

Waterschap NOORDERZIJVEST



HWBP
voor sterke dijken



Handreiking laadinfrastructuur voor HWBP-dijkversterkingen

Samenvatting

Bij de dijkversterkingsprojecten van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) is de transitie naar emissieloos bouwen in volle gang. Hiermee wordt uitvoering gegeven aan de Klimaatwet en aan het streven van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat om in 2030 bij de realisatie van rijksinfrastructuur geen uitstoot van CO2 en stikstof te hebben. Een toenemend aantal dijkversterkingsprojecten zet elektrisch materieel in. Bij de uitwerking hiervan blijkt dat de kosten voor het laden van dit materieel oplopen. De kosten voor de laadinfrastructuur bedragen op dit moment meer dan helft van de totale kosten voor de inzet van het elektrisch materieel. Het is de verwachting dat richting 2030 alle dijkversterkingsprojecten in meer of mindere mate uitvoering gaan geven aan emissieloos bouwen. Elk project zal dus gebruikmaken van laadinfrastructuur.

Waterschap Noorderzijlvest is daarom in het kader van de kennis en -innovatieagenda HWBP gestart met een onderzoek naar de mogelijkheden om de kosten voor de laadinfrastructuur te beperken. In deze rapportage zijn de resultaten van dit onderzoek opgenomen.

De belangrijkste maatregelen die uit dit onderzoek naar voren zijn gekomen om tot doelmatige investeringen te komen:

- Projecten slim bundelen.
- Tijdig starten met inventariseren aansluitingen of mogelijkheden voor het realiseren van laadinfrastructuur.
- Basisbelasting en gebruik flexibiliteit bepalen.
- Netaansluiting op locatie zo veel mogelijk gebruiken, omdat het op deze wijze mogelijk is laadaansluitingen dicht bij de werkplek te realiseren. Dit resulteert in minder transportbewegingen voor het laden van elektrisch materieel.
- Toekomst laadinfrastructuur na beëindiging van het project vroegtijdig bepalen (wie kan infrastructuur in later stadium overnemen of gebruiken?).

De interviews die voor dit onderzoek zijn gehouden met experts en ervaringsdeskundigen, hebben ook geleid tot **aanbevelingen** om het emissieloos uitvoeren van dijkversterkingsprojecten verder te ondersteunen:

- Faciliteer kennisdeling over laadinfrastructuur.
- Onderzoek afschrijftermijnen en samenwerkingsvormen.
- Standaardiseer (veiligheids)normen.
- Creëer langetermijnzekerheid voor opdrachtnemer.
- Creëer relatie met de netbeheerder.
- Onderzoek potentie andere soorten emissieloos materieel.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2	4. Procesaanpak	19
1. Introductie	4	5. Conclusies	21
1.1 Achtergrond	4	6. Aanbevelingen	22
1.2 Elektrisch materieel	4	6.1 Faciliteer kennisdeling	22
1.3 Aanleiding van dit onderzoek	5	6.2 Onderzoek afschrijftermijnen en samenwerkingsvormen	22
1.4 Onderzoeksvragen	6	6.3 Standaardiseer (veiligheids)normen	22
1.5 Methodiek	6	6.4 Creëer langetermijnzekerheid	23
1.6 Leeswijzer	6	6.5 Creëer relatie netbeheerder	23
2. Huidige stand van zaken	7	6.6 Vervolgonderzoeken	23
2.1 Opties laden elektrisch materieel	7	Bijlagen	24
2.2 Kostenopbouw en verwachte ontwikkeling	11	B.1 Ontwikkelingen energievraag	24
2.3 Fasen dijkversterkingsproject	11	B.2 Overzicht geïnterviewden	25
2.4 Stakeholders	12	B.2 Bronnen	26
3. Maatregelen doelmatige investeringen laadinfrastructuur	14	Colofon	27
3.1 Projecten slim bundelen	14		
3.2 Tijdig starten met inventariseren aansluitingen	14		
3.3 Basis belasting bepalen	16		
3.4 Flexibiliteit bepalen	16		
3.5 Netaansluiting op locatie zo veel mogelijk gebruiken	17		
3.6 Toekomst laadinfrastructuur na einde project vroegtijdig bepalen	17		
3.7 Resumé	17		

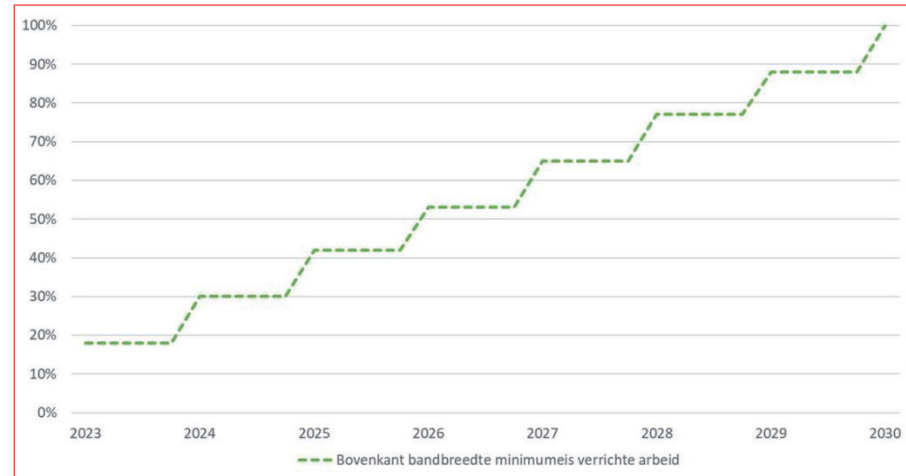


1. Introductie

1.1 Achtergrond

Bij het [Hoogwaterbeschermingsprogramma \(HWBP\)](#) is een transitie ingezet naar [emissieloos bouwen](#). Emissieloos bouwen gaat om het verminderen van uitstoot bij werkzaamheden en over het duurzaam gebruik van materiaal, zoals asfalt, beton, grond en staal (circulair werken). Hiermee wordt uitvoering gegeven aan de Klimaatwet, het 'Schone Lucht'-akkoord en aan het streven van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat om de uitstoot van CO₂, fijnstof en stikstof bij de realisatie van rijksinfrastructuur te reduceren. Op deze wijze willen de waterschappen aan de geldende wetgeving voldoen en hun steentje bijdragen bij een duurzamere wereld.

Het HWBP heeft de doelstellingen uit de routekaart [Schoon en emissieloos bouwen \(SEB\)](#) vertaald in het [Toetsingskader emissieloos bouwen HWBP](#). De doelstellingen laten zien dat het HWBP steeds slimmer, schoner en emissieloos bouwmaterieel wil inzetten bij de realisatie van dijkversterkingen. Het is de verwachting dat richting 2030 alle dijkversterkingsprojecten uitvoering gaan geven aan emissieloos bouwen.



Emissiereductiedoelstellingen HWBP-projecten (bron: [Toetsingskader emissieloos bouwen HWBP 2022](#))

1.2 Elektrisch materieel

De opdrachtgevers van de grond-, weg- en waterbouw nemen in hun aanbestedingen steeds meer eisen op ten aanzien van emissieloos bouwen. Door deze eisen zijn opdrachtnemers aan het innoveren en experimenteren met emissieloos materieel. Op dit moment is er een duidelijke ontwikkeling naar emissieloos materieel waarbij accu's een centrale rol

spelen. De verwachting is daarom dat in de toekomst (bijna) al het materieel gebruikt maakt van batterijen. Hierbij worden (lithium)batterijen als krachtbron gebruikt.

De focus van deze handreiking ligt op het elektrisch materieel met accu's, omdat hier bij dijkversterkingen het meest gebruik van gemaakt wordt en omdat hiervan het meeste materieel beschikbaar is.

