vanuit het perspectief van de serviceprovider voorzichtig te worden benaderd en geanalyseerd.

Daarnaast is het van belang te benadrukken dat serviceproviders zelfstandig kunnen bestaan en geen steun ontvangen van overheden. Dit is althans in Nederland niet het geval. Het lijkt hier dus op zijn minst om een kostendekkende business te gaan. In zoverre is inzicht in de business case voor een overheidspartij minder relevant dat het inzicht in .

Bij het inrichten van de business case zijn we uitgegaan het minst gunstige uitgangspunt. We hanteren hierbij de volgende aannames:

- › **De serviceprovider is nieuw op de markt. De partij moet aan de voorkant investeren, en kan geen gebruik maken van bijvoorbeeld bestaande IT systemen.**
- › **De serviceprovider ontleent bestaansrecht aan de inkomsten voortkomend uit de diensten als serviceprovider. Het is dus geen aanvullende dienst dat de hoofdactiviteiten van de marktpartij ondersteunt (zoals een autofabrikant of leasemaatschappij)**
- › **De serviceprovider is een alleenstaand bedrijf. Er kan dus geen gebruik gemaakt worden van bestaand personeel of kantoorfaciliteiten.**

10.1 Kostencomponenten

10.1.1 Eenmalige kostencomponenten

De belangrijkste eenmalige kostencomponenten voor de serviceprovider zijn:

- › Ontwikkeling van de IT;
- › Marketing;
- › Eenmalige huisvestingskosten.

Ontwikkeling IT: Voor de dienstverlening is de serviceprovider in hoge mate afhankelijk van IT. Voor de verrekening van de transacties met zowel de e-rijder als de CPO is een systeem nodig. Daarnaast kan de serviceprovider een app voor de smartphone maken, waarmee e-rijders bijvoorbeeld laadsessies kunnen starten of inzicht krijgen in hun laadgedrag en facturen.

Het is erg lastig een inschatting te maken van de kosten van dergelijke systemen. Dit is ook in hoge mate afhankelijk van de functionaliteiten. Bestaande serviceproviders hebben deze kosten niet of minder, omdat ze gebruik kunnen maken van bestaande systemen.

De eenmalige kosten voor de ontwikkeling van IT hebben we in dit scenario geschat op €250.000.

Marketing en communicatie: Serviceproviders die actief worden op een nieuwe markt zullen zich actief moeten inzetten op de werving van nieuwe gebruikers. Hiervoor zal een campagne moeten worden opgezet en uitgevoerd. De kosten hiervoor hebben we geschat op €50.000.

Eenmalige huisvestingskosten: Dit betreffen de kosten voor het inrichten van een nieuw kantoor. De kosten hiervoor hebben we geschat op €30.000.

Onvoorziene kosten: Deze hebben we geschat op 10% van de totale kosten, zijnde €35.500.

10.1.2 Recurrente kostencomponenten

In onderstaande tabel hebben we de recurrente kosten opgenomen, met een indicatie van de bedragen.

| Kostencomponenten | Beschrijving | Geschatte kosten |
|-------------------------------------|--|------------------|
| Personeelskosten | De kosten voor een leidinggevende / directeur en 3 ondersteunende medewerkers | ± €200.000 |
| Marketing | Jaarlijkse kosten voor advertenties | ± €50.000 |
| Beheer en onderhoud IT | Beheer en onderhoud van de backofficetool en app | ± €50.000 |
| Huisvesting en kantoorbenodigdheden | Kosten voor een klein kantoor, met benodigdheden zoals IT, meubilair. | ± €20.000 |
| Administratie | Facturatie aan de klant, gerekend per klant per jaar bij maandelijkse facturatie, inclusief verwerking, en kosten accountant | ± €15 |

| | | |
|---------------------|---|-----|
| Uitgifte laadpassen | De kosten de uitgifte van een laadpas met logo, per pas | ± 2 |
|---------------------|---|-----|

10.2 Batencomponenten

In deze voorbeeldberekening zijn we uitgegaan van baten op basis van 3 mogelijke inkomsten:

1. Een opslag per geladen kWh
2. Een opslag per transactie
3. Een maandelijks abonnement

De in de business case opgenomen bedragen zijn gemiddelden van de Nederlandse serviceproviders. In onderstaande tabel staat een overzicht van de gehanteerde bedragen.

| Batencomponent | Uitgangspunt baten |
|------------------------|---------------------------|
| Opslag per kWh | €0,03 per geladen kWh |
| Opslag per transactie | €0,35 per transactie |
| Maandelijks abonnement | €5,20 per klant per maand |

10.2.1 Uitgangspunten baten

Voor de berekening van de baten zijn we uitgegaan van het groeimodel dat is ontwikkeld in het kader van de business case van de CPO. Deze kent de volgende uitgangspunten:

| Jaar | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Transacties per dag | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| Geladen volume per transactie (kWh) | 9,8 | 10,1 | 10,6 | 11,5 | 12,5 | 13,7 | 15,0 | 15,4 | 17,8 | 19,4 | 21,0 |

