‘Toekomstbestendige Energienetten door Power quality verbetering Elektrisch Vervoer’ (TEPQEV)

Toekomstbestendige
Energienetten door
Power Quality
verbetering
Elektrisch
Vervoer

TEUE418003

Stichting ElaadNL (penvoerder)
DNV GL Netherlands B.V./KEMA B.V. *(per 1-12-2019 zijn de werkzaamheden van DNV GL Netherlands B.V. in het project afgerond en de verdere werkzaamheden in het project overgenomen door KEMA B.V.)*
Heliox B.V.
Technische Universiteit Eindhoven
Enexis Netbeheer B.V.
Stedin Netbeheer B.V.

Projectperiode: 25-04-2019 t/m 31-10-2022

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Bij het opladen van elektrische voertuigen (EV's) wordt wisselstroom (AC) van het elektriciteitsnet omgezet in gelijkstroom (DC) die wordt gebruikt om de batterij van de EV op te laden. Dit kan op twee manieren gebeuren:

- AC-charging: het laadpunt levert AC aan de EV waarna het in de boordlader wordt omgezet in DC, of :
- DC-charging: de omzetting van AC in DC vindt plaats in het laadpunt waarna deze DC aan de EV wordt aangeboden; voor snelladen (met een capaciteit van 50 kW en meer) worden alleen DC-laders gebruikt; overigens zijn kleinere DC-laders in gebruik bij bedrijven of zelfs thuis.

Bij de omzetting van AC naar DC kunnen vervormingen optreden die de spanningskwaliteit op het elektriciteitsnet kunnen beïnvloeden. In het TEPQEV-project zijn vooral supraharmonische effecten in het spectrum 2-150 kHz onderzocht. Daarnaast is de interactie op dit gebied tussen gelijkstroomladers onderzocht, en in hoeverre gelijkstroomladers de reeds op het net aanwezige vervormingen in de spanningskwaliteit (met name reactieve stroom) kunnen beperken.

In **werkpakket 1** is de regelgeving met betrekking tot EV's en DC-laders op dit gebied onderzocht. Nederland volgt de internationale regelgeving.

Voor EV's is vooral de norm IEC-61851 relevant; deze verwijst naar de IEC-61000 voor aspecten met betrekking tot netaansluiting en spanningskwaliteit. Deze norm bevat echter geen specifieke emissie-eisen ten aanzien van de genoemde supraharmonischen.[1]

Gelijkstroomladers zijn netgekoppelde apparaten en vallen meestal onder IEC 61000-3-14 voor laagspanning en 61000-3-6 voor midden- en hoogspanning. Deze normen hebben nog geen betrekking op supraharmonischen.
Het terugleveren van energie van de EV aan het net (V2G) valt in principe onder de Requirements for Generators (EU 2016/631), maar supraharmonischen worden daarin niet expliciet genoemd.

Cumulatieve effecten op de spanningskwaliteit op het net van meerdere EV's of DC-laders in een cluster worden in geen van de genoemde normen en standaarden beschreven.

In **werkpakket 2** werden de metingen voorbereid. De metingen voor AC laden zijn uitgevoerd op de ElaadNL locatie op het bedrijventerrein "Arnhems Buiten" in Arnhem en sinds de 2e helft van 2022 op de nieuwe ElaadNL locatie op het bedrijventerrein "IPKW" in Arnhem.

De metingen voor DC laden zijn uitgevoerd in het Flex Power Grid Lab van KEMA. Hiervoor zijn twee Heliox-laders van elk 150 kW geïnstalleerd in een speciale testopstelling.

[1] N.B. na afronding van werkpakket 1 is de norm IEC 61851-21 gewijzigd maar deze is nog steeds onvoldoend specifiek ten aanzien van supraharmonischen .

In **werkpakket 3** zijn de metingen uitgevoerd. Voor zowel AC als DC werd niet alleen de supraharmonische emissie van respectievelijk de EV en DC-lader gemeten, maar ook hoe de EV en DC-lader reageren op (supra)harmonische vervormingen die al op het net aanwezig zijn.

De AC-metingen werden door ElaadNL uitgevoerd op 43 voertuigen, variërend van elektrische motorfietsen tot bestelwagens.

