

Elektrisch bouwen

De ontwikkeling van de elektrische bouwplaats in Nederland t/m 2035

Elaadnl

Outlook
Q1 2021



Februari 2021

Nazir Refa
nazir.refa@elaad.nl
+ 31 6 40 60 64 96

Jan van Rookhuijzen
jan.vanrookhuijzen@elaad.nl
+ 31 6 39 01 75 33

Inhoudsopgave

Pagina

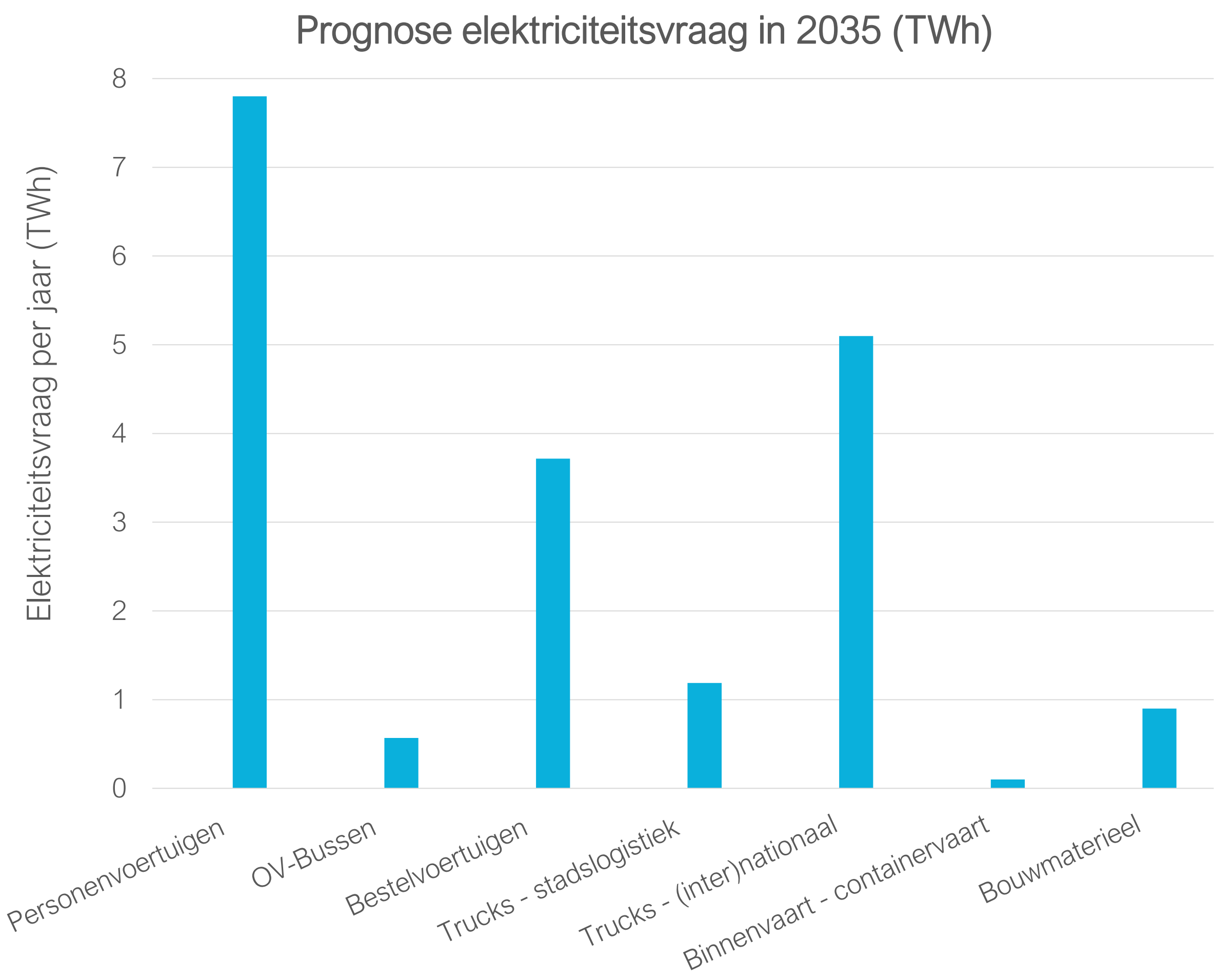
3	Samenvatting ElaadNL Outlooks
4	ElaadNL Outlook
5	Marktsegmenten
6	Groeiscenario's
7	Marktontwikkelingen
8	Laadlocaties
9	Laadprofiel
10	Punten van aandacht
11	Conclusie
12	Referentielijst
13	Bijlage 1: Woning- en utiliteitsbouw
14	Bijlage 2: Wegenbouw
15	Bijlage 3: Waterbouw
16	Bijlage 4: Mobiele werktuigen in de bouw
17	Bijlage 5: Bouwaansluiting
	Colofon

Samenvatting ElaadNL Outlooks

Elektriciteitsvraag per modaliteit

In onderstaande tabel en de grafiek hiernaast is de elektriciteitsvraag per modaliteit weergegeven op basis van de uitkomsten van alle ElaadNL Outlooks tot nu toe. Ter vergelijking: de totale elektriciteitsvraag in Nederland bedraagt nu ongeveer 113 TWh (CBS, 2020). U kunt alle voorgaande Outlooks teruglezen door op de link in de kolom ‘soort’ te klikken. U kunt ook onze [overzichtspagina](#) bezoeken.

Soort	Huidig aandeel e-voertuigen*	Prognoses ElaadNL Outlook 2035 (midden scenario)		
		Aandeel e-voertuigen	Aantal e-voertuigen	Elektriciteitsvraag (TWh) per jaar
Personenvoertuigen	3,2%	35%	3.000.000	7,8
OV-bussen	25%	95%	4.700	0,6
Bestelvoertuigen	0,7%	61%	618.600	3,7
Trucks - stadslogistiek	0,6%	83%	25.000	1,2
Trucks - (inter)nationaal	0%	42%	48.500	4,9
Binnenvaart - containervaart	0%	51%	97	0,1
Bouwmaterieel**	0%	42%	24.625	0,9



* Gebaseerd op cijfers van RVO.
** Cijfers zijn inclusief weg- en waterbouw.

Elektrisch bouwen

De energietransitie is in volle gang. Nieuwe ontwikkelingen en nieuwe manieren waarop met energie wordt omgegaan hebben impact op het elektriciteitsnet en op de werkzaamheden van de netbeheerder. Ook op het gebied van elektrisch vervoer komt er in de komende tijd veel op de netbeheerders af.

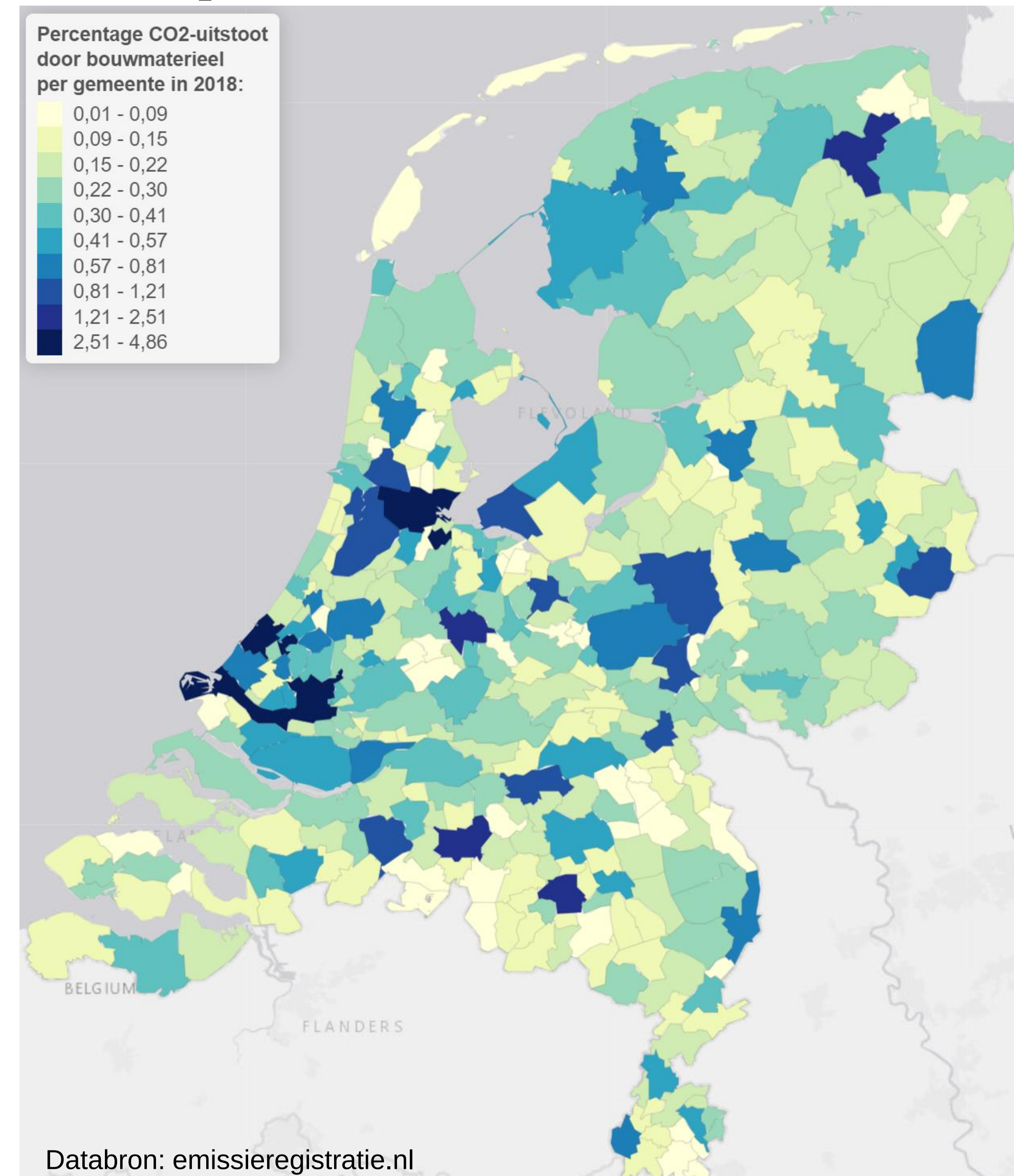
ElaadNL publiceert daarom ieder kwartaal een Outlook, waarin steeds een onderwerp wordt uitgelicht. Welke ontwikkelingen zijn er, hoe snel gaan ze, waar vinden ze plaats, wat is de vermogensvraag en wat drijft de klant? Door onderzoeken, analyses en gesprekken met experts en de markt wordt inzichtelijk gemaakt welke mogelijke scenario's er kunnen plaatsvinden. Dergelijke scenariostudies kunnen inzicht en houvast bieden voor de netbeheerders, een kader scheppen en mogelijke verbeterpunten aanreiken om de energietransitie in goede banen te leiden.