1.3 Aanleiding van dit onderzoek

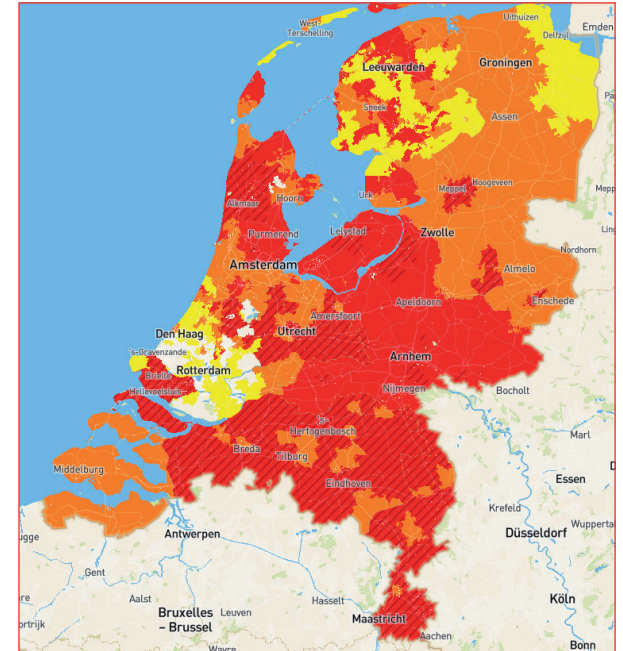
Om het toenemend aantal elektrische voertuigen (EV's) te voorzien van elektriciteit moet laadinfrastructuur opgezet worden. Onder laadinfrastructuur vallen alle faciliteiten en voorzieningen die nodig zijn voor het opladen van EV's, denk daarbij aan laadpalen en/of laadstations, laadkabels en stekkers, laadbeheersystemen, (net)aansluitingen en/of de inzet van (mega)accupakketten (die meerdere laadsessies kunnen faciliteren zonder zelf op te laden).

Het op tijd realiseren van een laadinfrastructuur zodat deze gereed is voor aanvang van de uitvoeringfase van een dijkversterkingsproject, met aandacht voor kostenefficiëntie, blijkt uitdagend, mede gezien de netcongestie op veel locaties in Nederland (zie figuur hiernaast). Het realiseren van een laadinfrastructuur vraagt om een nieuwe manier van werken bij waterschappen, dijkversterkingsprojecten en overige betrokken partijen.

Voor waterschappen is het realiseren van een laadinfrastructuur extra uitdagend, omdat dijkversterkingsprojecten veelal buiten de bebouwde kom plaatsvinden, waardoor een vaste aansluiting op of nabij de bouwplaats ontbreekt en een tijdelijke aansluiting op flexibele manier van werken noodzakelijk is.

Waterschappen doen steeds meer subsidieaanvragen bij het HWBP voor het emissieloos uitvoeren van werkzaamheden. Hierbij blijkt dat de laadinfrastructuur in de afgelopen jaren voor een aanzienlijke kostenpost zorgt bij dijkversterkingsprojecten: de laadinfrastructuur loopt samen met de inzet van elektrisch materieel op tot tien procent van het totale projectbudget, waarbij het aanschaffen en transporteren (mensuren) van batterijen (indien er geen netaansluiting beschikbaar is) erg kostbaar blijkt. De verwachting is dat naarmate de emissiereductie-eisen hoger worden, de kosten voor de laadinfrastructuur sterker stijgen: om aan de hogere emissie-eisen te voldoen, zal er ook gekeken moeten worden naar materieel dat lastiger te elektrificeren is.

Het HWBP eist dat maatschappelijk geld doelmatig wordt besteed. Het HWBP wil daarom dat de waterschappen, voor zij een subsidieaanvraag voor laadinfrastructuur indienen bij het HWBP (zie het [Toetsingskader emissieloos bouwen HWBP](#)), alle mogelijkheden hebben onderzocht voor het op een kostenefficiëntere wijze realiseren van de benodigde laadinfrastructuur.



Capaciteitskaart elektriciteitsnet (bron: netbeheernederland.nl). Legenda:

- Transportcapaciteit beschikbaar
- Beperkt transportcapaciteit beschikbaar
- Voorlopig geen transportcapaciteit beschikbaar
- Geen transportcapaciteit beschikbaar
- ⚡ Transportcapaciteit beschikbaar o.b.v. toepassing congestiemanagement
- ⚡ Beperkt transportcapaciteit beschikbaar o.b.v. toepassing congestiemanagement
- ⚡ Voorlopig geen transportcapaciteit beschikbaar in afwachting van het verdere vrijgekomen vermogen over wachtrij o.b.v. toepassing congestiemanagement
- ⚡ Geen transportcapaciteit beschikbaar: de grenzen voor de toepassing van congestiemanagement zijn bereikt

Deze handreiking geeft handvatten aan het HWBP en de waterschappen om te toetsen of alle mogelijkheden voor laadinfrastructuur bij een dijkversterkingsproject onderzocht zijn. Daarnaast biedt deze handreiking een stappenplan om de gekozen voorkeursoptie(s) nader uit te werken en te realiseren.

1.4 Onderzoeksvragen

De **centrale onderzoeksvraag** voor deze handreiking is:

Hoe kan de laadinfrastructuur en het laden van elektrisch materieel voor een emissieloze bouwplaats van een dijkversterkingsproject doelmatiger worden ingericht en wat is de rol/bijdrage van verschillende partijen daarbij?

Om de centrale onderzoeksvraag te beantwoorden, zijn de volgende **deelvragen** opgesteld:

- Wat zijn de ontwikkelingen in energievraag van dijkversterkingsprojecten, in omvang en plaats?
- Welke aanbieders van elektrisch materieel voor dijkversterkingsprojecten zijn er nu en in de toekomst, in omvang en plaats?
- Welke vormen van laadinfrastructuur en laden van elektrisch materieel bij dijkversterkingsprojecten worden op dit moment en in de nabije toekomst ontwikkeld en aangeboden door welke partijen?

- Met welke overheidsorganen en professionele partijen moet afstemming worden gezocht om van ontwerp naar realisatie van de laadinfrastructuur te komen?
- Hoe zijn de kosten van het laden van elektrisch materieel en het opzetten van een laadinfrastructuur bij dijkversterkingsprojecten opgebouwd en op welke manier kan hierop worden bespaard?
- Welke factoren zijn belangrijk bij het tijdig opzetten van laadinfrastructuur, zodat werkzaamheden vanaf de start van de uitvoering emissieloos uitgevoerd kunnen worden?
- Wat zijn de verwachte ontwikkelingen, met betrekking tot deze deelvragen, in de dijkversterkingssector tot 2030?

1.5 Methodiek

De resultaten uit dit onderzoek zijn gebaseerd op bureauonderzoek en interviews. Er zijn interviews gehouden met vertegenwoordigers van waterschappen, netbeheerders, (onder)aannemers, aanbieders van laadinfrastructuur en aanbieders van (elektrisch) materieel. In de bijlage vindt u een lijst met alle geconsulteerde partijen.

1.6 Leeswijzer

In [hoofdstuk 2](#) wordt de huidige situatie toegelicht. In [hoofdstuk 3](#) wordt stilgestaan bij de opties om doelmatiger te investeren in laadinfrastructuur. In [hoofdstuk 4](#) wordt

een procesaanpak beschreven voor de manier waarop waterschappen tijdig en kostenefficiënt de benodigde laadinfrastructuur kunnen realiseren. In [hoofdstuk 5](#) volgen de conclusies en in [hoofdstuk 6](#) de aanbevelingen.

2. Huidige stand van zaken

2.1 Opties laden elektrisch materieel

Er zijn momenteel twee soorten elektrisch materieel op de markt:

- Elektrisch materieel met vaste accu's: hierbij is de accu onderdeel van de machine en dient de machine geladen te worden door een laadaansluiting.
- Elektrisch materieel met verwisselbare accu's: hierbij kunnen lege accu's uit de machine gehaald worden en omgeruild worden voor volle accu's.

Elektrisch materieel kan op meerdere wijzen worden geladen:

- Het materieel kan geladen worden bij een laadaansluiting op de bouwlocatie (wel of niet met extra gebruik bufferaccu). Het materieel rijdt dus naar de laadaansluiting toe. In de praktijk kan ook materieel met verwisselbare accu's naar laadaansluitingen toerijden.
- Accu's worden op een externe locatie opgeladen en vervolgens naar de bouwplaats gebracht. Dit kan op twee manieren:
 - » Het materieel kan geladen worden door een laadaansluiting die gevoed wordt door een accupakket (accu wordt extern opgeladen en naar de bouwplaats getrans-

porteerd). Het accupakket voedt een laadaansluiting. Deze laadaansluiting laadt het materieel. Deze opzet is vooral handig voor materieel met vaste accu's.

- » Verwisselbare accu's worden op een externe locatie geladen en vervolgens naar de werkplaats getransporteerd. Op de werkplaats wordt de lege accu uit de machine gehaald en de volle erin gezet.