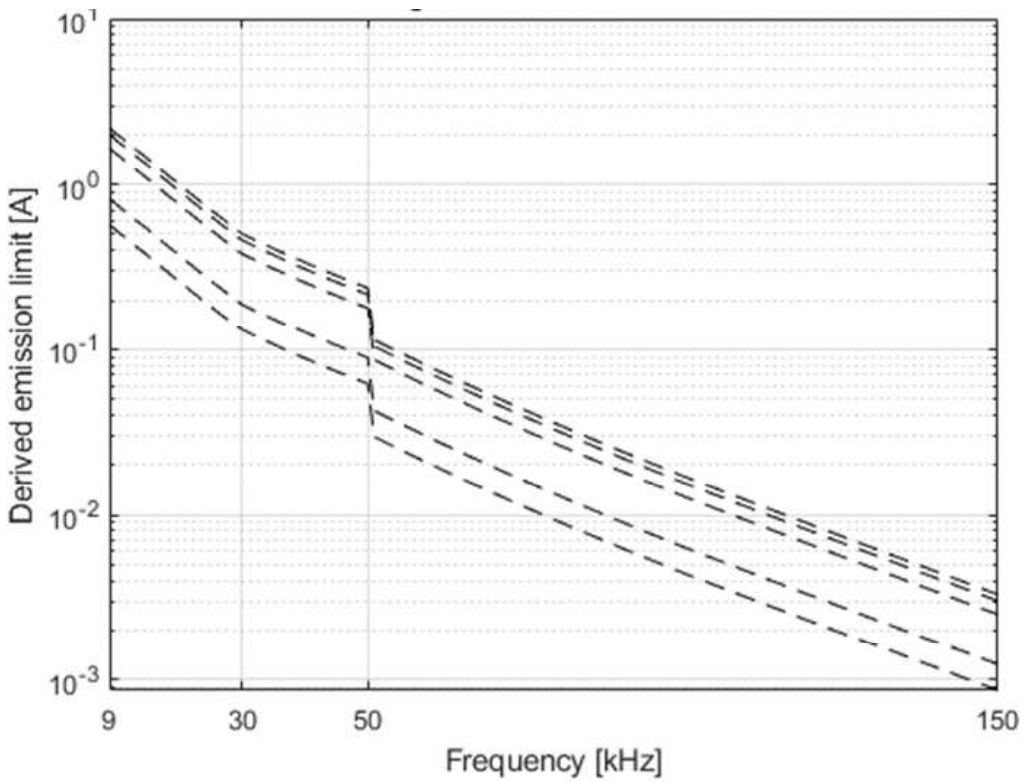
Bij KEMA is eerst een digitale "vingerafdruk van de spanningskwaliteit" gemaakt op één van de Heliox laders onder verschillende bedrijfsomstandigheden en netcondities. Dit omvat zowel harmonische als supraharmonische verstoringen. In 9 verschillende testopstellingen werd gemeten of en hoe de twee laders met elkaar interacteren en reageren op verstoringen van het net en van elkaar

Om de impact van supraharmonische emissie en sommatie in de praktijk te bepalen, werden 6 veldmetingen uitgevoerd op locaties met meerdere DC-laders.

In **werkpakket 4** heeft de TU/e middels zelfontwikkelde code alle verzamelde meetgegevens vanuit veld en lab geanalyseerd en gemodelleerd. De resultaten zijn gepresenteerd op internationale wetenschappelijke conferenties en in tijdschriften, en dit resulteerde al in 11 wetenschappelijke publicaties. Hierbij is rekening gehouden met de reactie van EV's en DC-laders op de bestaande spanningskwaliteit op het net, de interactie die (boord)laders op elkaar hebben en werd de netimpedantie gekarakteriseerd

Er werd een functionele beschrijving geleverd op basis waarvan de netbeheerders Enexis en Stedin in hun rekentools kunnen berekenen hoe de supraharmonische effecten van meerdere EV's en/of gelijkstroomladers in een bepaald gebied cumuleren. Aanvullend onderzoek naar de netimpedantie en de effecten van supraharmonischen op klantapparatuur wordt echter aanbevolen. Tevens is meer onderzoek nodig om de bevindingen te generaliseren.

In **werkpakket 5** is op basis van het rekenmodel van de TU/e, de gemeten netimpedantie en literatuuronderzoek (m.n. compatibiliteitsniveaus) op dat gebied een aanbeveling gedaan voor de maximale supraharmonische stroom ten opzichte van de frequentie:



Deze aanbeveling geldt voor de maximale emissie op installatieniveau, voor verschillende referentie impedanties. Emissie van een individueel apparaat (EV, FCS) zal minstens een factor 4 onder de laagste limiet moeten blijven. Achteraf zijn de meetresultaten van ElaadNL vergeleken met de voorgestelde limitering (0.25 van de laagste); hieruit bleek dat 46% van de geteste voertuigen onder de grenswaarde bleef.

De netbeheerders Enexis en Stedin hebben onderzocht hoe zij de door de TU/e aanbevolen berekeningsmethode in hun netwerktools kunnen implementeren.

Ook werd een white paper gepubliceerd en naar de relevante normcommissies en vergunningverlenende instanties gestuurd.

Tijdens het project zijn de resultaten en inzichten verschillende keren gedeeld met een klankbordgroep bestaande uit verschillende OEM's van auto's en fabrikanten van omvormers en DC-laders.

Het TEPQEV-team beveelt aan verder onderzoek te doen naar:

- Hoogfrequente impedantiekarakteristieken van het elektriciteitsnet (kabels, transformatoren) en van apparaten, om de propagatie van supraharmonischen verder te onderzoeken;
- Supraharmonische niveaus in hogere netvlakken (middenspanning) en de mogelijkheid van propagatie van verstoringen (o.a. van snelladers met een hoog vermogen die direct op middenspanning komen);
- Immuniteit van apparatuur ter bepaling van limieten;
- Meetmethode supraharmonische verstoringen en de mogelijke impact van deze verstoringen op bestaande meetinrichtingen;
- Veldmetingen bij hoogvermogen installaties (snelladers en zonnevelden) ter bepaling van sommatie en interactie van verstoringen bij grote apparatuur.