In deze editie kijken we naar elektrisch bouwmaterieel en de energievoorziening op de bouwplaats. De roep om zero-emissie bouw materiaal wordt steeds luider waarbij luchtkwaliteitseisen, CO₂-uitstoot en lokale stikstofdepositie een belangrijke rol spelen. Tegelijkertijd zit de technologische ontwikkeling niet stil. Batterijen worden goedkoper, elektrische aandrijving steeds gangbaarder en ook komt het aanbod van elektrisch materieel langzaam op gang.

De bouwsector bestaat uit verschillende segmenten, verschillende soorten bouw materieel, verschillende soorten werkzaamheden en verschillende laadoplossingen. De transitie naar elektrisch bouw materieel zal dus over een aantal assen plaats vinden.

In deze Outlook behandelen we de verschillende segmenten en aspecten die een rol spelen bij deze transitie, de volgorde van de ontwikkelingen, regionale spreiding en de bijbehorende netimpact. Daarbij is er extra aandacht voor de rol van de bouwaansluiting aangezien bouw werkzaamheden per definitie tijdelijk zijn van aard en in een sector waar tijdigheid een belangrijke rol speelt, is timing essentieel.

CO₂-uitstoot door bouw materieel per gemeente



Marktsegmenten

Elektrisch woning en kantoren bouwen

Mobiele werktuigen worden in verschillende sectoren ingezet. Voornamelijk de bouw en landbouw zijn grootverbruikers (zie grafiek rechts). De bouwsector is met ongeveer 6 TWh op jaarbasis verantwoordelijk voor ruim 50% van de totale energievraag. Graafmachines (28.000 stuks met 2,8 TWh) en laadschoppen (16.000 stuks met 2,4 TWh) zijn de grootverbruikers.

Binnen de bouwsector wordt materieel ingezet bij drie sub-sectoren: woningbouw, utiliteitsbouw en infrastructuurprojecten. In deze studie wordt het aantal bouwmachines binnen de bouwsector verdeeld op basis van de omzetcijfers: woningbouw (42%), utiliteitsbouw (32%) en infrastructuurprojecten (26%). De laatste categorie betreft grond-, weg- en waterbouwwerkzaamheden.

Woningen en utiliteitsbouw

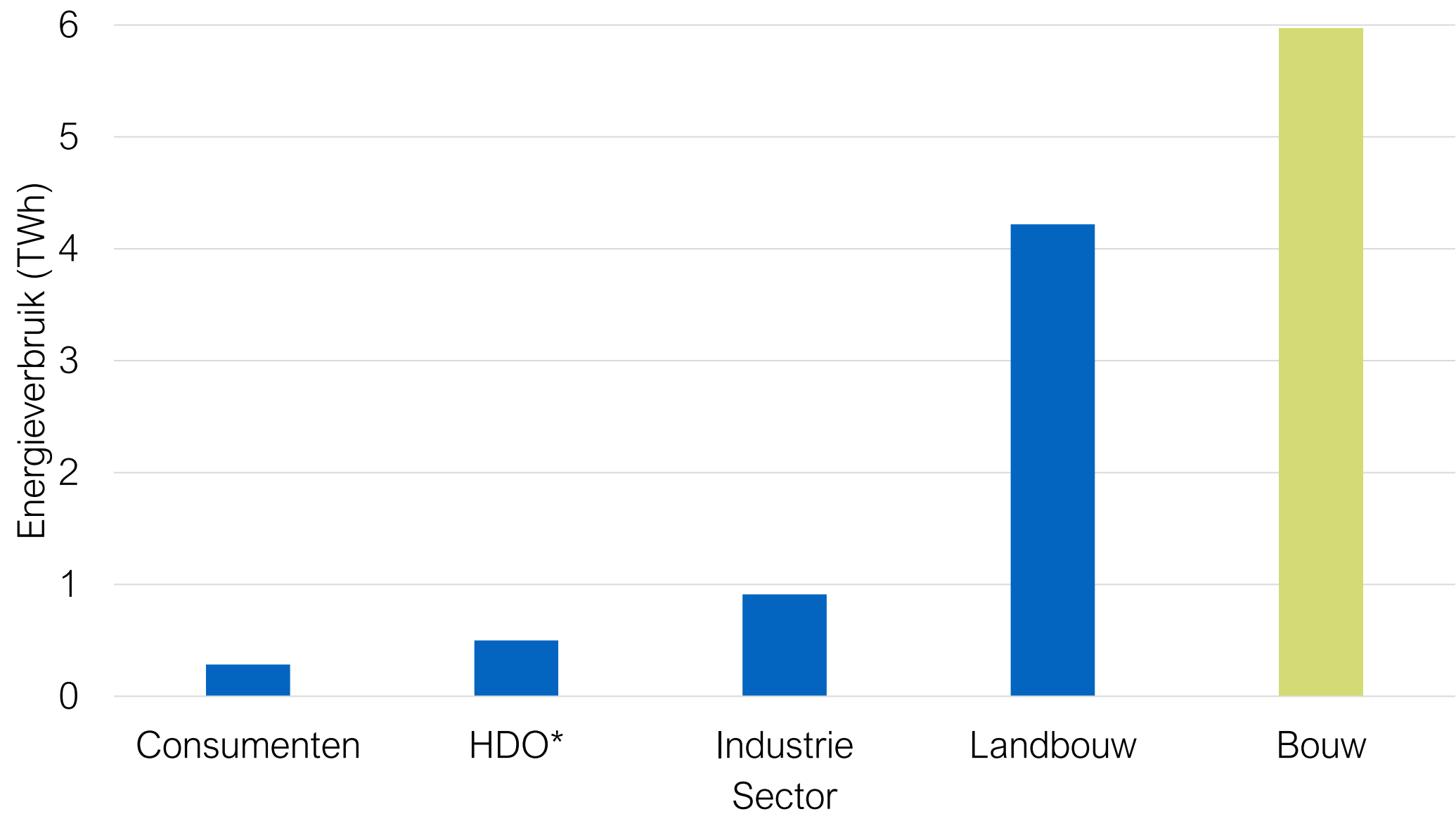
Woningen en utiliteitsbouw kenmerken zich dat er op één bepaalde locatie wordt gebouwd. Dit kunnen kleinschalige werkzaamheden zijn in bestaand gebied of juist nieuwe woonwijken die uit de grond worden gestampt. Bij bouwwerkzaamheden in gebieden waar al een elektriciteitsnet ligt, kunnen elektrische voertuigen veelal op bestaande netaansluitingen worden aangesloten. Dit in tegenstelling tot nieuwbouwlocaties. De elektrische voertuigen zijn batterij-aangedreven of kunnen rechtstreeks op het net worden aangesloten. De meeste energie is nodig voor zware machines in de grondverzetfase dat in de regel aan het begin van het project plaats vindt.

Weg- en waterbouw

De weg en waterbouw kenmerkt zich doordat er vaak niet op één vaste locatie wordt gewerkt maar juist op een traject. Daardoor is de kans kleiner dat elektrische werktuigen op korte termijn al worden ingezet en als ze dat worden is de kans klein dat ze op de bouwlocatie worden opgeladen. Voor deze Outlook wordt dan ook ingezoomd op woning- en utiliteitsbouw.

In bijlage 5 en 6 meer over weg- en waterbouw.

Energieverbruik mobiele werktuigen per sector



Databron: RWS
* Handel, Dienst en Overheid



Groeiscenario's

Elektrificatie afhankelijk van type materieel

Marktomvang

Er worden op dit moment rond de 55.000 machines in de bouwsector gebruikt. Deze mobiele werktuigen zijn qua motorvermogen te verdelen in klein (tot 56 kW; circa 40% van het totaal aantal), middel (56-130 kW; 13%) en groot (> 130 kW; 47%). De gemiddelde levensduur per type machine varieert van 6 tot 20 jaar. In deze studie hebben we voor klein, middel en grote machines respectievelijk de volgende vervangingstermijnen aangehouden; 8, 10 en 12 jaar. Op basis van deze aannames kunnen we afleiden dat de omvang van nieuwe verkopen jaarlijks rond 5.800 mobiele werktuigen ligt binnen de bouwsector.