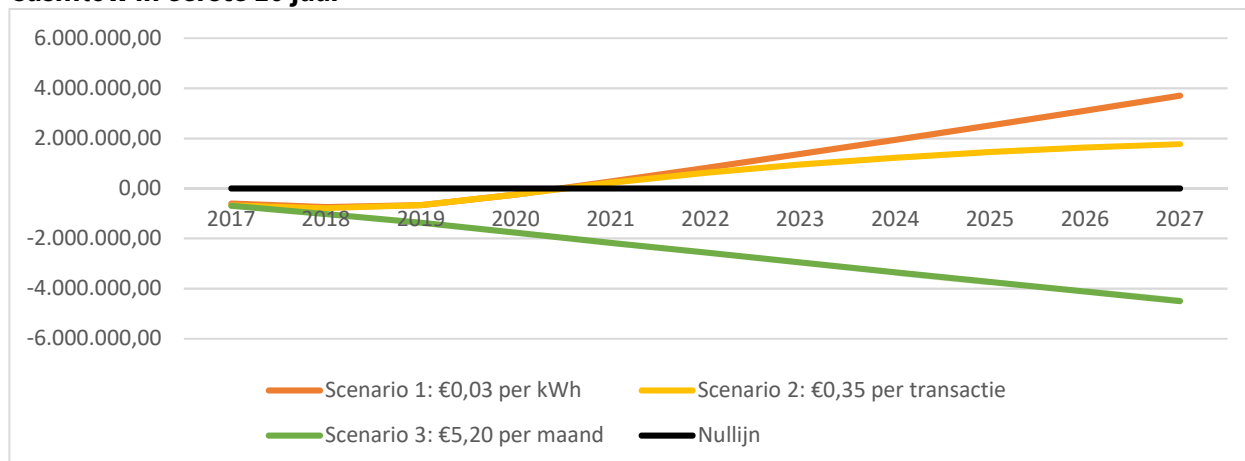
Daarnaast zijn wij uitgegaan opbouw van een klantenbestand als volgt:

| Jaar | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|----------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aantal klanten | 1000 | 2250 | 5500 | 10750 | 2.500 | 12500 | 12500 | 12500 | 12500 | 12500 | 12500 |

10.2.2 Resultaat

In onderstaande grafiek is de cashflow van de drie scenario weergegeven. Daaronder staat een tabel met de belangrijkste KPI's, te weten: internal rate of investement (IRR), het verwacht aantal jaren wanneer de investeringen terugverdiend gaan worden (payback) en het cumulatieve resultaat.

Cashflow in eerste 10 jaar



| Batencomponent | IRR | Payback (jaren) | Cumulatief resultaat |
|----------------------------------|---------|-----------------------|----------------------|
| Scenario 1: €0,03 per kWh | 37,64% | 4 | €3.707.314 |
| Scenario 2: €0,35 per transactie | 31,68% | 4 | €1.868.635 |
| Scenario 3: €5,20 per maand | -12,41% | Geen terugverdientijd | -€4.497.114 |

11 Impact op de factuur van de eindgebruiker

Ook gaan wij in op de impact op de factuur van de eindgebruiker. Met de eindgebruiker bedoelen wij de afnemer van de elektriciteit in het Brussel Gewest. Uitgangspunt is dat de overheid op een dusdanige manier investeert dat publieke laadinfrastructuur wordt gerealiseerd, waarbij:

- > Een marktpartij een winstgevende business case heeft. Hierbij bedoelen wij een businesscase met een terugverdientijd van 3 jaar.
- > Er laadinfrastructuur gerealiseerd wordt met een concurrentie prijs per kWh ten opzichte van voertuigen met een benzine- of dieselmotor. De prijs per kWh mag niet meer bedragen dan €0,25.

Voor wat betreft de business case gaan we verder uit van de volgende aannames:

- > De CPO opereert in een netwerkmodel.
- > De palen worden reactief geplaatst.

Voor wat betreft de overheidsinvesteringen de impact er van op de eindfactuur van de eindgebruiker hanteren wij volgende aannames:

- > We gaan uit overheidsinvestering in:
 - De aanleg van de netaansluitingen.
 - De eenmalige overheidsbijdragen.
- > Kosten voor de inrichting van het parkeervak zijn niet meegenomen in de business case. Aannames is dat deze wordt betaald door de gemeenten.
- > De overheidsinvestering kunnen op twee wijzen verdeeld worden over de eindafnemer:
 - Per gebruikte kWh.
 - Per leveringspunt.

In onderstaande tabel is een kwantitatief overzicht opgenomen van de uitgangspunten:

| | Onderdeel | Kwantificering |
|--|--|--|
| Overheidsinvesteringen | Kosten voor netaansluiting (à 500 laadpalen) | 500 laadpalen maal €1.594 = €797.000 |
| | Hoogte eenmalige bijdrage (à 500 laadpalen) | 500 laadpalen maal €3.313 = €1.656.500 |
| | Totale investering | €2.453.500 |
| Kerngegevens afnemers elektriciteit in Brussels Gewest | Aantal leveringspunten | 704.298 stuks |
| | Totaal verbruik elektriciteit per jaar | 4.761.305 MWh |

De impact op de eindfactuur, uitgaande van bovenstaande uitgangspunten, laat zich dan als volgt kwantificeren:

- > Gedurende 1 jaar wordt een **opslag gerekend per kWh van €0,00052**
- > Gedurende 1 jaar worden de **kosten van een netsluiting verhoogd met €3,48 per jaar.**

12 Haalbaarheid transitie van een platformmodel naar een netwerkmodel

Tot slot is de vraag gesteld in hoeverre een transitie van een platformmodel naar een netwerkmodel in financieel-economisch opzicht mogelijk is. Algemene conclusie is dat deze haalbaar is, omdat:

- › De eenmalige en recurrente kosten in de businesscase nagenoeg gelijk zijn. Investerings in hardware en software zijn vergelijkbaar. Het enige verschil is gelegen in kosten rondom interoperabiliteit en dan specifiek de kosten gemoeid met het vastleggen van prijsafspraken.
- › De baten liggen in dit model juist hoger, gezien de grotere toegankelijk van het netwerk.

Daarnaast is natuurlijk de rol van de serviceprovider vereist in het netwerkmodel. Maar hiervan hebben wij gezien dat deze rol zonder overheidsbijdragen wordt opgepakt door de markt. Ook hebben wij gezien dat een rendabele business case goed te maken is.