Materieel met rupsbanden kan niet eenvoudig naar laadaansluitingen toerijden en is daarom afhankelijk van verwisselbare accu's en accupakketten bij laadaansluitingen (of het is makkelijker in de praktijk). Materieel met wielen kan wel naar een laadaansluiting toerijden en kunnen hierdoor van alle bovenstaande opties gebruikmaken.

De tabel op de volgende pagina geeft een overzicht van de verschillende opties.



Tabel: Mogelijke aansluitingen bij verschillende typen materieel (er is vaak een combinatie van opties nodig om aan de volledige energievraag te voldoen)

	Materieel met vaste accu's		Materieel met verwisselbare accu's
Soort aansluiting:	Materieel wordt geladen door laadaansluiting (met of zonder bufferaccu ertussen). Laadaansluiting wordt gevoed door netaansluiting op locatie.	Materieel wordt geladen door laadaansluiting. Laadaansluiting wordt gevoed door accu-pakket dat extern wordt geladen en naar de bouwplaats wordt getransporteerd.	Lege verwisselbare accu's worden op (vaak externe) locatie geladen en naar bouwplaats getransporteerd. Op bouwplaats worden lege accu's uit machine gehaald en vervangen door volle accu's.
Bestaande grootzakelijke netaansluiting van derden gebruiken voor het laden. <i>Bijvoorbeeld gemalen, tuinders, bedrijventerreinen en bedrijven die alleen overdag actief zijn, hebben mogelijk capaciteit over in de nacht. Elke omvang van aansluiting is mogelijk; inzetbaar vermogen is echter afhankelijk van beschikbaar vermogen bij derde partij. Een gangbare omvang is 1,75 MVA, waarmee twaalf rupskranen van 25-30 ton (met een motorvermogen van 125 kW en een accucapaciteit van 390 kWh) in zes uur geladen kunnen worden.</i>	Netaansluiting van derde partij in de omgeving wordt gebruikt. Laadaansluiting staat dicht bij bouwplaats, waardoor materieel er zelf naartoe kan rijden.	Netaansluiting van derde partij in de omgeving wordt gebruikt voor het opladen van accupakketten. Volle accupakketten worden naar bouwplaats getransporteerd. Een accupakket is voorzien van verschillende aansluitmogelijkheden om materieel te laden.	Netaansluiting van derde partij in de omgeving wordt gebruikt voor het opladen van verwisselbare accu's. Volle verwisselbare accu's worden naar bouwplaats getransporteerd en omgewisseld met lege verwisselbare accu's.
Nieuwe grootzakelijke netaansluiting aanvragen bij netbeheerder door waterschap (en draagt deze indien gewenst over naar aannemer in realisatiefase) <i>Bijvoorbeeld: locatie vrij aan te geven, eigen transformatorstation nodig. Elke omvang van aansluiting is mogelijk, de beschikbare netcapaciteit is hier echter mogelijk belemmerende factor. Een gangbare omvang is 1,75 MVA, waarmee twaalf rupskranen van 125 kW motorvermogen in zes uur geladen kunnen worden.</i>	Waterschap vraagt eigen netaansluiting aan. Laadaansluiting staat dicht bij bouwplaats, waardoor materieel er zelf naartoe kan rijden.	Waterschap vraagt eigen netaansluiting aan. Netaansluiting wordt gebruikt voor het opladen van accupakketten. Volle accupakketten worden naar bouwplaats getransporteerd. Een accupakket is voorzien van verschillende aansluitmogelijkheden om materieel te laden.	Waterschap vraagt eigen netaansluiting aan. Netaansluiting wordt gebruikt voor het opladen van verwisselbare accu's. Volle verwisselbare accu's worden naar bouwplaats getransporteerd en omgewisseld met lege verwisselbare accu's.
Decentrale bronnen inzetten voor het laden <i>Bijvoorbeeld: (duurzame) waterstof- of biogasaggregaten, rechtstreeks laden uit windmolen of zonnepark. Gangbare aggregaten kunnen één tot twee rupskranen van 125 kW motorvermogen in zes uur laden. Grote windmolens/of zonneparken kunnen tien tot alle elektrisch machines laden.</i>	Decentrale bronnen worden ingezet om materieel te laden. Bronnen staan dicht bij bouwplaats, waardoor materieel er zelf naartoe kan rijden.	Decentrale bronnen worden ingezet om accupakketten te laden. Volle accupakketten worden naar bouwplaats getransporteerd. Een accupakket is voorzien van verschillende aansluitmogelijkheden om materieel te laden.	Decentrale bronnen worden ingezet om verwisselbare accu's te laden. Volle verwisselbare accu's worden naar bouwplaats getransporteerd en omgewisseld met lege verwisselbare accu's.
Tijdelijke kleinverbruikersaansluiting aanvragen als grootzakelijke aansluiting niet mogelijk is. Dit wordt gedaan door waterschap (en draagt deze indien gewenst over naar aannemer in realisatiefase) <i>Bijvoorbeeld: huisaansluiting, of klein kantoor. Een kleinverbruikersaansluiting kan één rupskraan van 125 kW motorvermogen in zestien uur opladen.</i>	Waterschap vraagt eigen kleinverbruikersaansluiting aan. Laadaansluiting staat dicht bij bouwplaats, waardoor materieel er zelf naartoe kan rijden.	Waterschap vraagt eigen kleinverbruikersaansluiting aan. Netaansluiting wordt gebruikt voor het laden van een accupakket. Volle accupakketten worden naar bouwplaats getransporteerd. Een accupakket is voorzien van verschillende aansluitmogelijkheden om materieel te laden.	Waterschap vraagt eigen kleinverbruikersaansluiting aan. Netaansluiting wordt gebruikt voor het laden van een accupakket. Volle verwisselbare accu's worden naar bouwplaats getransporteerd en omgewisseld met lege verwisselbare accu's.

Tabel: Voor- en nadelen laadopties

	Materieel met vaste accu's		Materieel met verwisselbare accu's
Soort aansluiting:	Materieel wordt geladen door laadaansluiting (met of zonder bufferaccu ertussen). Laadaansluiting wordt gevoed door netaansluiting op locatie.	Materieel wordt geladen door laadaansluiting. Laadaansluiting wordt gevoed door accu-pakket dat extern wordt geladen en naar de bouwplaats wordt getransporteerd.	Lege verwisselbare accu's worden op (vaak externe) locatie geladen en naar bouwplaats getransporteerd. Op bouwplaats worden lege accu's uit machine gehaald en vervangen door volle accu's.
Bestaande grootzakelijke netaansluiting van derden gebruiken voor het laden. <i>Bijvoorbeeld gemalen, tuinders, bedrijventerreinen en bedrijven die alleen overdag actief zijn, hebben mogelijk capaciteit over in de nacht. Elke omvang van aansluiting is mogelijk; inzetbaar vermogen is echter afhankelijk van beschikbaar vermogen bij derde partij. Een gangbare omvang is 1,75 MVA, waarmee twaalf rupskranen van 125 kW motorvermogen in zes uur geladen kunnen worden.</i>	<ul style="list-style-type: none"> + Niet afhankelijk van netcongestie. - Afhankelijk van bereidheid en beschikbaarheid deelbare energie. - Geen optie voor rupsmaterieel. - Bij inzet bufferaccu: bufferaccu's kunnen grote kostenpost zijn. - Transport naar laadaansluiting kan (afhankelijk van afstand en type materieel) hoge kosten met zich meebrengen. 	<ul style="list-style-type: none"> + Niet afhankelijk van netcongestie. - Afhankelijk van bereidheid en beschikbaarheid deelbare energie. - Er gaan hoge kosten gepaard met het wisselen en transporteren van batterijen. 	<ul style="list-style-type: none"> + Niet afhankelijk van netcongestie. + Minimale stilstand materieel door snelle uitwisseling verwisselbare accu's. - Afhankelijk van bereidheid en beschikbaarheid deelbare energie. - Er gaan hoge kosten gepaard met het wisselen en transporteren van accu's.
Nieuwe grootzakelijke netaansluiting aanvragen bij netbeheerder door waterschap (en draagt deze indien gewenst over naar aannemer in realisatiefase) <i>Bijvoorbeeld: locatie vrij aan te geven, eigen transformatorstation nodig. Elke omvang van aansluiting is mogelijk, de beschikbare netcapaciteit is hier echter mogelijk belemmerende factor. Een gangbare omvang is 1,75 MVA, waarmee twaalf rupskranen van 125 kW motorvermogen in zes uur geladen kunnen worden.</i>	<ul style="list-style-type: none"> + Na realisatie aansluiting onafhankelijk van derden. + Zelf omvang aansluiting te bepalen. - Afhankelijk van netcongestie bij realisatie aansluiting. - Realisatie van netaansluiting kan een lange doorlooptijd hebben. - Geen optie voor rupsmaterieel. - Bij inzet bufferaccu: bufferaccu's kunnen grote kostenpost zijn. - Transport naar laadaansluiting kan (afhankelijk van afstand en type materieel) hoge kosten met zich meebrengen. 	<ul style="list-style-type: none"> + Na realisatie aansluiting onafhankelijk van derden. + Zelf omvang aansluiting te bepalen. - Afhankelijk van netcongestie bij realisatie aansluiting. - Realisatie netaansluiting kan een lange doorlooptijd hebben. - Er gaan hoge kosten gepaard met het wisselen en transporteren van batterijen. 	<ul style="list-style-type: none"> + Na realisatie aansluiting onafhankelijk van derden. + Zelf omvang aansluiting te bepalen + Minimale stilstand materieel door snelle uitwisseling verwisselbare accu's. - Afhankelijk van netcongestie bij realisatie aansluiting. - Realisatie van netaansluiting kan een lange doorlooptijd hebben. - Er gaan hoge kosten gepaard met het wisselen en transporteren van accu's.