Hoog

Alle opdrachtgevers vragen ZE-materieel en fabrikanten bieden steeds meer batterij-elektrische machines aan in alle gewichtsklassen. Door netaansluitingen, met name bij nieuwbouw, tijdig aan te leggen vormt de energievoorziening bij woning- en utiliteitsbouw geen probleem. Ook bij bouw en renovatie in bestaande wijken wordt elektrisch (ver)bouwen al snel de norm en er worden voldoende slimme laadoplossingen, al dan niet in combinatie met lokale opslag, betaalbaar aangeboden. Ook voor weg- en waterbouw wordt een aanzienlijk deel batterij-elektrisch ingezet.

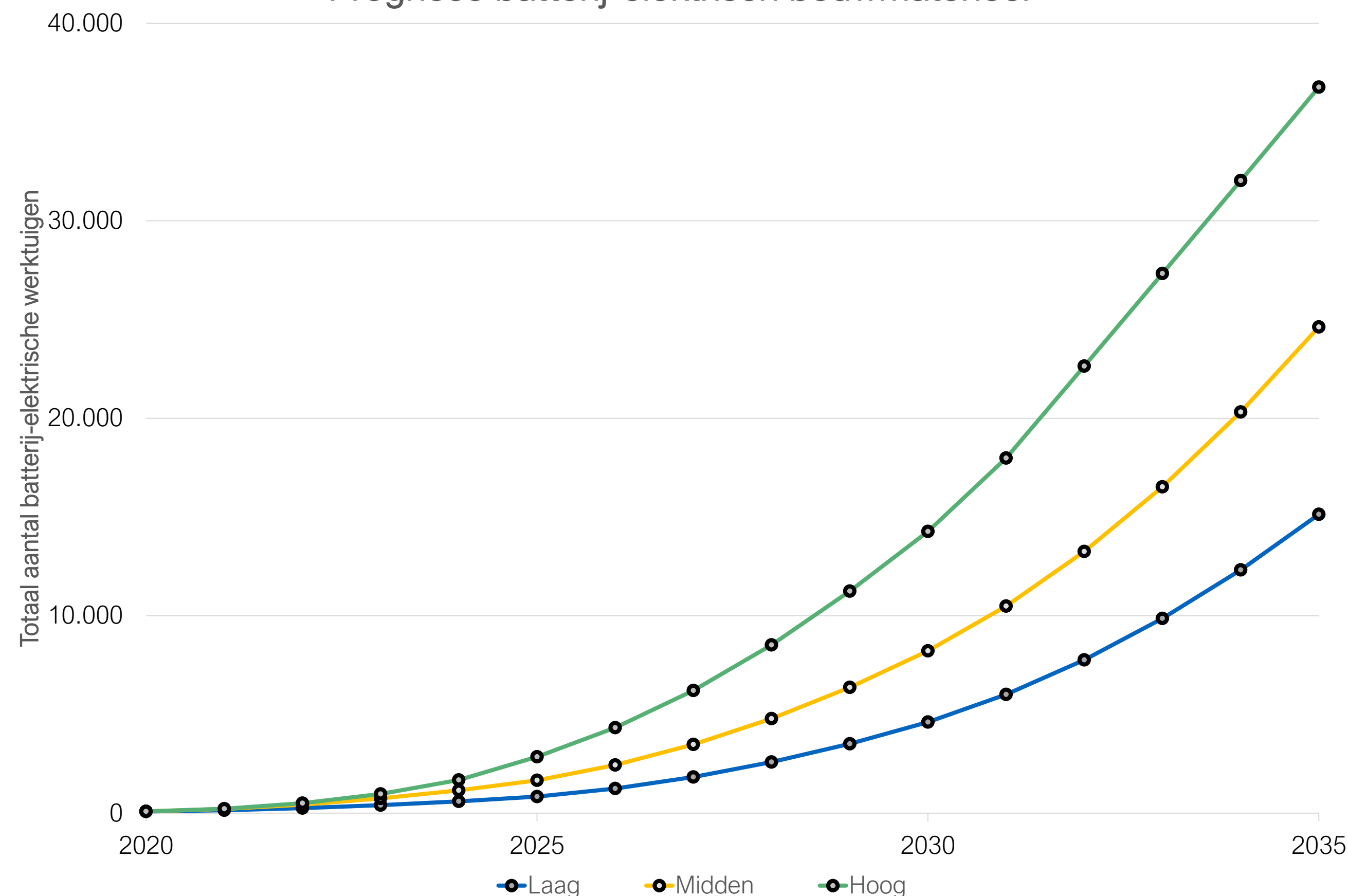
Midden

Het aanbod in het lichte en middelzware segment groeit gestaag. De TCO incl. elektriciteitsvoorziening is niet in alle gevallen lager maar emissieloos bouwen wordt steeds vaker geëist. De eerste tien jaar houdt men wel deel van het materieel op diesel aan om flexibel te blijven voor het geval er geen bruikbaar elektriciteitsnet voorhanden is. Voor weg- en waterbouw wordt ca. een kwart volledig batterij-elektrisch ingezet, aangevuld met (plug-in) hybride technologie in combinatie met biobrandstoffen en waterstof.

Laag

Opdrachtgevers eisen slechts minimale emissiereductie om zo veel mogelijk projecten door te kunnen laten gaan. Fabrikanten ontwikkelen vooral licht elektrisch materieel. Voor het zwaardere segment worden alternatieve energiedragers, zoals waterstof, populair en in de weg- en waterbouw speelt batterij-elektrisch vrijwel geen rol.

Prognose batterij-elektrisch bouwmaterieel



Marktontwikkelingen

Vraag, aanbod en oplossingsrichtingen

De adoptiesnelheid van elektrisch bouwmaterieel hangt in grote mate af van drie factoren: De technologische ontwikkelingen, de bouwlocatie en eisen vanuit de opdrachtgever/vergunningverlener.

De *total cost of ownership* (TCO) van elektrische machines ten opzichte van dieselmachines is een belangrijke factor om de overstap naar elektrisch bouwmaterieel te zetten. Door technologische ontwikkelingen, aanwezigheid van nieuwe modellen en opschalen van productie wordt elektrisch steeds interessanter ten opzichte van diesel. Het extra gewicht door batterijen lijkt hierin geen rol te spelen aangezien er vaak ballast nodig is.

Niet alle segmenten worden even snel vervangen door hun elektrische evenknie. Kleinere apparaten zijn makkelijker te vervangen door elektrische varianten dan grotere en zullen dan ook waarschijnlijk eerder de overstap maken. Ook is de gemiddelde vervangingstermijn bij lichtere machines korter waardoor eerder de overstap gemaakt kan worden.

De bouwlocatie en de aanwezigheid van laadmogelijkheden speelt een belangrijke rol. Bij bouwlocaties waar lokaal bijgeladen kan worden is de omslag eenvoudiger dan bij locaties waar dat niet kan. Bij weg- en waterbouw is dit bijvoorbeeld lastig te organiseren door verplaatsende werkzaamheden. Hier zullen in de praktijk bouwmachines en/of batterijen tussen bouwplaats en laadlocatie verplaatst moeten worden wat extra kosten met zich mee brengt. Op dit moment worden ook alternatieve oplossingen onderzocht, zoals hybrideoplossingen, waterstof(aggregaten) of mobiele batterijcontainers (zie tabel hiernaast).

De eisen van de opdrachtgever/vergunningverlener spelen ook een belangrijke rol. In (grote) steden is zero-emissie bouwen steeds prominenter vanwege de luchtkwaliteit en door lokale stikstofdepositie van diesel, wordt elektrisch bouwen ook gestimuleerd en soms zelfs geeist. Daarnaast kunnen opdrachtgevers, in de weg- en waterbouw is dat bijvoorbeeld de overheid voor 95% van de werkzaamheden, eisen stellen aan de toepassing van zero-emissiebouwmachines.



Afbeelding van Staat: Doosan DX300LC Electric

Voorkeur*	Type	Voordeel	Nadeel
1	Direct op het elektriciteitsnet	Meest efficiënt en laagste kosten	Minder geschikt voor mobiele werktuigen en niet overal mogelijk
2	Batterij-elektrisch	Zeer efficiënt	In buitengebieden is niet overal elektriciteit voorhanden
3	Waterstof-elektrisch	Niet afhankelijk van lokaal elektriciteitsnet	Minder efficiënt

* Voorkeuren volgens geïnterviewden.

Waar kunnen we de elektrische bouwmachines verwachten?

De inzet van bouwmaterieel per locatie en tijd is afhankelijk van bouw- en renovatie projecten binnen de utiliteits- en woningbouwsector. In deze analyse is de potentiële inzet van BEV bouwmaterieel op gemeenteniveau tot en met 2035 gemodelleerd. Bij het ontwikkelen van deze spreidingsmodel is er rekening gehouden met de volgende gebiedskenmerken:

Ontwikkeling woningvoorraad

Hierbij is er gekeken naar prognoses van de totale woningvoorraad en nieuwbouw per jaar en per gemeente. Daarbij worden de ontwikkelingen per gemeente vergeleken met trends op landelijk niveau. Deze ontwikkeling worden als indicatie beschouwd voor mogelijke vraag naar bouwmaterieel per regio.