Bijlagen

Deelrapport technisch-economische studie over de
oplaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen

13 Bijlage A: MCLP

MCLP

We consider a market for charging infrastructure with the above forecasted demand $d_i > 0$ given for the blocks $i \in I$. The policy maker has a given budget B to spend on opening charging points in order to provide the best service possible with public charging stations to EV owners. Charging stations may be opened at the candidate locations $j \in J$.

Patronising sets $N_i \subset N$ ($i \in I$) describe the service for the demand points: as soon as a charging station is opened within N_i , the charging need of block i will be serviced and its full demand is taken into account.

The patronising sets N_i are determined as follows: the candidate locations lying within a threshold distance d from block i 's location.

$$N_i = \{j \in J : d_{ij} \geq d\} \quad \forall i \in I \quad (1)$$

This threshold distance typically depends on the type of service. In the case of charging facilities for residents, we assume the threshold distance is 350m. To assess the sensitivity of the solution to the distance threshold, we also performed analyses under the assumption of a threshold distance of 200m and 500m.

The full model formulation is as follows:

$$\max \quad \sum_{i \in I} d_i x_i \quad (2)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j \in N_i} y_j \geq x_i \quad \forall i \in I \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} y_j \leq B \quad (4)$$

$$x_i \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I \quad (5)$$

$$y_j \in \{0, 1\} \quad \forall j \in J \quad (6)$$

Maximize the service of charging stations, subject to the set of covering constraints (3) and the budget constraint (4).

The candidate locations J for the charging stations are determined by an evaluation of the accessibility to the electricity grid at a reasonable cost. In total, 1292 candidate location are considered.

14 Bijlage B: business case scenario's

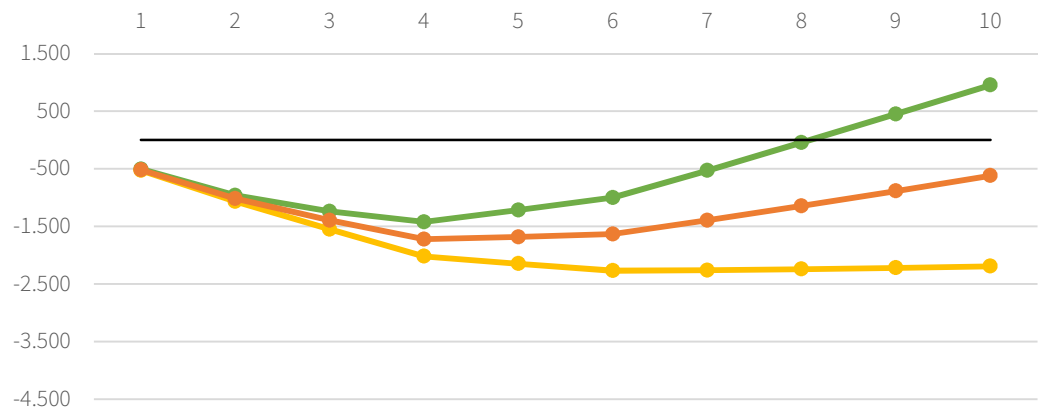
Dit document is als een aparte bijlage opgenomen.

1. Basiscase

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 500 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 125 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door de overheid |
| Kosten netaansluiting | Gedragen door de overheid |
| Rentevoet NPV | 6% |

Netwerkmodel

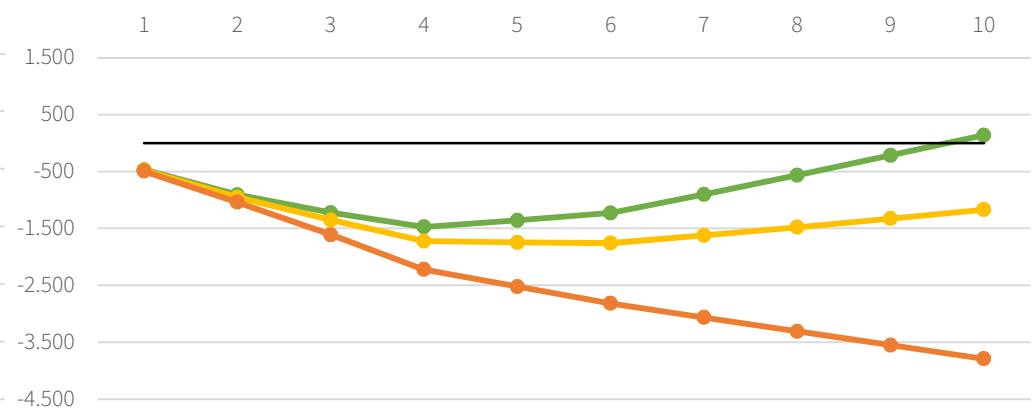
| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 233 | 9,1% | 8,1 | 949 |
| Proactief | -1.893 | #GETAL! | Geen TVT | -2.194 |
| Pro- en reactief | -830 | -7,2% | Geen TVT | -622 |



- Scenario 1 - Reactieve plaatsing
- Scenario 2 - Proactieve plaatsing
- Scenario 3 - Proactieve en reactieve plaatsing (50%/50%)
- Nullijn

Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | -285 | 1,6% | 9,6 | 139 |
| Proactief | -1.170 | -16,4% | Geen TVT | -1.170 |
| Pro- en reactief | -2.942 | #GETAL! | Geen TVT | -3.789 |