<p>Decentrale bronnen inzetten voor het laden</p> <p><i>Bijvoorbeeld: (duurzame) waterstof- of biogasaggregaten, rechtstreeks laden uit windmolen of zonnepark. Gangbare aggregaten kunnen één tot twee rupskransen van 125 kW motorvermogen in zes uur laden. Grote windmolens/of zonneparken kunnen tien tot alle elektrisch machines laden.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> + Niet afhankelijk van netcongestie. + Combineren opties mogelijk. - Bij laden met wind of zon: weersafhankelijk. - Bij laden met duurzaam gas: waterstof en biogas zijn beperkt beschikbaar. - Geen optie voor rupsmaterieel. - Bij inzet bufferaccu: bufferaccu's kunnen grote kostenpost zijn. - Transport naar laadaansluiting kan (afhankelijk van afstand en type materieel) hoge kosten met zich meebrengen. 	<ul style="list-style-type: none"> + Niet afhankelijk van netcongestie. - Bij laden met wind of zon: weersafhankelijk. - Bij laden met duurzaam gas: waterstof en biogas zijn beperkt beschikbaar. - Er gaan hoge kosten gepaard met het wisselen en transporteren van batterijen. 	<ul style="list-style-type: none"> + Niet afhankelijk van netcongestie. + Minimale stilstand materieel door snelle uitwisseling verwisselbare accu's. - Bij laden met wind of zon: weersafhankelijk. - Bij laden met duurzaam gas: waterstof en biogas zijn beperkt beschikbaar. - Er gaan hoge kosten gepaard met het wisselen en transporteren van accu's.
<p>Tijdelijke kleinverbruikersaansluiting aanvragen als grootzakelijke aansluiting niet mogelijk is. Dit wordt gedaan door waterschap (en draagt deze indien gewenst over naar aannemer in realisatiefase)</p> <p><i>Bijvoorbeeld: huisaansluiting, of klein kantoor. Een kleinverbruikersaansluiting kan één rupskraan van 125 kW motorvermogen in zestien uur opladen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> + Lage afhankelijkheid van netcongestie. - Zeer beperkte laadcapaciteit. - Geen optie voor rupsmaterieel. - Bij inzet bufferaccu: bufferaccu's kunnen grote kostenpost zijn. - Transport naar laadaansluiting kan (afhankelijk van afstand en type materieel) hoge kosten met zich meebrengen. 	<ul style="list-style-type: none"> + Lage afhankelijkheid van netcongestie. - Zeer beperkte laadcapaciteit. - Er gaan hoge kosten gepaard met het wisselen en transporteren van batterijen. 	<ul style="list-style-type: none"> + Lage afhankelijkheid van netcongestie. + Minimale stilstand materieel door snelle uitwisseling verwisselbare accu's. - Zeer beperkte laadcapaciteit. - Er gaan hoge kosten gepaard met het wisselen en transporteren van accu's.

2.2 Kostenopbouw en verwachte ontwikkeling

Binnen de huidige dijkversterkingsprojecten blijken de belangrijkste kostenposten van de laadinfrastructuur:

1. Accupakketten

Momenteel zijn de kosten voor het aanschaffen van accupakketten aanzienlijk. De verwachting is wel dat deze kosten op termijn lager worden omdat accu's een grotere capaciteit krijgen en hun levensduur toeneemt, waardoor er minder snel zal worden afgeschreven.

Op dit moment hebben accu's vaak nog onvoldoende capaciteit om groter materieel acht uur of langer continu te laten werken. Daarom zijn er momenteel meerdere verwisselbare accu's nodig. Als accu's in de toekomst een grotere capaciteit hebben, zijn er minder verwisselbare accu's nodig waardoor de kosten zullen afnemen.

De levensduur van de huidige accu's zijn vaak nog onbekend, waardoor ze vaak versneld worden afgeschreven op een dijkversterkingsproject. De verwachting is dat de levensduur van de accu's zal toenemen, waardoor ze meer waarde overhouden aan het eind van het dijkversterkingsproject.

2. Handling

De tweede grote kostenpost voor laadinfrastructuur is het aantal handelingen dat nodig is om het materiaal op te laden. Het aantal verwisselbare accu's of accupakketten dat

opgetakeld, getransporteerd, geladen, teruggedreden en teruggetakeld moet worden, bepaalt in grote mate het aantal uren en vrachtwagens dat nodig is voor het opladen van het uitvoerende materieel. Dit, in combinatie met de afstand tussen de laadplaats en de werkplaats, bepaalt (nu en in de toekomst) in grote mate de kosten voor de laadinfrastructuur op dijkversterkingsprojecten. Hierdoor is het wenselijk het aantal handelingen zo veel mogelijk te minimaliseren.

2.3 Fasen dijkversterkingsproject

Een dijkversterkingsproject omvat vier fasen, waarna de beheerfase volgt. De maatregelen om doelmatige investeringen in laadinfrastructuur te doen, worden later in deze handleiding aan deze fasen gekoppeld.

1. Trajectaanpak

Nadat een dijktraject is afgekeurd en opgenomen in de programmering van het HWBP, wordt begonnen met trajectaanpak. Tijdens de trajectaanpakfase wordt de benodigde data verzameld door overleg te voeren met diverse stakeholders. Tegen het einde van deze fase zou er een algemeen beeld moeten zijn van de verwachte energievraag, de mogelijkheden voor de aanleg van de benodigde laadinfrastructuur en mogelijke koppelingen met andere projecten.



Fasen dijkversterkingsproject.

2. Verkenning

In de verkenningsfase wordt het algemene beeld verder uitgediept, bijvoorbeeld via de verwachte energievraag. In deze fase wordt alle informatie geanalyseerd, zodat een voorkeursoplossing voor de laadinfrastructuur kan worden gekozen. Vervolgens kunnen de eerste stappen richting realisatie van de laadinfrastructuur worden gezet, zoals het aanvragen van een netaansluiting bij de netbeheerder of het zoeken van derden met grootzakelijke aansluitingen. Vanwege de schaarste op het elektriciteitsnetwerk en de daardoor oplopende doorlooptijd, is het wenselijk dat het waterschap hier zelf de aanvraag bij de netbeheerder doet.

3. Planuitwerking

In de planuitwerkingsfase wordt de geselecteerde voorkeursoplossing verder uitgewerkt en ontworpen. In deze fase wordt ook bepaald in welke mate het reduceren van emissie nodig is voor de natuurbeschermingsvergunning (NB-vergunning). De randvoorwaarden uit de NB-vergunning bepalen mede de mate van inzet van het emissieloze materieel. In deze fase wordt daarnaast de aannemer gecontracteerd. Het tijdstip waarop de aannemer instapt, is afhankelijk van de gekozen contractvorm. Wel of niet in samenwerking met de aannemer, worden ook de kosten voor de laadinfrastructuur en het emissieloze materieel bepaald. De additionele kosten worden door het waterschap vervolgens meegenomen in de subsidieaanvraag voor de realisatiefase.