Lokale emissiecijfers

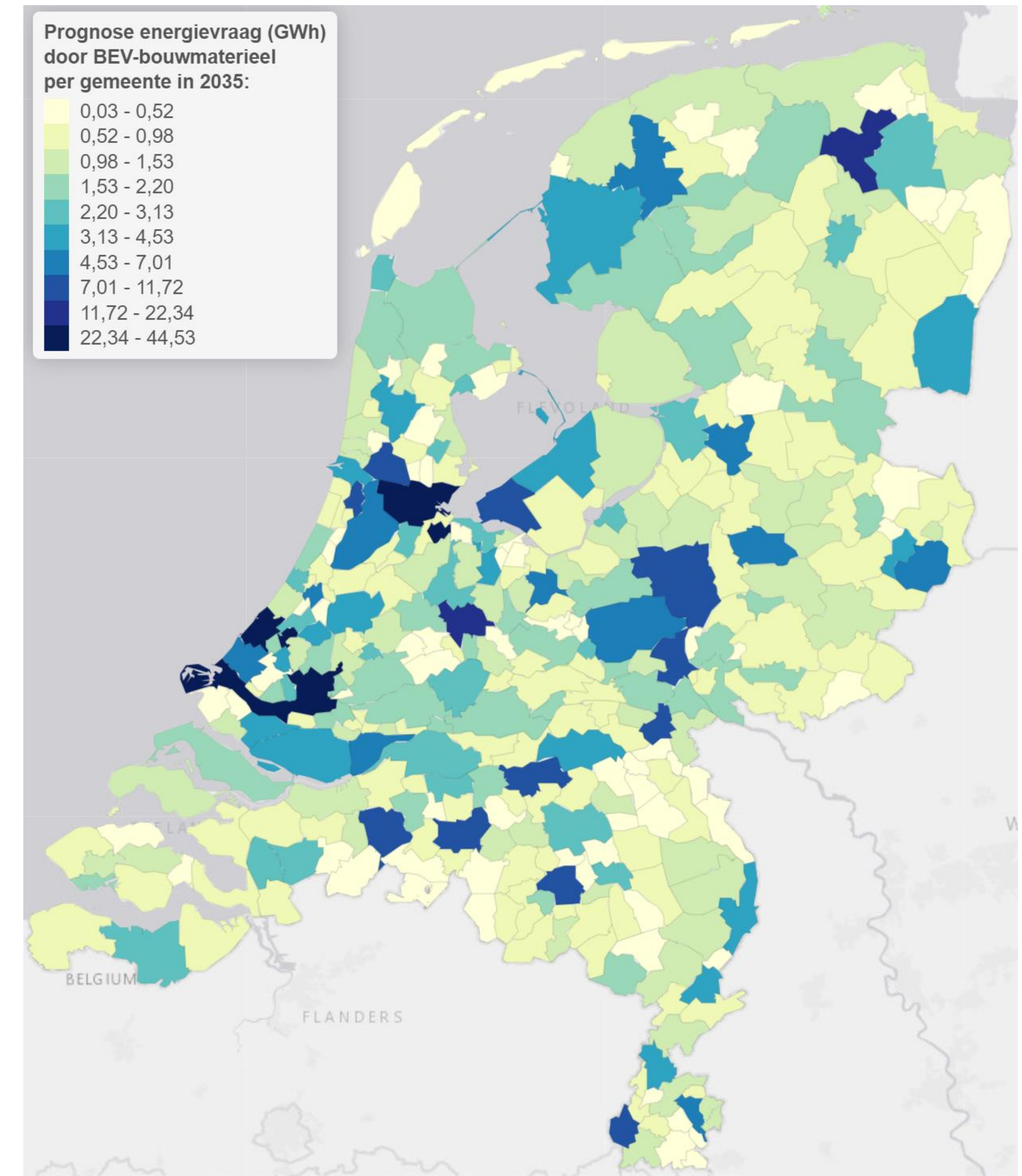
Naar verwachting zal de vraag naar elektrische bouwmaterieel hoger liggen in gebieden met een relatief 'slechte' luchtkwaliteit. Daarom is er in deze analyse gekeken naar stikstof emissies op gemeente niveau en de relatieve uitstoot hiervan per gemeente.

Nabijheid Natura 2000 gebieden

Rondom de Natura 2000 gebieden (beschermde natuurgebieden) wordt er meer gelet op de uitstoot van o.a. stikstof. In deze studie is er apart gekeken naar de ligging van bestaande- en het geprognoseerde bouw t.o.v. van Natura 2000 gebieden. Uit de analyse blijkt dat 30% van bestaande panden in Nederland zich in de nabijheid (op een afstand van minder dan 2 kilometer) van een Natura 2000 gebied bevinden. In deze studie is er aangenomen dat de inzet van elektrisch bouwmaterieel in de nabijheid van deze natuurgebieden hogere potentie heeft.

Tot slot, door het combineren van bovenstaande gebiedskenmerken is er per gemeente een potentiescore vastgesteld als het gaat om de inzet van BEV-bouwmaterieel. Vervolgens is er op basis van de opgestelde groeiscenario's gekeken hoe de spreiding van aantallen en energievraag eruit ziet op gemeente niveau. Figuur hiernaast toont het eindresultaat voor het jaar 2035.

Prognose energievraag* batterij-elektrisch bouwmaterieel in 2035 (midden scenario)



* Deze cijfers zijn exclusief de inzet van de bouwmaterieel (26%) bij infrastructuur projecten.

Laadprofiel

Nieuwbouw woonwijk

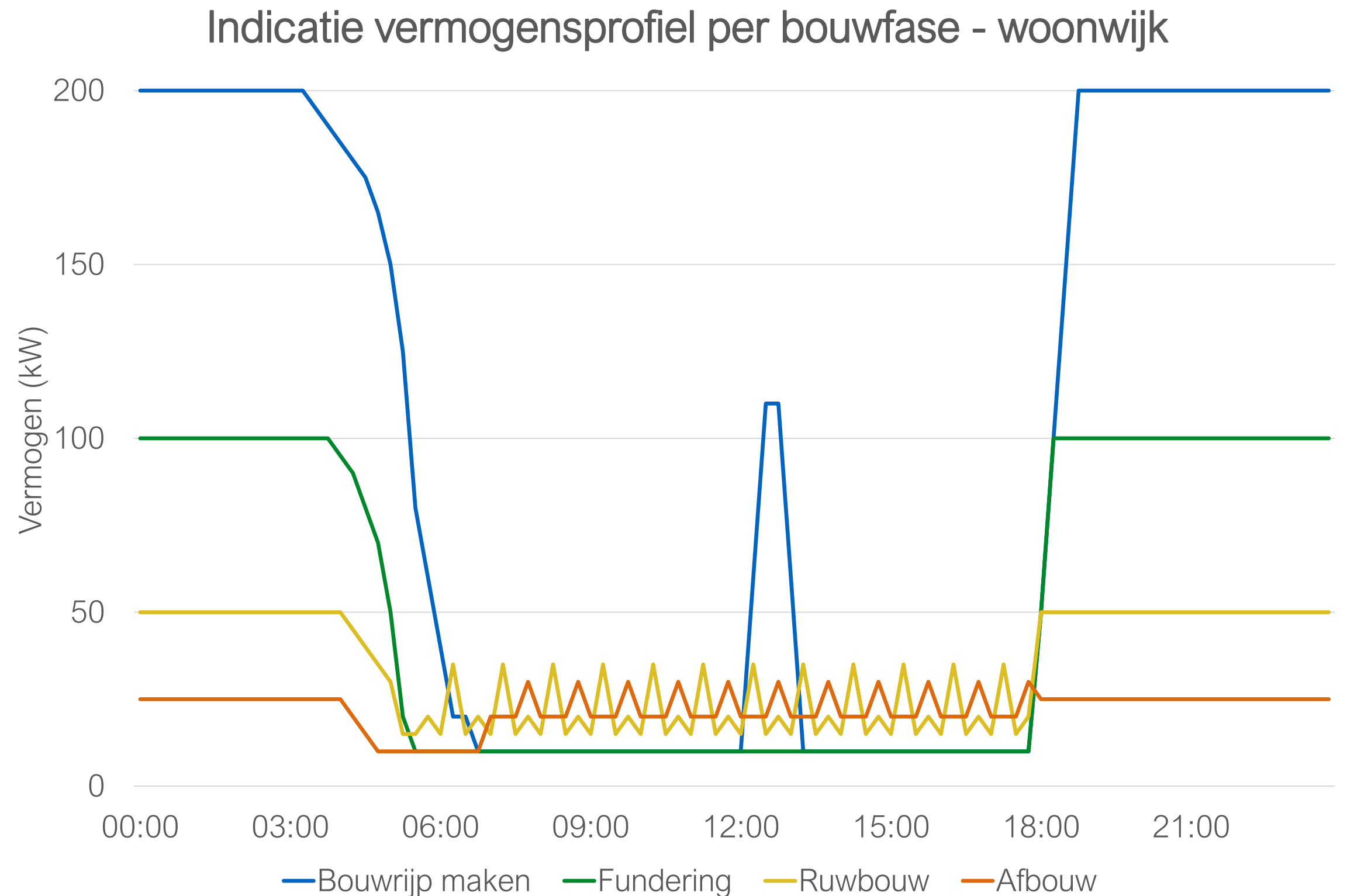
De soorten werkzaamheden voor nieuwbouw in een woonwijk verschillen per fase. Vanwege de sterke ontwikkeling in de branche en de fase van adoptie waarin we zitten, zijn er nog geen representatieve meetlocaties. Om tot een laadprofiel te komen is daarom een hypothetische wijk gemodelleerd die gebouwd gaat worden met bijbehorende werkzaamheden en laadprofiel (zie grafiek hiernaast).