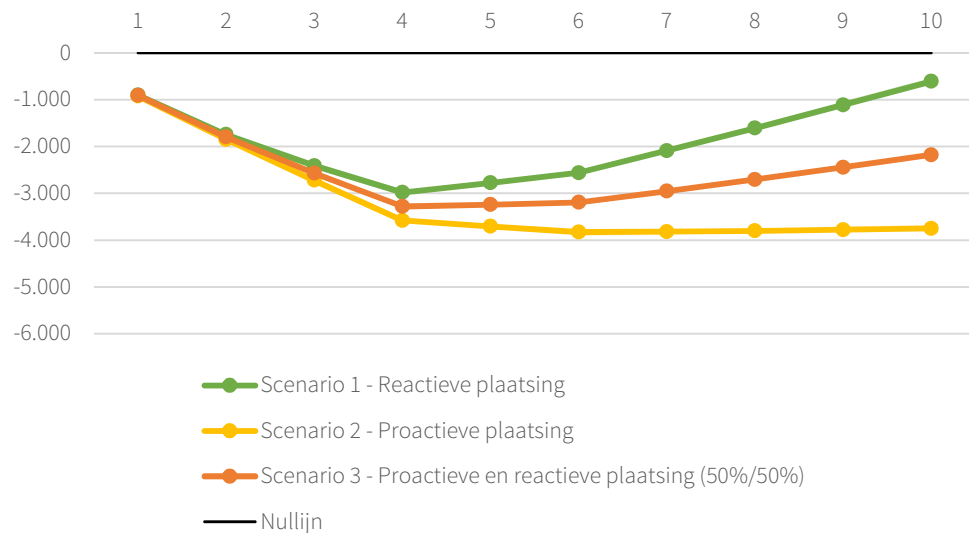
- Scenario 1 - Reactieve plaatsing
- Scenario 2 - Proactieve plaatsing
- Scenario 3 - Proactieve en reactieve plaatsing (50%/50%)
- Nullijn

2. Basiscase + alle kosten voor de CPO

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 500 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 125 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | €1.594 |
| Kosten netaansluiting | €1.520 |
| Rentevoet NPV | 6% |

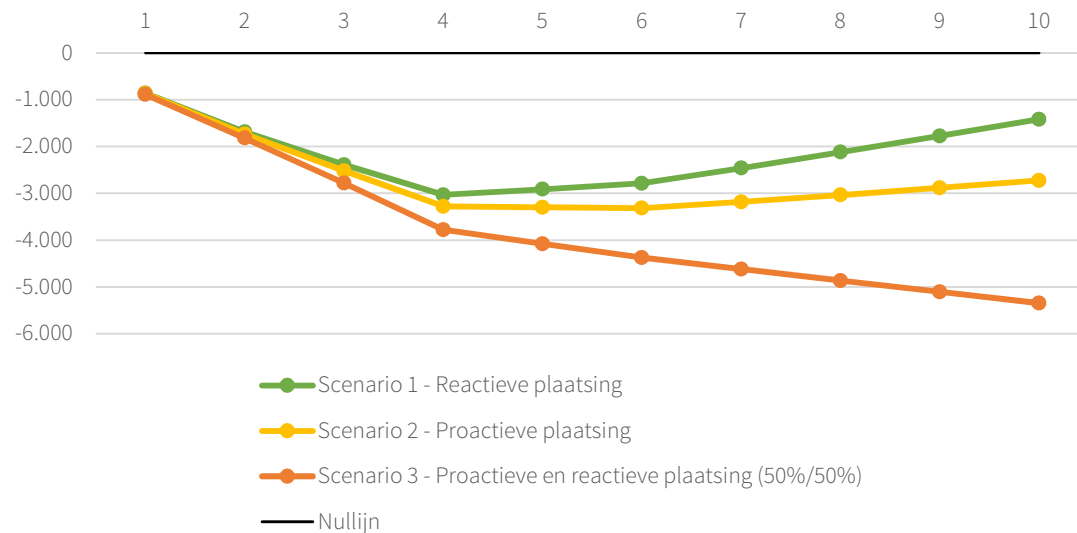
Netwerkmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|----------------|-------------|------------------|
| Reactief | -1.116 | -3,9% | Geen TVT | -608 |
| Proactief | -3.241 | #GETAL! | Geen TVT | -3.751 |
| Pro- en reactief | -2.179 | -16,7% | Geen TVT | -2.179 |



Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|----------------|-------------|------------------|
| Reactief | -1.634 | -10,4% | Geen TVT | -1.418 |
| Proactief | -2.519 | -24,8% | Geen TVT | -2.727 |
| Pro- en reactief | -4.290 | #GETAL! | Geen TVT | -5.346 |

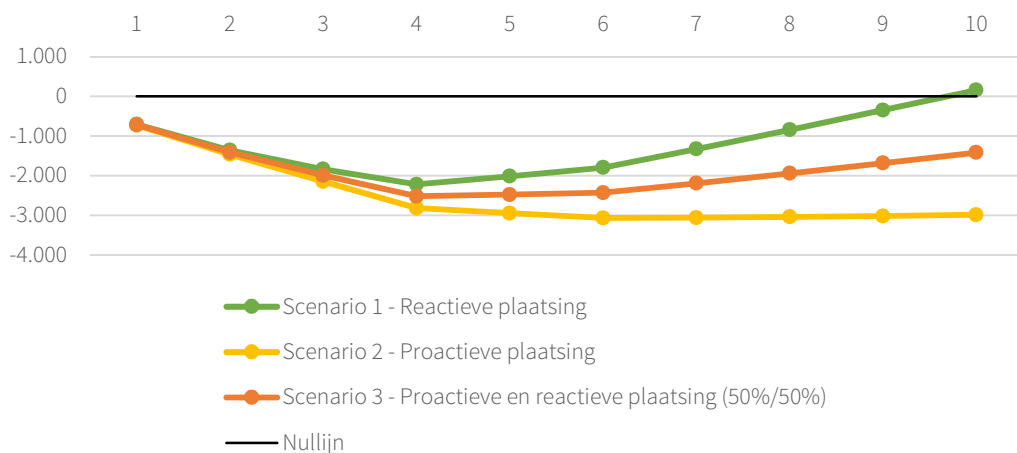


3. Basiscase + kosten netaansluiting CPO

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 500 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 125 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door de overheid |
| Kosten netaansluiting | €1.520 |
| Rentevoet NPV | 6% |