4. Realisatie

In de realisatiefase van het dijkversterkingsproject wordt de laadinfrastructuur verder voorbereid en in gebruik genomen. Om aan te tonen dat aan de voorwaarden uit de NB-vergunning wordt voldaan, zal de daadwerkelijke uitstoot van emissies ook gemonitord moeten worden. De laadinfrastructuur zal actief beheerd moeten worden (duidelijk vastleggen wie verantwoordelijk is), zodat mogelijke (leverings)problemen worden voorkomen of tijdig kunnen worden verholpen. Aan het einde van de realisatiefase wordt het project en daarmee ook de laadinfrastructuur opgeleverd en overgedragen aan de betreffende beheerders.

5. Beheer

Bij aanvang van de beheerfase is het dijkversterkingsproject voltooid. Het doel van de beheerfase is het onderhouden van de laadinfrastructuur, zodat deze kan worden gebruikt voor toekomstige projecten van het waterschap, zoals onderhoudsactiviteiten, of kan worden overdragen aan een derde partij (zoals een bedrijventerrein) of andere overheid.

2.4 Stakeholders

Diverse partijen zijn betrokken bij het opzetten van laadinfrastructuur voor het versterken van dijken. Onderstaand zijn de belangrijkste stakeholders kort uiteengezet.

1. Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP)

Het overkoepelde programma dat de dijkversterkingsprojecten

coördineert, is ondergebracht in het HWBP. Het HWBP is een alliantie van de eenentwintig waterschappen en Rijkswaterstaat die samen als doel hebben dijkversterkingsprojecten uit te voeren. Daarnaast ondersteunt de programmadirectie van het HWBP de projecten die onder het HWBP vallen. Bij het versterken van dijken gelden de waterschappen, gemeente, provincie en/of veiligheidsregio als bevoegd gezag. Daarnaast kan de gemeente worden betrokken bij het project om eventueel koppelkansen te onderzoeken.

2. Waterschappen

Waterschappen zijn de instanties die de projecten in het HWBP uitvoeren. Door onderlinge afstemming over de planning van deze projecten en het delen van leerpunten op het gebied van emissieloos bouwen, kunnen waterschappen elkaar helpen bij het behalen van de emissiereductiedoelstellingen.

3. Derden met grootzakelijke aansluitingen

Partijen in de buurt van het project kunnen netcapaciteit over hebben en deze ter beschikking stellen aan het dijkversterkingsproject voor het laden van elektrisch materieel. Dit kunnen ook aansluitingen van locaties van waterschappen zijn (zoals grote gemalen, RWZI's en dijkmagazijnen). Hier zit een potentieel interessante koppelkans. Netbeheerders kunnen waterschappen helpen bestaande aansluitingen te vinden. Een eenvoudige manier om een aansluiting van derden bruikbaar te maken voor het laden van elektrisch

materieel, is via een zogeheten MLOEA-aansluiting ('meerdere leveranciers op één aansluiting'), of een pasjessysteem op laadpalen. Naast het gebruiken van netcapaciteit van derden, kunnen derden ook grootzakelijke aansluitingen overnemen na afronding van het dijkversterkingsproject.

4. Provincie en gemeenten

Provincies en gemeenten hebben een belangrijke taak in het vormgeven van de publieke ruimte en staan voor grote uitdagingen op het gebied van onder andere de energietransitie, duurzaamheid, klimaatbestendig worden en stikstofuitstoot. Ook zijn provincies bevoegd gezag en vergunningverleners van de Natuurbeschermingswet en kunnen zij eisen stellen aan de inzet van zero-emissiematerieel. Door in een vroeg stadium contact te hebben met provincies en gemeenten, kunnen koppelkansen geïdentificeerd worden en kan er worden samengewerkt richting andere stakeholders, zoals de netbeheerders.

5. Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat is de grootste opdrachtgever voor infrastructurele projecten zoals wegen- en waterbouw in Nederland. Rijkswaterstaat heeft continu een vervangings- en uitbreidingsprogramma voor haar (water)wegennetwerk. Er worden steeds strengere (emissie)eisen aan de uitvoering van deze projecten gesteld, waardoor ook hier de noodzaak voor laadaansluitingen voor elektrisch vervoer groeit. Bij de projecten van Rijkswaterstaat zijn dan ook mogelijke koppelkansen te vinden.

6. Aannemers

Een dijkversterkingsproject zal gegund worden aan één of meerdere aannemers. Aannemers schakelen vaak onderaannemers in die verantwoordelijk zijn voor specifieke werkzaamheden. De aannemer maakt gebruik van de aangelegde laadinfrastructuur en kan de realisatie van de laadinfrastructuur (deels) op zich nemen.

7. TenneT

TenneT is de landelijke netbeheerder voor het transport van elektriciteit. Waterschappen zijn geen directe klant van TenneT bij het aanvragen en realiseren van laadinfrastructuur. TenneT kan wel een van de partijen zijn waar de netcongestie zich bevindt.

8. Netbeheerder

Een netbeheerder is verantwoordelijk voor het onderhoud, verzwaren en uitbreiden van het elektriciteitsnetwerk voor distributie. De netbeheerder neemt aanvragen voor een nieuwe aansluiting in behandeling en is belast met de werkzaamheden die nodig zijn voor de aanleg van deze aansluiting. Daarnaast heeft de netbeheerder informatie over de netcapaciteit en aansluitingen van derden in een bepaald gebied en kan de organisatie ondersteuning bieden in de zoektocht naar het gebruik van een bestaande aansluiting en het permanent maken van een nieuwe aansluiting.

9. Laadinfrastructuurleveranciers

Laadinfrastructuurleveranciers houden zich bezig met het op de markt brengen van (slimme) laadsystemen, energievoorzieningen en energieopslag. Ze verhuren of verkopen laadinfrastructuur, zoals batterijen en laadpalen. Daarnaast bieden ze ondersteuning bij het beheer van laadpalen of nemen ze de volledige verantwoordelijkheid voor beheer op zich.

10. Leveranciers elektrisch materieel

De leveranciers van elektrisch materieel fabriceren en/of leveren het benodigde materieel. Hierbij is er een onderscheid tussen de fabrikant en de leveranciers. Bij een fabrikant is het enkel mogelijk om het materieel direct uit de fabriek aan te schaffen en is het materieel momenteel nog niet elektrisch aangedreven. Het aanbod elektrisch materieel dat rechtstreeks van de fabrikant komt, is nog zeer beperkt en het is onzeker of dit aanbod in de toekomst gaat toenemen.

Bij leveranciers is het mogelijk om tweedehands materieel aan te schaffen of materieel te huren. Daarnaast retrofitten sommige leveranciers dieselmaterieel naar elektrisch materieel, waardoor het bij sommige leveranciers ook mogelijk is om elektrisch materieel te huren of te kopen.

3. Maatregelen doelmatige investeringen laadinfrastructuur

3.1 Projecten slim bundelen

Bundelen projecten

Er zijn besparingen op de kosten voor laadinfrastructuur te realiseren door samenwerking tussen verschillende dijkversterkingsprojecten binnen het HWBP en andere projecten buiten het HWBP bij de totstandkoming van laadinfrastructuur. Begin met het vaststellen van het programma met hierin de prioritering van de verschillende dijkversterkingsprojecten en onderzoek mogelijke koppelkansen tussen de dijkversterkingsprojecten en andere projecten. Dit kunnen projecten van Rijkswaterstaat, de provincie of gemeente zijn, of geplande bedrijventerreinen die een aansluiting kunnen overnemen na afronding van het dijkversterkingsproject.

Multi-inzetbare laadpleinen

Door het koppelen van verschillende projecten kunnen de kosten voor de laadinfrastructuur worden verlaagd. In plaats van aparte laadinfrastructuur te moeten installeren op meerdere locaties, kan centrale laadinfrastructuur (zoals laadpleinen met meerdere snellaadpalen) worden opgezet om meerdere nabijgelegen projecten (binnen en buiten

waterschappen) te bedienen en de transportafstanden te minimaliseren. Zo kan er een netwerk aan laadpleinen worden gecreëerd en hoeft er niet voor ieder project een eigen laadinfrastructuur worden opgezet. Deze aanpak zou ook een stimulans kunnen zijn voor commerciële partijen om zich meer te richten op het realiseren van grootschalige (publieke) laadpleinen. Het projectteam van het dijkversterkingsproject kan actief zoeken naar andere projecten (van waterschappen maar ook daarbuiten) om de kans op centrale multi-inzetbare laadpleinen te vergroten.