Het bouwen van een nieuwbouwwijk bestaat uit vier fases met bijbehorende machines:

- **Fase 1: Bouwrijp maken.** Vier grondverzetmachines vragen een relatief hoog laadvermogen aangezien ze ca. 600 kWh/stuk/per dag verbruiken. Ze laden vooral 's nachts en deels tijdens de lunch.
- **Fase 2: Funderingen.** De machines die helpen met het uitgraven van kelders en heien vragen minder vermogen dan fase 1 maar zullen 's nachts nog steeds een significante impact op het net hebben.
- **Fase 3: Ruwbouw.** Nutsvoorzieningen, dragende muren, etc. vragen diverse voorzieningen die zowel 's nachts laden (met een mobiele batterij), maar ook een aantal machines die rechtstreeks op het net zijn aangesloten.
- **Fase 4: Afbouw.** Dekvloeren, schilderwerk, straatwerk, etc. vragen een grote diversiteit aan machines maar relatief lage vermogens. Een deel hiervan zal 's nachts laden, maar een deel ook aan de net aangelegde huisaansluitingen.

In de praktijk kunnen, met name bij grotere projecten, fase 2, 3 en 4 gelijktijdig plaatsvinden. Het eerste blok woningen kan dan al opgeleverd worden terwijl de bouw van het laatste blok nog moet starten.

Aangezien de vermogensvraag in de eerste fase al groot is, is de timing van de bouwaansluiting belangrijk aangezien deze dus al in een vroege fase gereed dient te zijn en niet pas in de afbouwfase zoals nu veelal het geval is. De exacte vermogensvraag kan overigens worden beïnvloed door gebruik te maken van batterijen of batterijen in combinatie met een aggregaat.



Punten van aandacht

Elektrisch bouwen begint met een netaansluiting

Bouwen van gebouwen.

Bij woning- en utiliteitsbouw is het voor emissieloos bouwen noodzakelijk dat de basisinfrastructuur van het elektriciteitsnet vanaf de start beschikbaar is. Al tijdens het bouwrijp maken van de grond is er behoefte aan een lokale oplaadmogelijkheid met, juist in deze eerste bouwfase, een aanzienlijk vermogen.

Met name transformatorstations moeten tijdig geplaatst en aangesloten worden. De tijdelijke laadsystemen kunnen dan direct op de transformator worden aangesloten om de bouw te faciliteren. In een latere bouwfase komt de capaciteit vrij voor de te plaatsen gebouwen. In de ideale situatie hoeft er geen extra netcapaciteit worden aangelegd om elektrisch te bouwen, maar het vermogen moet wel vanaf dag één van de bouw beschikbaar zijn.

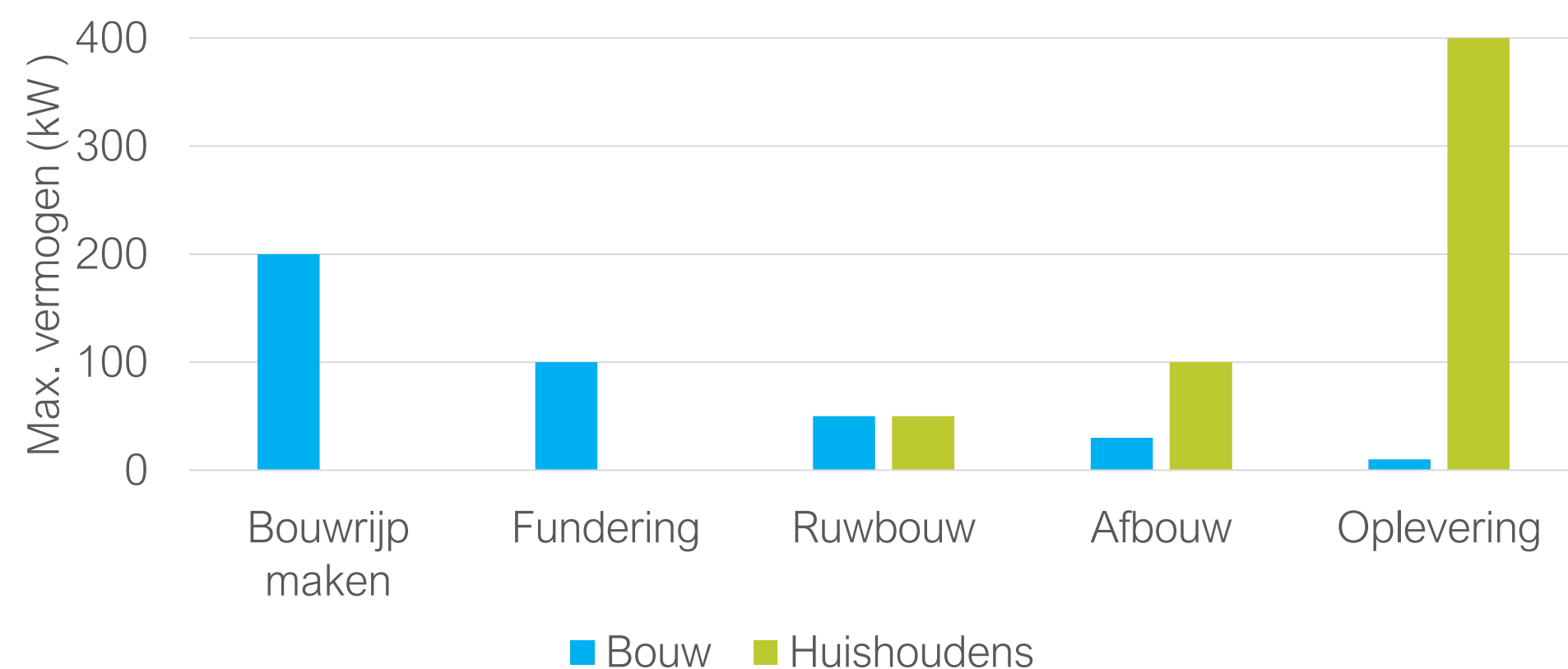
Infrastructurele werken binnen de gebouwde omgeving

Afhankelijk van het specifieke werk kunnen batterij-elektrische machines op eigen locaties laden (depot charging) en/of (dicht)bij de bouwlocatie door middel van tijdelijke netaansluitingen. Soms kunnen ook publieke laadpalen gebruikt worden mits dit qua ruimtebeslag past. De verwachting is dat er behoefte komt aan een loket waar men snel de mogelijkheden kan toetsen alvorens de werkzaamheden te starten. Zowel de gemeente als de netbeheerder kunnen hierin een rol hebben.

Weg en waterbouw buiten de gebouwde omgeving

Verduurzaming van weg- en waterbouw kan op diverse manieren maar er is nog geen helder beeld van de ideale oplossingsrichting en dus de impact voor netbeheerders. We adviseren om voor dit thema aangesloten te blijven bij de ontwikkelingen, bijvoorbeeld via initiatieven als De Groene Koers (DGK) en Emissieloos Netwerk Infra (ENI). Deze organisaties zien graag dat netbeheerders actief meedenken.

Indicatief benodigd vermogen
per fase in nieuwbouwwijk



Conclusie

Elektrisch bouwen in de toekomst vereist actie vandaag

Zero emissie bouwen wordt de norm, maar aanbod elektrische machines nog beperkt.

De bouwsector bevindt zich in een periode van veel uitdagingen waaronder de transitie naar zero emissie bouwmaterieel. Er is een grote vraag naar meer betaalbare woningen, duurzame renovaties en onderhoud aan infrastructuur. Tegelijkertijd worden steeds meer emissie-eisen gesteld. Steeds meer bouwbedrijven starten onder druk van aanbestedingseisen dan wel op eigen initiatief met het toepassen elektrische machines in gebieden waar eerst dieselmotoren de norm waren. Het aanbod van lichte machines komt al redelijk op gang. Elektrische middelzware en zware machines worden ook aangeboden maar bevinden zich nog in een opstartfase. Zolang er lokaal in de elektriciteitsbehoefte kan worden voorzien, lijkt er veel mogelijk.

Transitiepad richting zero emissie bouwen nog niet voor iedere sector even helder.

Hoe emissieloos bouwen er in de toekomst uit gaat zien is nog niet in iedere sector even helder. Voor woning- en utiliteitsbouw is het duidelijk dat het lokale elektriciteitsnet een belangrijke rol gaat spelen om elektrisch bouwen mogelijk te maken. In de sector van weg- en waterbouw, waar de bouwplaats zich gedurende de bouwperiode vaak verplaatst en een elektriciteitsnet niet altijd dichtbij is, is het nog niet duidelijk welke oplossingsrichting het meest dominant zal worden. Mogelijk blijft hier ook een mix van energiebronnen- en dragers in gebruik.

Elektrisch bouwen vraagt een ander proces.

Nu elektrisch materieel langzamerhand meer beschikbaar komt is het ook tijd om na te denken over hoe een elektrisch bouwproces eruitziet. Duidelijk is dat ook bij nieuwbouw er al bij de start een elektriciteitsvoorziening nodig is en dat in deze eerste fase direct een hoge energiebehoefte is. Tegelijkertijd lijkt het maximaal benodigde vermogen niet hoger te hoeven zijn dan de definitieve behoefte na oplevering. Het gaat dus vooral om het eerder beschikbaar kunnen stellen van het vermogen om de bouw te faciliteren en niet om extra netcapaciteit. Dit vraagt wel veranderingen in het proces en raakt zowel netbeheerders als gemeenten, projectontwikkelaars en bouwbedrijven. Om dit mogelijk te maken is nog veel verdere afstemming nodig en dit kost veel tijd. Het is dan ook aan te bevelen hier spoedig mee te starten.