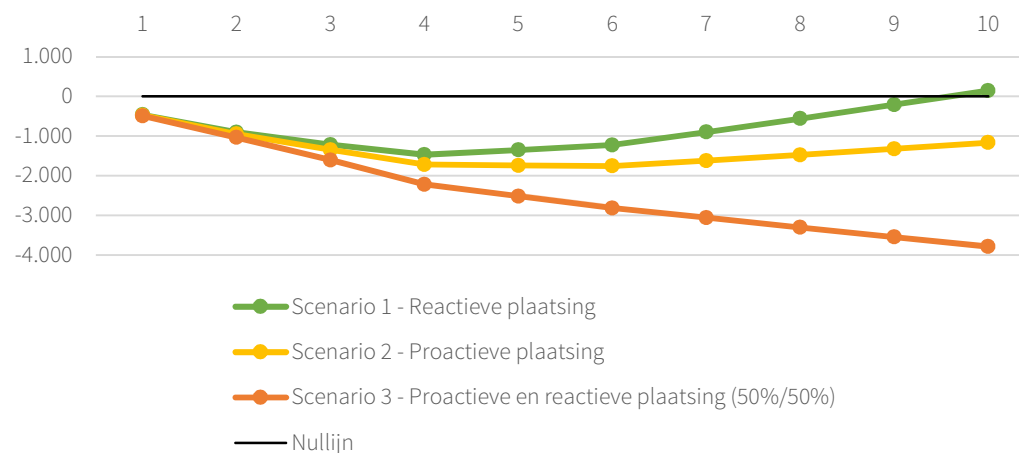
Netwerkmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | -458 | 1,2% | 9,7 | 152 |
| Proactief | -2.583 | #GETAL! | Geen TVT | -2.991 |
| Pro- en reactief | -1.520 | -12,9% | Geen TVT | -1.419 |



Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|-------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Best case | -285 | 1,6% | 9,6 | 139 |
| Normal case | -1.170 | -16,4% | Geen TVT | -1.170 |
| Worst case | -2.942 | #GETAL! | Geen TVT | -3.789 |

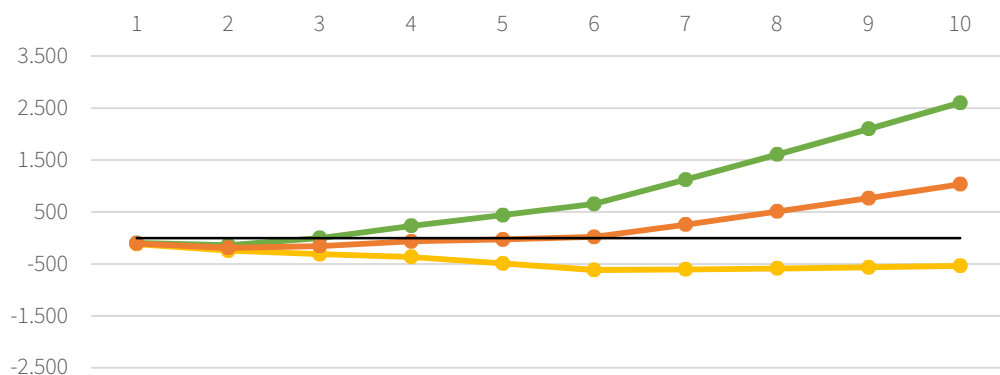


4. Basiscase + eenmalige overheidsbijdrage

*terugverdientijd van 3 jaar

Netwerkmiddel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 1.668 | 89,5% | 3,0 | 2.606 |
| Proactief | -457 | #GETAL! | Geen TVT | -537 |
| Pro- en reactief | 605 | 38,1% | 5,6 | 1.034 |

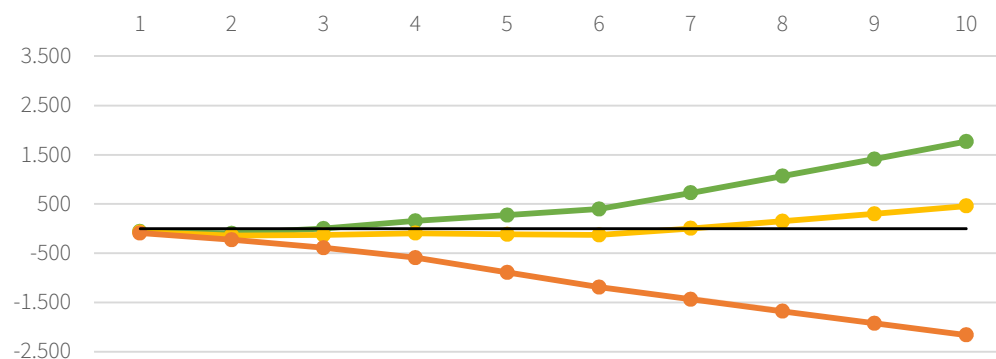


- Scenario 1 - Reactieve plaatsing
- Scenario 2 - Proactieve plaatsing
- Scenario 3 - Proactieve en reactieve plaatsing (50%/50%)
- Nullijn

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 500 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 125 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €23.313 in netwerkmodel; reactieve plaatsing €3.259 in platformmodel; best case |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door de overheid |
| Kosten netaansluiting | Gedragen door de overheid |
| Rentevoet NPV | 6% |

Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|-------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Best case | 1.127 | 88,7% | 3,0 | 1.769 |
| Normal case | 241 | 24,7% | 7,0 | 459 |
| Worst case | -1.530 | #GETAL! | Geen TVT | -2.160 |



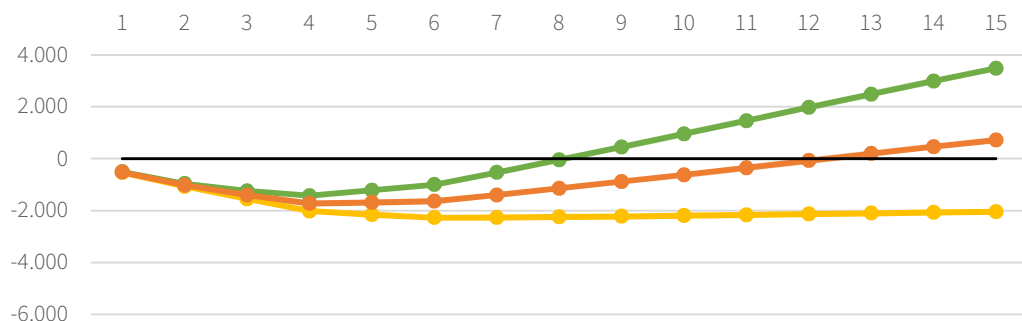
- Scenario 1 - Reactieve plaatsing
- Scenario 2 - Proactieve plaatsing
- Scenario 3 - Proactieve en reactieve plaatsing (50%/50%)
- Nullijn

5. Basiscase + exploitatietermijn 15 jaar

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 500 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 125 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 15 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door de overheid |
| Kosten netaansluiting | Gedragen door de overheid |
| Rentevoet NPV | 6% |

Netwerkmodel

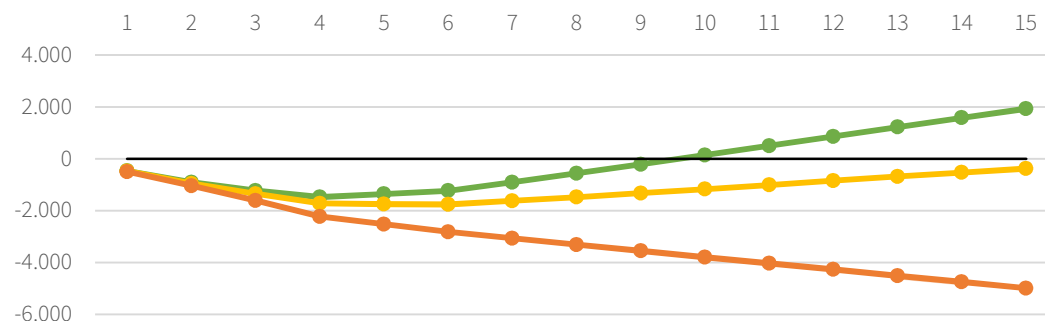
| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 1.426 | 17,0% | 8,1 | 3.482 |
| Proactief | -1.823 | -22,6% | Geen TVT | -2.048 |
| Pro- en reactief | -199 | 4,2% | 12,3 | 717 |



- Scenario 1 - Reactieve plaatsing
- Scenario 2 - Proactieve plaatsing
- Scenario 3 - Proactieve en reactieve plaatsing (50%/50%)
- Nullijn

Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 558 | 10,9% | 9,6 | 1.928 |
| Proactief | -796 | -2,7% | Geen TVT | -376 |
| Pro- en reactief | -3.504 | #GETAL! | Geen TVT | -4.985 |



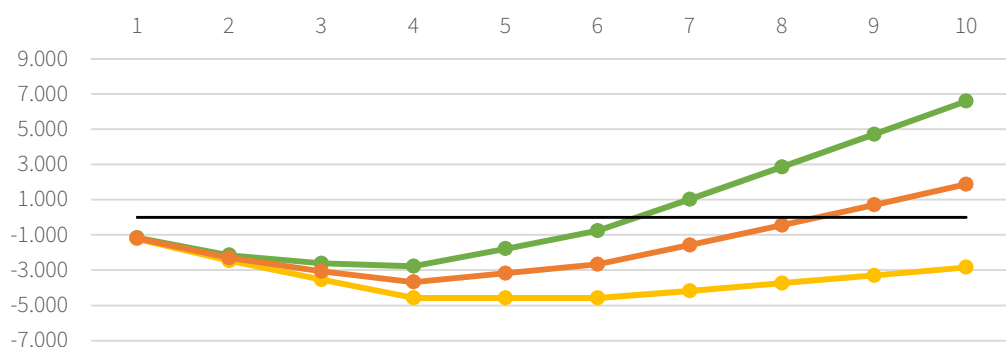
- Scenario 1 - Reactieve plaatsing
- Scenario 2 - Proactieve plaatsing
- Scenario 3 - Proactieve en reactieve plaatsing (50%/50%)
- Nullijn

6a. Basiscase + 1.000 laadpalen

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 1.000 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 250 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door de overheid |
| Kosten netaansluiting | Gedragen door de overheid |
| Rentevoet NPV | 6% |