Delen portfolioplanning met netbeheerder

Het koppelen van verschillende projecten maakt ook een efficiëntere samenwerking met diverse stakeholders mogelijk. Het HWBP zou bijvoorbeeld alle geplande dijkversterkingsprojecten op portfolioniveau met de netbeheerder kunnen doornemen, zodat deze kan aangeven in welke gebieden het nog mogelijk is – of op korte termijn weer mogelijk zal zijn – om een grootzakelijke aansluiting te realiseren. Hierdoor kan netcongestie worden meegenomen in de prioritering van de dijkversterkingsprojecten, wat uiteindelijk zal resulteren in

lagere kosten en een kortere doorlooptijd voor de laadinfrastructuur. Daarnaast kan het HWBP zijn programma afstemmen met investeringsprogramma's van andere grote organisaties zoals Rijkswaterstaat, provincies (zoals het [pMIEK](#)) en projectontwikkelaars.

3.2 Tijdig starten met inventariseren aansluitingen

Waterschap initieert

Op dit moment ligt de verantwoordelijkheid voor het aanvragen en realiseren van laadinfrastructuur bij de aannemer. Echter, om de laadinfrastructuur tijdig te realiseren, is het wenselijk dat het waterschap in een vroeg stadium de mogelijke opties (al dan niet in combinatie) onderzoekt. Wanneer een grootzakelijke aansluiting gewenst is, moet het waterschap deze in een vroeg stadium zelf aanvragen, aangezien de aannemer in de eerste twee fases van het project nog niet betrokken is. Bovendien heeft het realiseren van een aansluiting een lange doorlooptijd. Dit betekent ook dat de kosten al eerder voor het waterschap zijn. Om hogere kosten in de toekomst te voorkomen, is het wenselijk dat het HWBP subsidieaanvragen voor laadinfrastructuur eerder subsidiabel

maakt. Op die manier kunnen waterschappen voorfinancieren. Het aanvragen en realiseren van de laadinfrastructuur staat dus los van de daadwerkelijke dijkversterking.

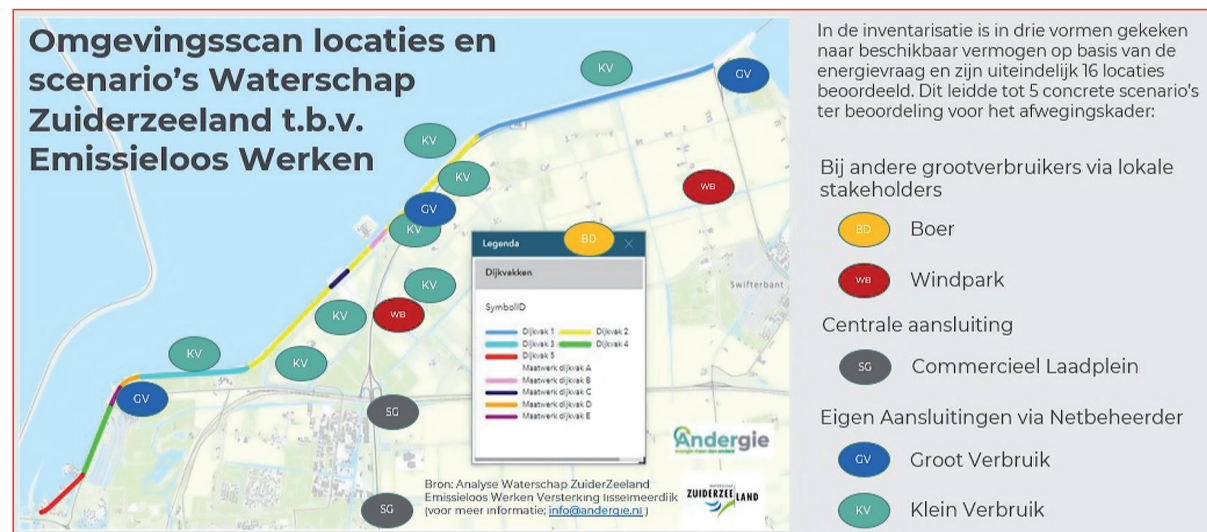
Maak inschatting energievraag

Voordat de grootzakelijke aansluiting kan worden aangevraagd, dient een eerste inschatting te worden gemaakt van de verwachte energievraag en het verwachte vermogen. Dit kan op basis van de verwachte inzet van materieel, het aantal kilometers dat het materieel moet rijden en de grondsoort. Hiervoor kan de tool [Inschatting vermogensvraag bouwproject](#) (ontwikkeld in opdracht van de [Nationale agenda laadinfrastructuur](#)) gebruikt worden. Om vroegtijdig een inschatting te kunnen maken, is het gewenst om de aannemers vroegtijdig te consulteren, en hierbij te vragen naar verwachte inzet van materieel, benodigde elektrische vermogens en laadschema's.

Omgevingscan

Op basis van de inschatting van de energievraag en het verwachte vermogen kan een gerichte omgevingscan gedaan worden voor het identificeren van bruikbare (grootzakelijke) aansluitingen van derden en koppelkansen met andere projecten voor het realiseren van de laadinfrastructuur (zie voorbeeld in figuur hiernaast). In de omgevingscan worden de verschillende laadinfrastructuuropties onderzocht met de netbeheerder, gemeente, provincie, omliggende bedrijven en andere stakeholders. Vanuit de omgevingscan kan

informatie worden vergaard over benodigde vergunningen, de mogelijkheden tot de aanvraag van een nieuwe aansluiting, het gebruik van een bestaande grootzakelijke aansluitingen bij derden en het benutten van koppelkansen binnen en buiten het waterschap. Dit alles wordt in een vroeg stadium van het dijkversterkingsproject door het waterschap uitgevoerd om de kans op een tijdige realisatie van de laadinfrastructuur zo groot mogelijk te maken. Bij voorkeur wordt er in de combinatie van oplossingen voor de laadinfrastructuur van een dijkversterkingsproject gebruikgemaakt van een grootzakelijke aansluiting in eigen beheer of van derden, omdat dit vaak de goedkoopste laadinfrastructuuroplossing is (zie [rapport CE-Delft 2023](#)).



Advies emissieloos werken voor versterking IJsselmeerdijk (bron: Andergie 2023)

In deze fase is het wenselijk dat het waterschap andere regionale (semi)overheden benadert (provincies, gemeenten, havenbedrijven etc.). Als een gemeente en/of provincie ook een energievraag heeft voor haar projecten, kan er samen worden opgetrokken. Ter illustratie: in Friesland is er het samenwerkingsplatform [Grip op grond](#) voor partijen die behoefte hebben aan grond. Een dergelijke samenwerkingsvorm kan ook voor energie opgezet worden om de krachten te bundelen en kennis en data bij elkaar te brengen. Provincies, waterschappen en gemeenten spelen hierbij een belangrijke rol.

3.3 Basis belasting bepalen

Het vinden van laadinfrastructuur met voldoende capaciteit voor de piekbelastingen van het gehele materieel is een uitdaging. Bovendien gaat een zware netaansluiting gepaard met hoge kosten, waarbij vooral de kosten boven een 1,75 MVA-aansluiting (meer dan 1500 kW) snel stijgen, zie tabel hiernaast. 1500 kW kan twaalf rupsgraafmachine van 125 kW motorvermogen in zes uur opladen. Om deze redenen is het aan te raden om het vermogen van de aansluiting niet te laten leiden door de hoogste piekbelasting van materieel, maar door de basisvraag gedurende het project. Hierbij is het wel van belang dat de piekvraag zo laag mogelijk wordt gehouden, zodat de aansluiting in het grootste deel van de energievraag kan voorzien. Daarnaast is het belangrijk om een goed beeld te hebben van de gevraagde vermogens (per machine) en het beschikbare vermogen van de aansluiting.

Tabel: kosten van een aansluiting

Prijzen van [Liander](#), [Stedin](#) en [Enexis](#) in 2024. De grenswaardes van de typen aansluitingen kunnen variëren tussen netbeheerders.