Prognose aantallen en energievraag in 2035 (midden scenario)*

Netbeheerder	Prognose aantal batterij-elektrisch bouwmaterieel	Aandeel per netbeheerder (%)	Prognose energievraag (GWh)
Coteq netbeheer	96	0,5%	3
Enduris	366	2,0%	13
Enexis	5.751	31,6%	209
Liander	7.171	39,4%	261
Rendo netwerken	62	0,3%	2
Stedin	4.636	25,4%	169
Westland infra	140	0,8%	5
Prognose totaal	18.222	100%	663

* Deze cijfers zijn exclusief de inzet van de bouwmaterieel (26%) bij infrastructuur projecten.

Referentielijst

Overzicht van (data)bronnen

Databronnen

Bron	Informatie:
CBS	Bestuurlijke grenzen 2019 Voorraad woningen en niet-woningen
Mijnaansluiting.nl	Overzicht aanvragen bouw- en tijdelijke aansluitingen
Nationaal Georegister	Natura 2000 gebieden
RWS	Marktontwikkeling Mobiele werktuigen
PBL	Regionale Bevolkingsprognose
Emissieregistratie	Emissiecijfers per gemeente

Overige rapporten

EIB (2020), [De bouw in 2030](#).
I&W (2020), [MIRT Overzicht 2021 Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport](#).
Mckinsey (2019), [Harnessing momentum for electrification in heavy machinery and equipment](#).
RWS (2019), [Toekomstige opgave Rijkswaterstaat: Perspectief op de uitdagingen en verbetermogelijkheden in de GWW-sector](#).
RWS (2020), [Routeradar 2019 Straatbeeldmonitor](#).
TNO (2020a), [Haalbaarheidsonderzoek naar de elektrificatie van zware mobiele werktuigen](#).
TNO (2020b), [Notitie NOx-reductiedoel, -pad en beleidspakket bouwsector](#).

Bijlage I: Woning- en utiliteitsbouw

Forse groei woningbouw

Werkzaamheden in de bouw gaan doorgaans over nieuwbouw. Daarnaast vormen verbouwing, herstel en onderhoud van bestaande objecten ook een grote deel van de activiteiten. Bij woning- en utiliteitsbouw is er ook een duidelijk positief verband te zien tussen nieuwbouw en overige werkzaamheden.

Huidige inzet bouwmaterieel

Bij woning en utiliteitsbouw is de huidige inzet van het bouwmaterieel op gemeentelijk niveau afgeleid op basis van nieuwbouw in 2020. Naast nieuwbouw worden de werktuigen uiteraard ook ingezet bij overige activiteiten (bijv. renovaties). Uit de data blijkt er wel dat op gemeentelijke niveau een positief verband te zien is tussen nieuwbouw en overige bouwactiviteiten. Met andere woorden geven nieuwbouwcijfers een relevante indicatie wanneer het gaat om inzet van bouwmachines. De kaartjes rechts tonen aan waar in Nederland nieuwe woningen en utiliteitsgebouwen bijgebouwd zijn in 2020.

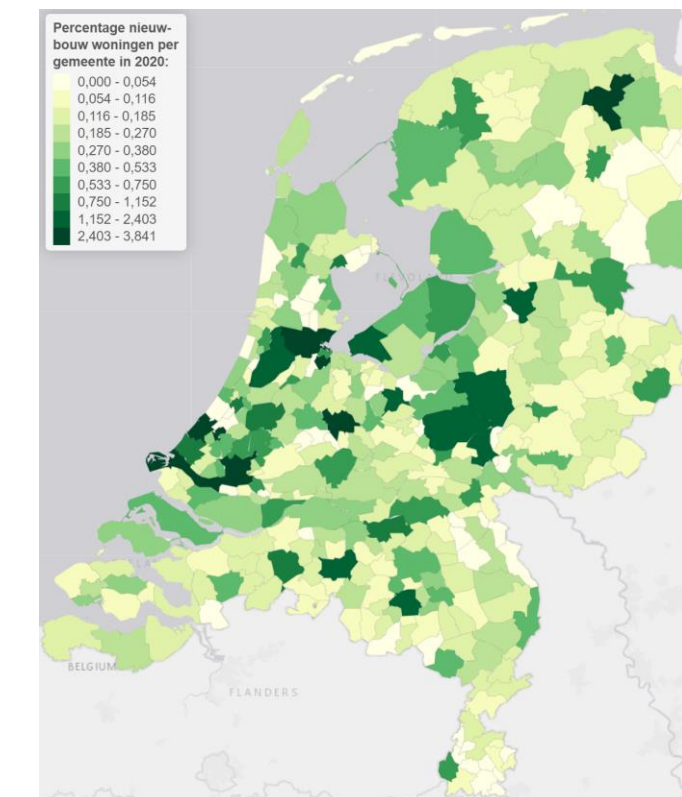
Bouwprognose

De inzet van bouwmaterieel in de komende jaren is afgeleid op basis van regionale bevolkings- en huishoudprognoses. Prognoses van het PBL en het CBS laten zien dat men in Nederland tot 2035 een netto toename van bijna 0,67 miljoen woning kan verwachten. Deze groei in de woningvoorraad is over de jaren heen afnemend. Dit vanwege de stagnatie van bevolkingsgroei vanaf 2030. Desalniettemin worden er dus flinke aantallen woningen gebouwd in de komende jaren. Daarnaast worden een deel van deze nieuwe woningen rondom de Natura 2000 gebieden gerealiseerd. Dit gegeven vraagt om hogere behoefte aan zero-emissie bouwmaterieel vanwege de stikstofemissies.

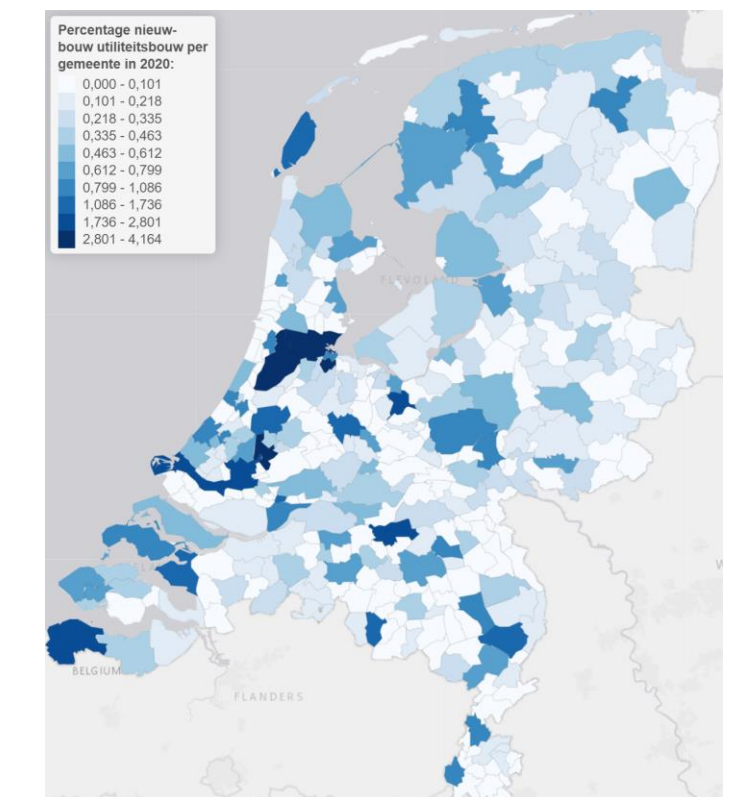
Aansluitingen

Tot slot, bij nieuwbouw wordt er meestal een bouw- of een tijdelijk aansluiting gerealiseerd op het net. Het aangevraagde vermogen van deze aansluiting is afhankelijk van de bouwtype en dus omvang van bouwprojecten. Bij renovaties wordt er zo veel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande aansluitingen. Mogelijk kan men ook bij renovaties zwaardere aansluitingen verwachten door het van aardgas overstappen naar elektrisch verwarmen, maar dit is buiten de scope van deze outlook. Bij renovaties is er meestal geen grondwerk nodig. Dit laatst betekent dus dat er minder vermogen en energievraag nodig is door het bouwmaterieel.

