



Integratie van PV-systemen in het metro netwerk

Hoewel de metro een relatief energie efficiënt alternatief is voor personenvervoer, is de metro nog steeds een prominente verbruiker van elektrische energie. Bovendien, door de mondiale druk om CO₂ uitstoot te verminderen, zijn er meer en betere opties noodzakelijk om de efficiëntie en duurzaamheid van het metro systeem te verbeteren. Ook zal het gebruik van de metro steeds meer toenemen en het tractie systeem zwaarder belast worden, waarvoor additionele oplossingen nodig zijn.

In Amsterdam zijn er reeds verschillende succesvolle pogingen gedaan om de energie efficiëntie en de duurzaamheid van het metro netwerk te verbeteren. Zo rijden de metro's met efficiëntere motoren, zijn de metro's in staat energie terug te winnen tijdens het remmen en zijn er PV systemen geplaatst op de daken van stations. Om de duurzaamheidsambities van de gemeente Amsterdam waar te maken is er echter meer nodig.

>> PV aan het spoor

De volgende stap is het verbinden van PV systemen direct aan het metrospoor, met behulp van bijvoorbeeld een DC/DC converter. Op deze manier kan de duurzaamheid en zelfs de energie efficiëntie van het metro tractie systeem vergroot worden. Langs het metro spoor is er een gigantische hoeveelheid grond geschikt voor het plaatsen van PV systemen, welke nu niet wordt benut. Een eerdere studie heeft aangetoond dat er in Amsterdam een oppervlakte van 47991 m², ongeveer 7 voetbalvelden, beschikbaar is voor het plaatsen van PV panelen langs het metrospoor.

Het voordeel van het direct aansluiten van PV systemen aan het metrospoor is dat hierdoor PV systemen overall langs het metro spoor kunnen worden aangesloten, ook daar waar er geen netverbinding mogelijk is, of te duur is. Verder kan de spanning van de derde rail tussen voedingsstations bij acceleratie van de metro verhoogd worden, waardoor er minder energie verloren gaat door ohmische verliezen in het tractie netwerk. Als laatste kunnen omzettingsverliezen in transformatoren en omvormers worden voorkomen door één directe DC/DC aansluiting, i.p.v. meerdere omzettingen van DC naar AC en van AC naar DC. Zowel het PV systeem als het metro tractie netwerk maakt immers gebruik van een DC spanning.

>> Uitdagingen

Hoewel deze manier van aansluiten veel potentie heeft, zijn er een aantal uitdagingen waar rekeningen mee gehouden moet worden. De grootste uitdaging is de sterk variërende vraag



naar energie. Om een beter beeld te krijgen van de gevolgen van deze uitdaging is er tijdens dit onderzoek een model van een gedeelte van het metro tractie netwerk gemaakt met behulp van MATLAB Simulink. Dit gedeelte van het netwerk kan later gebruikt worden als pilot locatie. Wanneer de gegevens van de Amsterdamse metro's worden gebruikt in dit model, samen met de dienstregeling van een normale werkdag, de eigenschappen van het tractie netwerk en de meteorologische gegevens van deze locatie, blijkt dat slechts 51 tot 83% van de opgewekte PV energie aan het metro netwerk geleverd kan worden. De overige energie wordt verspild omdat tijdens een lage energie vraag het PV systeem wordt "uitgeschakeld".

Verder zijn veel metro's in staat om energie terug te winnen tijdens het remmen. Tijdens het remmen wordt deze energie ook terug gevoed in het metro tractie netwerk, waardoor er een overschot van energie kan ontstaan. Niet alleen wordt de PV energie dan verspild, maar potentieel ook de teruggewonnen remenergie. Om deze verspilling tegen te gaan, kan gebruik worden gemaakt van verschillende oplossingen, zoals een efficiëntere dienstregeling, een variabele PV output, de installatie van een inverter en het gebruik van een energie opslag systeem. De laatste drie oplossingen zijn in meer detail onderzocht tijdens deze studie.

Uit de resultaten blijkt dat in combinatie met de genoemde oplossingen er niet alleen een energie efficiënte en duurzame oplossing met PV systemen bereikt kan worden, in termen van CO₂ uitstoot, maar ook een financieel rendabele oplossing.

>> Verder onderzoek

Hoewel in dit onderzoek de opslag van energie veel potentie bleek te hebben, is er verder onderzoek nodig om te bepalen in hoeverre deze oplossing ook financieel rendabel kan zijn. Verder is naar voren gekomen dat het uitdagend kan zijn om een geschikte DC/DC converter te vinden voor het verbinden van PV systemen aan het metrospoor.

De volgende stap is het daadwerkelijk installeren van een PV systeem langs het metrospoor, welke direct verbonden wordt aan het metrospoor met behulp van een DC/DC converter. Hiervoor is een geschikte pilot locatie beschikbaar, naast station Amsterdam RAI. Hier is een vlak grasveld beschikbaar met een oppervlakte van ongeveer een hectare. De meetresultaten van deze installatie kunnen gebruikt worden om te bepalen hoe goed het PV systeem presteert en welke uitwerkingen eventuele extra oplossingen zoals een inverter kunnen hebben.

Het onderzoek zoals hier beschreven is er op gericht de integratie van PV systemen in het metronetwerk te versnellen om zo de weg te openen naar de installatie van PV systemen op ongebruikte grond langs spoornetwerken over de hele wereld.