Type aansluiting	Eenmalige kosten nieuwe aansluiting exclusief meerlengte kabels	Totale kosten transportvermogen (per MVA per jaar)	Kosten meerlengte kabel per meter (> 25 meter van station)
630 kVA tot 1 MVA: tot 8 rupsgraafmachines van 125 kW motorvermogen in zes uur opladen.	€ 28.000 – € 34.000	€ 57.000 – € 65.000	€ 152 – € 163
Tot 1,75 MVA: tot 12 rupsgraafmachines van 125 kW motorvermogen in zes uur opladen.	€ 42.000 – € 51.000	€ 57.000 – € 65.000	€ 161 – € 315
Tot 5 MVA: tot 34 rupsgraafmachines van 125 kW motorvermogen in zes uur opladen.	€ 255.000 – € 337.000	€ 83.000 – € 105.000	€ 167 – € 395
Tot 10 MVA: tot 68 rupsgraafmachines van 125 kW motorvermogen in zes uur opladen.	€ 342.000 – € 457.000	€ 83.000 – € 105.000	€ 276 – € 446
> 10 MVA	Maatwerk		

3.4 Flexibiliteit bepalen

Om de piekvraag te verlagen, kan een uitgebalanceerd laadschema worden gebruikt. Met een dergelijk schema kunnen bepaalde laadtijden naar voren worden gehaald of juist worden uitgesteld, om de piek zo laag mogelijk te houden. Daarnaast kan de piekvraag worden verlaagd door het zeer zware materieel niet elektrisch (met batterijen) aan te drijven, maar hier te kiezen voor alternatieve brandstoffen, zoals biogas of waterstof. Tot slot kan een batterij en/of aggregaat worden ingezet om tijdelijke pieken op te vangen en kan het piekvermogen worden verlaagd door toepassing van piekverlagende software op de laadaansluitingen. Dergelijke

laadaansluitingen kunnen de stroomtoevoer naar het materieel afschalen, zodra het benodigde vermogen boven de aansluitcapaciteit komt.

Andere methoden voor het verlagen van de tarieven voor de netaansluitingen zijn volop [in ontwikkeling bij netbeheerders](#). Hierbij valt te denken aan contractvormen met flexibele beschikbare vermogens (tijdsgebonden, op afroep, op- en/of afschaalbaar) en bundelen van meerdere contracten in een groepscontract. Al deze oplossingen hebben als doel de pieken in het netwerk zo laag mogelijk te houden.

3.5 Netaansluiting op locatie zo veel mogelijk gebruiken

De kosten kunnen worden beperkt als het aantal handelingen en de tijd die daarvoor nodig is zoveel mogelijk worden beperkt. De meest doelmatige optie hiervoor is – indien mogelijk – gebruikmaken van meerdere netaansluitingen op het werk, zodat er een optimum ontstaat tussen het aantal netaansluitingen en het benodigde transport.

Eerder in dit document zijn de opties voor het opladen van elektrisch materieel nader toegelicht. Vanuit het doelmatigheidsbeginsel van het HWBP is het gewenst zoveel mogelijk in te zetten op het gebruik van een netaansluiting voor het laden van elektrisch materieel. Dit omdat het laden van batterijen op een externe plek en deze vervolgens te transporteren en op hun plek te hijsen, bij eerdere dijkversterkingsprojecten in de praktijk een kostbare exercitie blijkt te zijn (zie ook [rapport CE-Delft 2023](#)). In de praktijk blijkt het (bijna) onmogelijk om het gehele project uit te voeren met alleen een netaansluiting. Er zal in de praktijk altijd een combinatie van opties nodig zijn. Voor het bepalen van de combinatie aan oplossingen kan gebruikgemaakt worden van de tool [Energievoorziening voor de emissieloze bouwplaats](#).

De inzet van een eigen grootzakelijke aansluiting, een gedeelde aansluiting met andere projecten en het gebruiken van grootzakelijke aansluitingen bij derden verlaagt de inzet

van transport van batterijen. Een eenvoudige wijze om een aansluiting van derden bruikbaar te maken voor het laden van elektrisch materieel is via een MLOEA-aansluiting, of een pasjessysteem op laadpalen.

3.6 Toekomst laadinfrastructuur na einde project vroegtijdig bepalen

Investeringen in laadinfrastructuur zijn vaak aanzienlijk. Een goed beeld van de benodigde laadinfra na het project en de mogelijkheden voor het hergebruiken van bestaande voorzieningen is daarom belangrijk bij het bepalen van de projectkosten. Mogelijk kan een tijdelijke grootzakelijke aansluiting later omgezet worden in een permanente aansluiting. Onderzoek ook de mogelijkheid om de laadinfrastructuur bij andere projecten te gebruiken, zoals die van provincies, Rijkswaterstaat, gemeenten, projectontwikkelaars en toekomstige bedrijventerreinen.

Door vroegtijdig de wensen van meerdere partijen te bundelen, kan gezamenlijk onderzocht worden of het financieel voordeliger is om (buffer)batterijen te leasen of te kopen, of er gekozen moet worden voor een nieuwe of bestaande grootzakelijke aansluiting en welke methode van laden het meest wenselijk is.

Opties voor de gerealiseerde laadinfrastructuur na afloop van het dijkversterkingsproject zijn onder meer:

- Laadinfrastructuur behouden voor emissieloze onderhoudswerkzaamheden.
- Inzet laadinfrastructuur voor andere projecten (eigenaarschap blijft bij initiatiefnemer).
- Overdragen gehele laadinfrastructuur naar derde partij.
- Overdragen netaansluiting naar derde partij zoals bedrijventerrein die netaansluiting wil overnemen voor bedrijf.
- Hergebruik of overdracht ingezette batterijen en laadaansluitingen naar ander project of derden.

Netcongestie is een grote uitdaging bij de verduurzaming en de uitbreiding van bedrijven. Daarom is de verwachting dat er veel vraag is naar netcapaciteit.

3.7 Resumé

Door de eerder genoemde maatregelen toe te passen, kunnen er aanzienlijke kosten bespaard worden. Hieronder wordt een ordegrrootte aangegeven van de kosten als de maatregelen worden toegepast:

1. Slim bundelen laadinfrastructuurprojecten: kosten kunnen verdeeld worden onder meerdere partijen.
2. Tijdig starten met laadinfrastructuur: door tijdig te beginnen, wordt de kans vergroot dat er gebruikgemaakt kan worden van een netaansluiting in de buurt van de bouwplaats in plaats van transport van batterijen.

3. Bepaal basisbelasting en gebruik flexibiliteit: door slim om te gaan met de netcapaciteit, kan de aansluiting relatief klein gehouden worden. De tabel hiernaast toont het verschil in kosten van een aansluiting (exclusief kosten voor slimme oplossingen) gedurende zes jaar.
4. Gebruik netaansluiting die direct materieel laadt: verlaagt net als tijdig starten met laadinfrastructuur de kans dat er veel transport met batterijen moet plaatsvinden.
5. Bepaal toekomst laadinfra vroegtijdig: na afloop van het dijkversterkingsproject kan het waterschap (een deel van) de laadinfrastructuur zelf hergebruiken of verhuren of verkopen aan een derde partij. Ook kan de laadinfrastructuur behouden blijven om later het reguliere onderhoud aan de dijk emissieloos uit te voeren.

Tabel: kosten van een aansluiting (exclusief kosten voor slimme oplossingen) gedurende zes jaar

Prijzen van *Liander*, *Stedin* en *Enexis* in 2024. De grenswaardes van de typen aansluitingen kunnen variëren tussen netbeheerders.

Type aansluiting	Enmalige kosten nieuwe aansluiting exclusief meerlengte kabels	Totale kosten transportvermogen voor periode van zes jaar
1,75 MVA aansluiting: twaalf rupskranen van 125 kW motorvermogen op te laden in zes uur.	€ 42.000 – € 51.000	€ 600.000 – € 750.000
3 MVA aansluiting (= categorie tot 5 MVA): twintig rupskranen van 125 kW motorvermogen op te laden in zes uur.	€ 255.000 – € 337.000	€ 1.500.000 – € 2.000.000