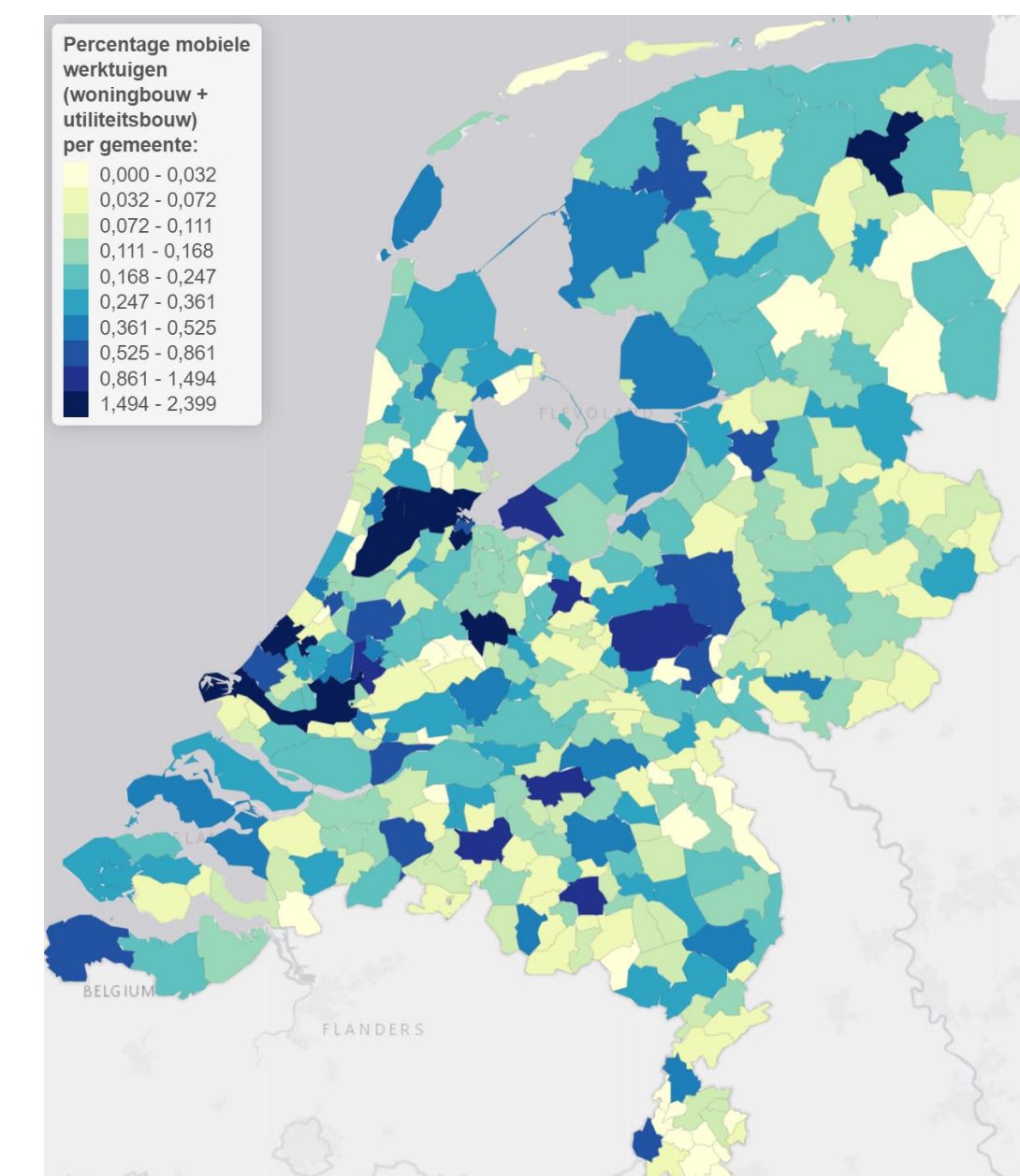
Woningbouw



Utiliteitsbouw



Aandeel werktuigen per gemeente



Bijlage 2: Wegenbouw

Energievoorziening materieel vergt maatwerk

In de wegenbouw onderscheiden we de volgende deelsegmenten:

- Snelwegen
- Provinciale wegen en gemeentelijke wegen buiten de bebouwde kom
- Wegen binnen bebouwde kom

Snelwegen

Voor snelwegen hebben we het meestal over onderhoud, verbredingen en het bouwen van nieuwe kunstwerken. Er worden weinig echt nieuwe snelwegen aangelegd. De benodigde machines zijn vaak specialistisch, zwaar en gebruiken veel energie. Elektrische modellen zijn mogelijk maar er is nog geen helder beeld op welke manier de benodigde energie bij de voertuigen zou moeten komen. Het meest voor de hand liggend lijkt het laden op eigen locaties (depot charging) eventueel aangevuld met mobiele (snel)laders met batterij- of waterstofcontainers op de bouwlocaties. Ook lijkt het interessant om de mogelijkheden voor het benutten van bestaande snellaadlocaties voor personenauto's of trucks te onderzoeken.

Voor het bouwen van grotere kunstwerken wordt steeds vaker een tijdelijke aansluiting aangevraagd en bij zero emissie bouwen lijkt een aansluitvermogen tot 1000kVA nodig om de zware grondverzetmachines op deze locaties van energie te voorzien. Om desinvesteringen voor netbeheerders te voorkomen is het mogelijk interessant om te onderzoeken of deze aansluiting na de bouw hergebruikt kan worden voor bijvoorbeeld een zonnepark.

Provinciale wegen en gemeentelijke wegen buiten de bebouwde kom

Voor wegen in buitengebieden geldt deels dezelfde opgave als bij snelwegen maar er worden kleinere machines ingezet en er kan vaker overdag gewerkt worden. Langs provinciale wegen geldt wel dat geschikte elektriciteitsvoorzieningen iets vaker in de buurt te vinden zijn. Hier kunnen tijdelijke elektriciteitsaansluitingen zeker een rol spelen, alsook gebruik van bestaande aansluitingen van derden die tegen betaling kunnen worden gebruikt. Daar waar dit niet mogelijk is of niet op tijd gerealiseerd kan worden kunnen batterij- of waterstofcontainers een flexibele oplossingen bieden.

Wegen binnen de bebouwde kom

In steden, dorpen en industrieterreinen wordt zowel geasfalteerd als straatwerk gerealiseerd. In beide gevallen kan dit zowel nieuwbouw als onderhoudswerkzaamheden betreffen. Elektriciteit is hier vrijwel altijd in de buurt voorhanden. Indien aanwezig kan gebruik worden gemaakt van reguliere laadinfrastructuur. Hiervoor zal wel vaak tijdelijk fysieke ruimte moeten worden gereserveerd (veel machines passen niet in een regulier parkeervak). Waar (nog) geen laadinfrastructuur is kan deze tijdelijk worden neergezet als het elektriciteitsnet nog ruimte biedt voor een tijdelijke aansluiting. In de meeste gevallen zal een LS-aansluiting hier voldoen. Om vervelende verrassingen te voorkomen is het wel nodig om de mogelijkheden ruim vooraf met de lokale netbeheerder af te stemmen.

Overzicht opgave werkzaamheden aan snelwegen (MIRT, 2020)



Bijlage 3: Waterbouw

Veel mogelijkheden, maar ook onzekerheden

In de waterbouw onderscheiden we de volgende deelsegmenten:

- Onderhoud aan waterwegen en in het bijzonder waterkeringen
- Bouw en onderhoud aan havens, stadskanalen enz.
- Baggerschepen

Onderhoud aan waterwegen en in het bijzonder waterkeringen

Voor het onderhoud aan waterwegen, denk aan dijkverzwaringen, worden veel zware machines ingezet. Daarnaast geldt dat het werk zich uiteraard verplaatst en er niet altijd een elektriciteitsnet in de buurt is. De inzet van een tijdelijke netaansluiting zal worden gevraagd indien dit op specifieke locaties mogelijk is, maar vaak zullen andere oplossingen worden gebruikt zoals batterijcontainers of voorzieningen met waterstof. Echter, ook bij deze oplossingsrichtingen blijven veel uitdagingen over waardoor diverse geïnterviewden de netbeheerders oproepen ook in gesprek te blijven en samen te zoeken naar pragmatische oplossingen. [Emissieloos Netwerk Infra](#) is hiervoor een geschikt platform, ook om eventuele oplossingsrichtingen in de praktijk te testen.

Bouw en onderhoud aan havens, stadskanalen enz.

Voor deze categorie geldt dat er vaak wél een elektriciteitsnet in de buurt is en batterij-elektrische machines erg voor de hand liggend zijn. In toenemende mate zullen rond deze locaties ook laadvoorzieningen voorhanden zijn maar tot die tijd kunnen ook tijdelijke netaansluitingen gevraagd worden.

Baggerschepen

Deze schepen werken langere tijd op een min of meer vaste locatie en kunnen uitstekend elektrisch werken. Zo heeft [DAMEN](#) inmiddels een elektrisch baggerschip met een totaal geïnstalleerd vermogen van ruim 3000kW in haar programma. Deze schepen worden met een kabel naar de wal op het elektriciteitsnet aangesloten waarbij een middenspanningsaansluiting nodig is van 3-6MVA (aansluitcapaciteit verschilt per netbeheerder).