Netwerkmodel

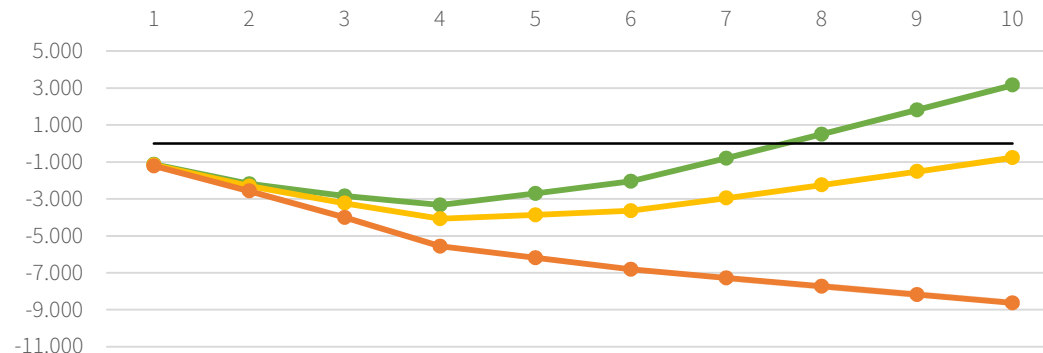
| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 1.842 | 19,4% | 6,8 | 3.768 |
| Proactief | -2.409 | -19,9% | Geen TVT | -2.517 |
| Pro- en reactief | -283 | 3,7% | 9,1 | 625 |



- Scenario 1 - Reactieve plaatsing
- Scenario 2 - Proactieve plaatsing
- Scenario 3 - Proactieve en reactieve plaatsing (50%/50%)
- Nullijn

Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 439 | 9,6% | 8,0 | 1.649 |
| Proactief | -1.332 | -6,7% | Geen TVT | -970 |
| Pro- en reactief | -4.874 | #GETAL! | Geen TVT | -6.208 |



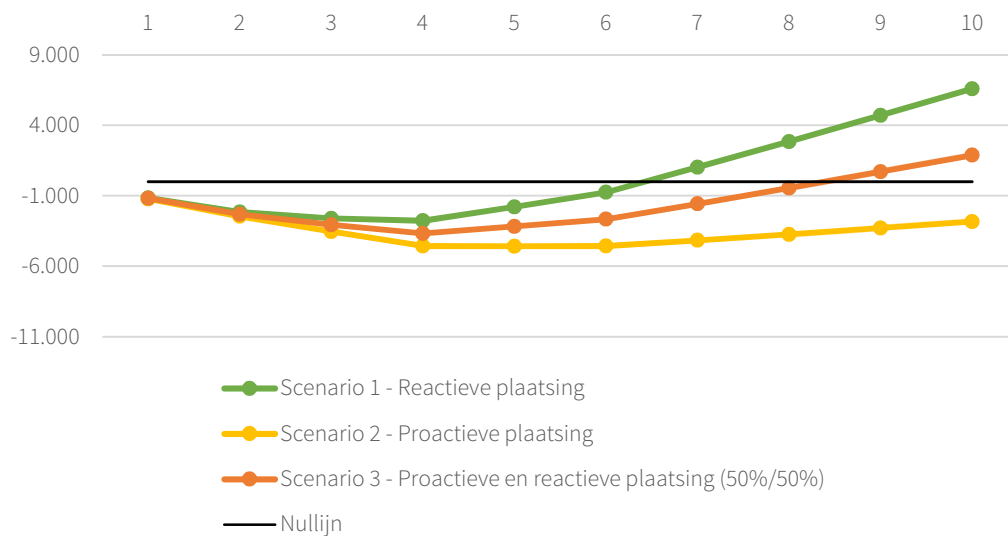
- Scenario 1 - Reactieve plaatsing
- Scenario 2 - Proactieve plaatsing
- Scenario 3 - Proactieve en reactieve plaatsing (50%/50%)
- Nullijn

6b. Basiscase + 1.500 laadpalen

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 1.000 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 250 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door de overheid |
| Kosten netaansluiting | Gedragen door de overheid |
| Rentevoet NPV | 6% |

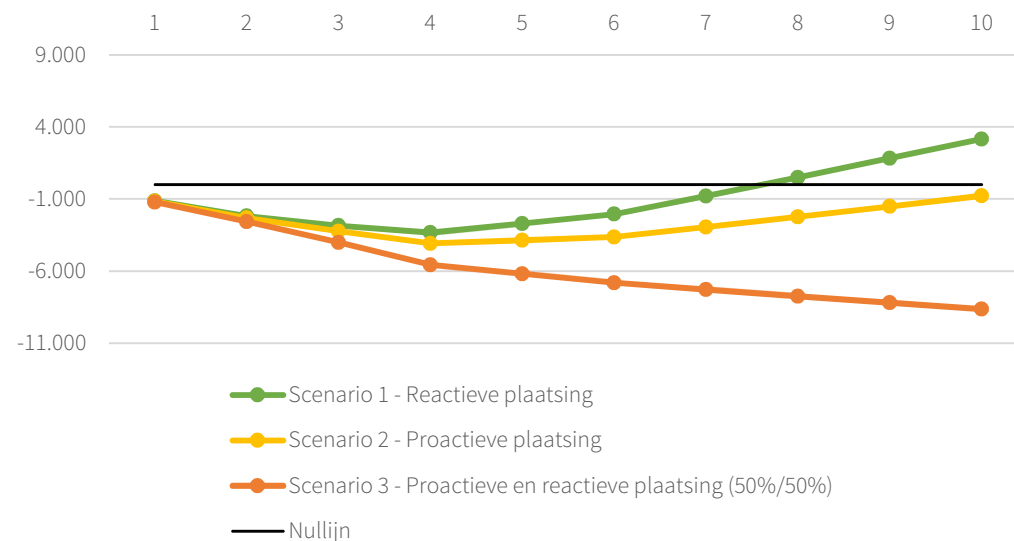
Netwerkmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 3.452 | 23,3% | 6,4 | 6.588 |
| Proactief | -2.925 | -14,7% | Geen TVT | -2.841 |
| Pro- en reactief | 263 | 7,5% | 8,4 | 1.873 |



Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 1.163 | 12,4% | 7,6 | 3.159 |
| Proactief | -1.494 | -3,5% | Geen TVT | -769 |
| Pro- en reactief | -6.807 | #GETAL! | Geen TVT | -8.626 |

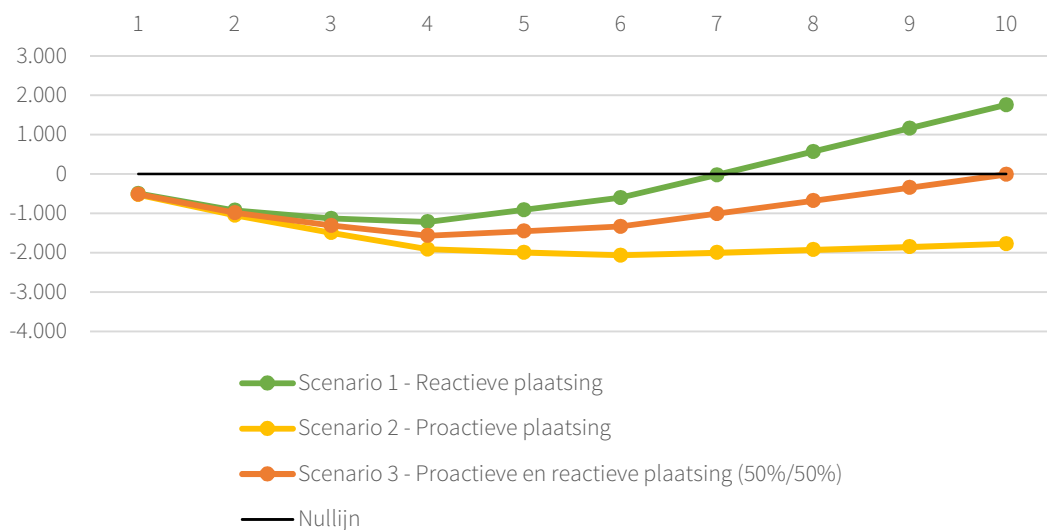


7. Basiscase + starttarief

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 1.000 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 250 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,25 |
| Starttarief | €0,25 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door de overheid |
| Kosten netaansluiting | Gedragen door de overheid |
| Rentevoet NPV | 6% |

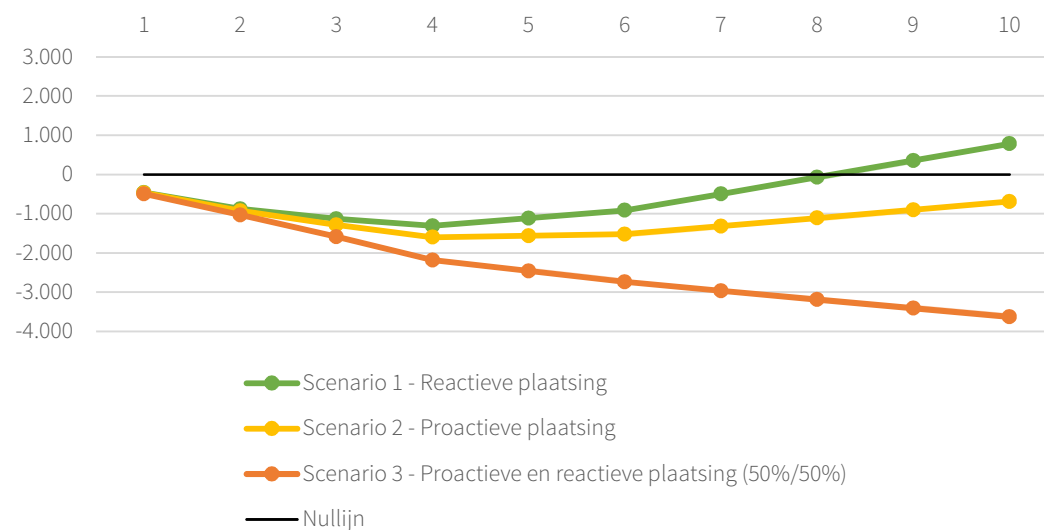
Netwerkmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 791 | 16,4% | 7,0 | 1.752 |
| Proactief | -1.602 | #GETAL! | Geen TVT | -1.776 |
| Pro- en reactief | -405 | -0,1% | Geen TVT | -12 |



Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 162 | 8,4% | 8,2 | 782 |
| Proactief | -835 | -9,0% | Geen TVT | -688 |
| Pro- en reactief | -2.830 | #GETAL! | Geen TVT | -3.628 |



8. Basiscase + prijs per kWh €0,30

| Aannames | Beschrijving |
|---------------------------------|---|
| Aantal laadpalen | 1.000 palen, geplaatst in periode 2017 – 2020, 250 palen per jaar |
| Exploitatietermijn | 10 jaar |
| Prijs per kWh | €0,30 |
| Starttarief | €0,00 |
| Overheidsbijdrage | €0,00 |
| Kosten inrichting oplaadlocatie | Gedragen door de overheid |
| Kosten netaansluiting | Gedragen door de overheid |
| Rentevoet NPV | 6% |

Netwerkmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 1.661 | 26,0% | 6,2 | 3.061 |
| Proactief | -1.150 | -13,8% | Geen TVT | -1.096 |
| Pro- en reactief | 256 | 9,4% | 8,1 | 983 |

Platformmodel

| | NPV [k€] | IRR [%] | Payback [j] | Cum. result [k€] |
|------------------|----------|---------|-------------|------------------|
| Reactief | 858 | 17,7% | 7,0 | 1.829 |
| Proactief | -313 | 1,1% | 9,7 | 97 |
| Pro- en reactief | -2.656 | #GETAL! | Geen TVT | -3.367 |