Afbeelding van DAMEN: DAMEN ECSD650 elektrisch baggerschip

Vaarwegen



Water



Bijlage 4: Mobiele werktuigen in de bouw

Ontwikkeling mobiele werktuigen en elektrificatie per type

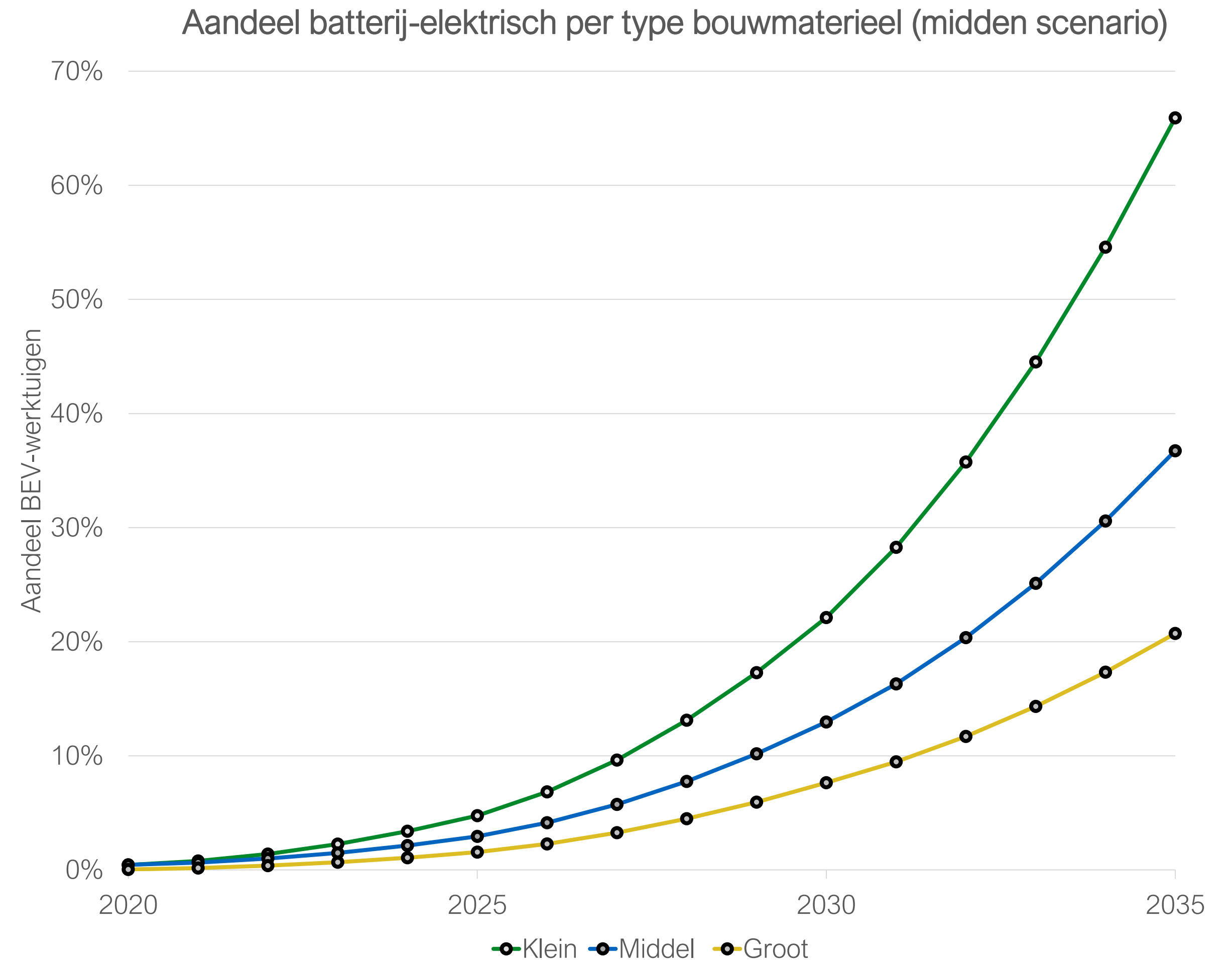
Ontwikkeling mobiele werktuigen in de bouwsector

Momenteel wordt de totale vloot van mobiele werktuigen in de bouw geschat op zo'n 55.000 machines. Binnen de bouwsector verwacht men een jaarlijkse groei van ongeveer 3,4% in de productie. Deze groei zal zich ook vertalen in de behoefte aan meer werktuigen. In deze studie wordt er daarom ook rekening gehouden met een jaarlijkse groei van 0,5% van het park.

Aandeel batterij-elektrisch per type

In de groeiscenario's is er rekening mee gehouden dat de elektrificatie van het kleine materieel (<56 kW) relatief gezien hoger ligt t.o.v. middelgrote (65-130 kW) en grote (> 130 kW) werktuigen in de bouw.

De plaatje geeft de elektrificatie per segment op basis van de prognoses uit het midden scenario weer. In 2035 zal naar verwachting 67% (rond 15.900 werktuigen) van het klein bouwmaterieel elektrisch zijn. In dat jaar zullen respectievelijk 37% (2.800 werktuigen) van het middel materieel en maar 21% (5.900) van het grote materieel volledig elektrisch aangedreven zijn.



Bijlage 5: Bouwaansluiting

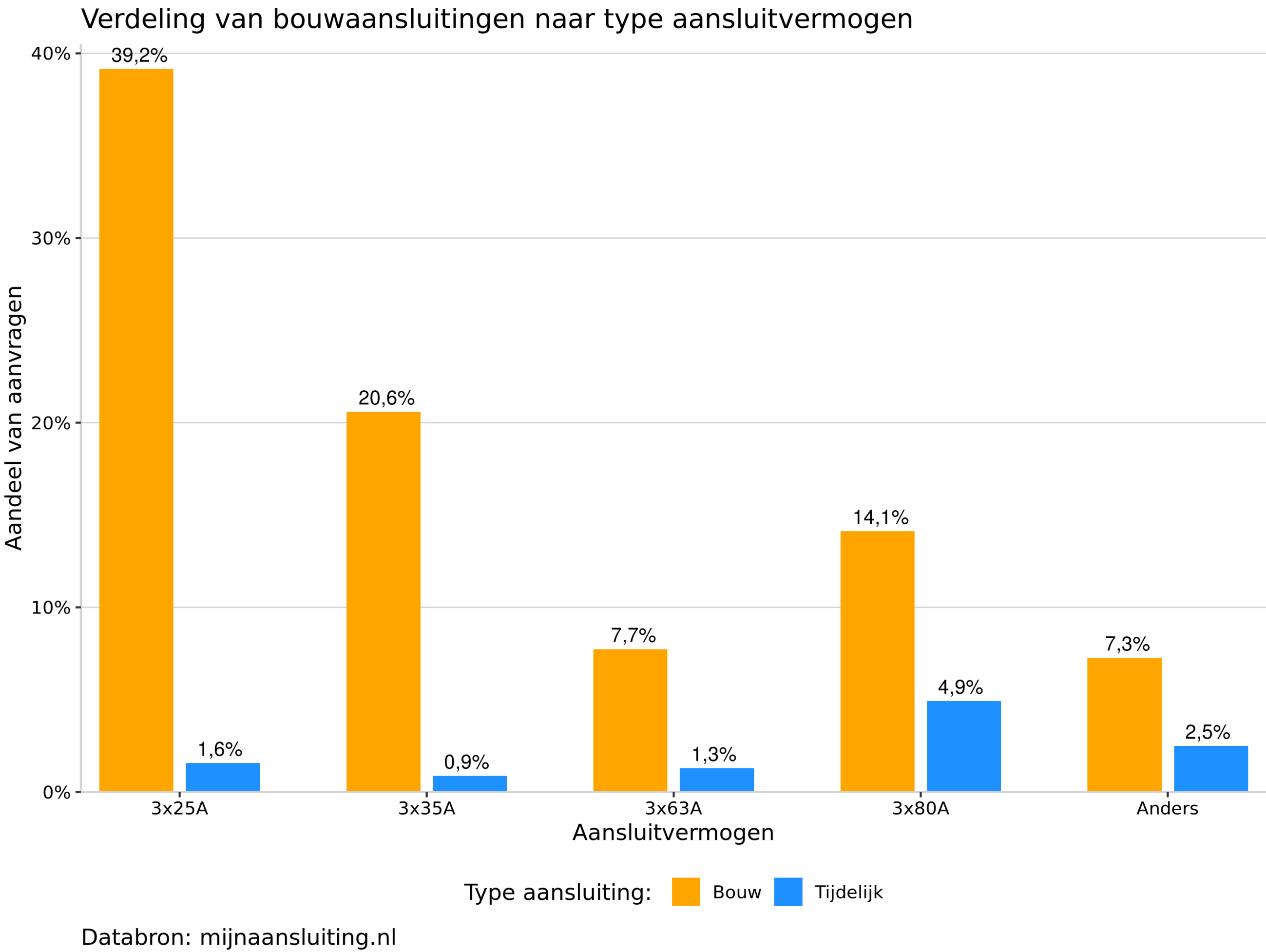
Inzichten uit huidige bouwaansluitingen

Uit een analyse van bouwaansluitingen blijkt dat er maandelijks rond 1.100 aanvragen voor bouwaansluitingen worden aangevraagd. Tabel hieronder toont de verdeling van deze aanvragen voor het jaar 2020 per netbeheerder. Deze aanvragen zijn onder te verdelen in bouwaansluitingen (89%) en tijdelijke aansluitingen (11%). De laatste categorie wordt doorgaans aangevraagd bij bouwprojecten met meervoudige woning of utiliteitsbouw.

Figuur hiernaast toont procentueel verdeling van beide type naar aansluitvermogens. Zoals uit de figuur valt op te maken, op dit moment hebben het merendeel van de bouwaansluitingen een aansluitvermogen hebben tot 3x35A (oftewel een maximale capaciteit van 24 kW).

Verder blijkt dat men op dit moment al vanuit kostenoverwegingen een optimale aansluiting aanvraagt bij de bouwprojecten die past bij de bestaande vraag. Dit betekent dus dat de vermogensvraag (c.q. zwaardere aansluiting) bij bouwaansluitingen per definitie toe gaat nemen vanwege de elektrificatie van het bouwmaterieel.

Netbeheerder	Aandeel bouwaansluitingen per netbeheerder in 2020 (%)
Coteq netbeheer	0,9%
Enduris	4,6%
Enexis	42,5%
Liander	32,8%
Rendo netwerken	0,3%
Stedin	17,9%
Westland infra	1,1%
Totaal	100%



Colofon



ElaadNL team Markontwikkeling: Nazir Refa, Jan van Rookhuijzen, Paul Broos, Pim Speel, Gijs van der Poel, Rutger de Croon, Peter van Bokhoven.

Met dank aan:

Alfen
Amsterdam Consultants
BMWT
Bouwend Nederland
Bredenoord
Cumela
Damen
De Groene Koers
De Klerk BV

Emissieloos Netwerk Infra
Engie
GMB
Greener
iWell
Heijmans
Hitachi
ING Bank
De Klerk

Mijnaansluiting.nl
Ministerie van IenW
SMT
Staad
Vattenfall
Waal