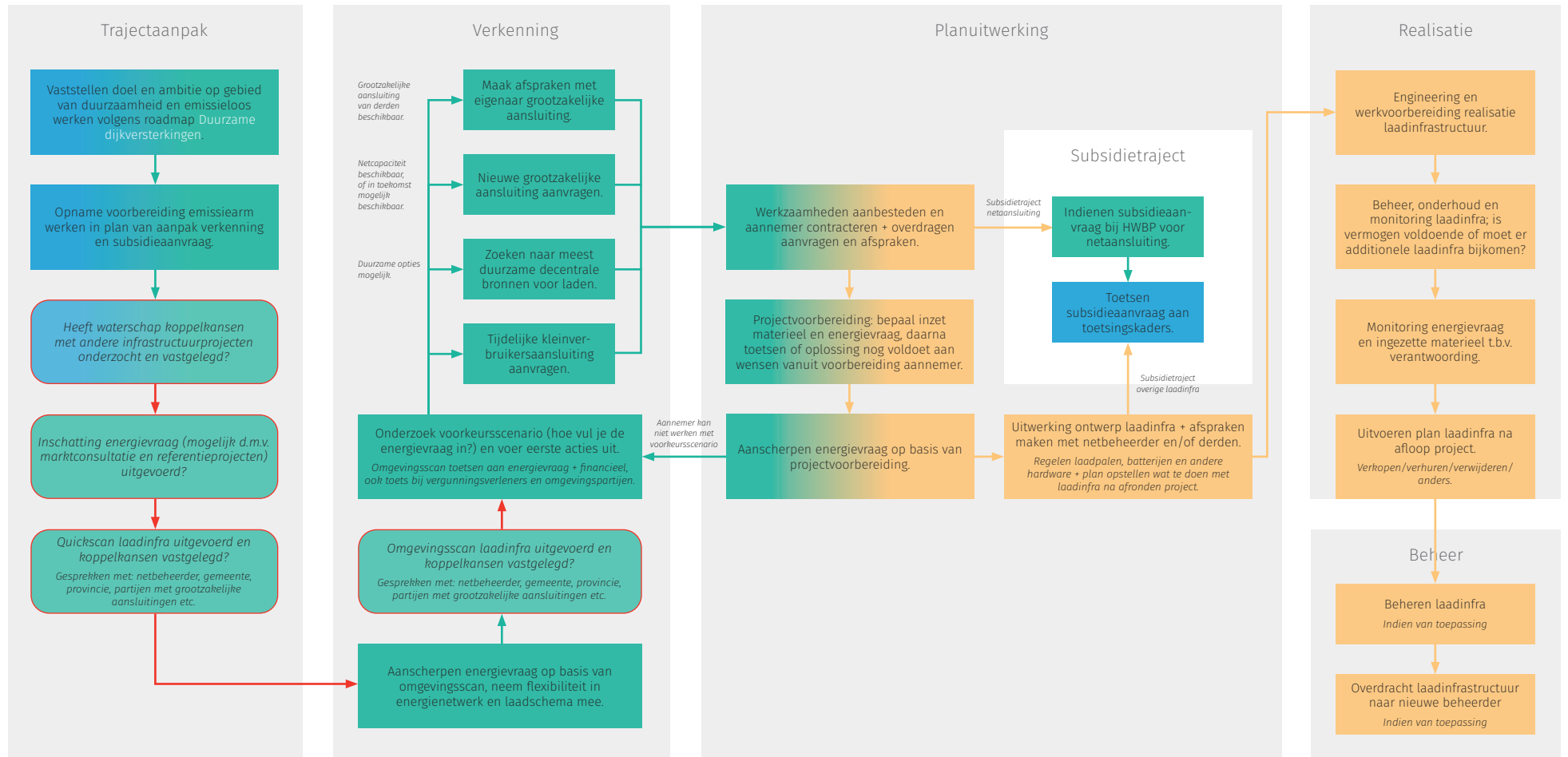
4. Procesaanpak

Op basis van de maatregelen ([hoofdstuk 3](#)) en de bestaande fasen binnen een dijkversterkingsproject ([hoofdstuk 2](#)) is er een procesomschrijving opgesteld die de belangrijkste stappen per fase schetst om tot een zo doelmatig mogelijke investering te komen voor laadinfrastructuur voor dijkversterkingsprojecten. Op de volgende pagina staan de geïdentificeerde maatregelen uitgewerkt in het proces van een dijkversterkingsproject. De aanpak is gericht op het bepalen van doelmatige oplossingen.

In de eerste twee fasen (trajectaanpak en verkenning) is het waterschap vooral aan zet. Vanaf de planuitwerkingsfase en richting de realisatiefase zal de rol van de aannemer steeds groter worden. Het advies is dat de waterschappen al zoveel mogelijk in gang zetten voordat de aannemer instapt. Wanneer is dit gebeurt, is afhankelijk van de door het waterschap gekozen aanbestedingsstrategie. Laadinfrastructuur dient hier daarom onderdeel van te zijn. Het advies is hierbij om de aannemer zo snel als mogelijk te betrekken.

Het processchema suggereert mogelijk een harde knip tussen de verschillende fasen. De praktijk leert dat dit niet altijd het geval is; het betreft meer een doorgaand en iteratief proces. Het zoeken en realiseren van laadinfrastructuur stopt namelijk niet aan het einde van de planuitwerkingsfase!





Legenda:

Toetsvraag

HWBP

HWBP en waterschap

Waterschap

Waterschap en aannemer

Aannemer

5. Conclusies

In [hoofdstuk 3](#) en [hoofdstuk 4](#) zijn maatregelen en het bijbehorende proces omschreven om alle opties te onderzoeken om te komen tot doelmatige investeringen in laadinfrastructuur bij dijkversterkingsprojecten. Hieruit blijkt dat er een grotere rol bij de waterschappen komt te liggen voor het beschikbaar maken van laadinfrastructuur. Het waterschap dient vroegtijdig in het proces van dijkversterkingsprojecten acties op te pakken.

- Het grootste deel van het emissieloze materieel is momenteel elektrisch met lithiumbatterijen. Deze worden door machineleveranciers op de markt gebracht door dieselmaterieel te retrofitten. Het is nog onduidelijk of en wanneer de grote fabrikanten van machines zelf met elektrisch materieel komen.
- Elektrisch materieel kan gebruikmaken van vaste accu's en verwisselbare accu's. Deze accu's kunnen op de bouwplaats, of op een externe locatie (in combinatie met transport) geladen worden. Hierbij kan gebruikgemaakt worden van accupakketten. Voor deze opties zijn er vier mogelijkheden om te laden: 1) eigen grootzakelijke aansluiting, 2) gebruikmaken van bestaande grootzakelijke aansluiting van derden, 3) decentrale bronnen en 4) kleinverbruikaansluiting.
- De inzet van een eigen grootzakelijke aansluiting, een gedeelde aansluiting met andere projecten, en het gebruiken van grootzakelijke aansluitingen bij derden verlagen de inzet van transport van batterijen.
- Er zijn aanzienlijke kosten te besparen als HWBP en het waterschap al vroegtijdig zelfstandig acties rondom laadinfrastructuur in gang zetten. Dit kan door te zoeken naar koppelkansen met betrekking tot de laadinfrastructuur, zowel tijdens en na het project als binnen en buiten de waterschappen. Potentiële kansen liggen onder andere bij het koppelen van dijkversterkingsprojecten onderling en het koppelen van dijkversterkingsprojecten aan andere projecten van bijvoorbeeld Rijkswaterstaat, provincies, gemeenten en bedrijventerreinen.
- Door als waterschap vroegtijdig de verwachte energievraag per project te analyseren, kan vroegtijdig in het project een beeld van de benodigde laadinfrastructuur verkregen worden. Op deze inzichten dient het waterschap vervolgens zelf de eerste stappen zetten, zoals het aanvragen van een netaansluiting. Hierbij is het wenselijk dat het HWBP aanvragen voor laadinfrastructuur eerder in het dijkversterkingsproject subsidiabel maakt.
- Door het uitvoeren van een omgevingsscan (door het waterschap) op het gebied van eventuele bruikbare grootzakelijke aansluitingen bij derden en andere omgevingspartijen, kunnen vroegtijdige koppelkansen worden geïdentificeerd.
- Het beperken van het piekvermogen en het vroegtijdig bepalen wat er met de laadinfrastructuur gebeurt na oplevering van het project kan zorgen voor een kostenreductie op het project.
- De verwachting is dat het aandeel elektrisch materieel bij dijkversterkingsprojecten zal stijgen naarmate de emissie-eisen strenger worden. De verwachting is echter dat de kosten exponentieel zullen stijgen, aangezien het zeer zware materieel lastig te elektrificeren blijkt te zijn.

6. Aanbevelingen

Uit de interviews zijn naast de maatregelen een aantal aanbevelingen naar voren gekomen om de doelmatigheid van de investeringen in laadinfrastructuur verder te vergroten. Die worden in dit hoofdstuk opgesomd.

6.1 Faciliteer kennisdeling

Uit de interviews is naar voren gekomen dat het ontbreekt aan integrale kennis binnen projectteams en stakeholders over emissieloos werken en het aanleggen en werken met bijbehorende laadinfrastructuur. Integrale kennis heeft meerdere dimensies (techniek, proces en kosten) en kan gezamenlijk worden opgebouwd door bijvoorbeeld het delen van geleerde lessen en het organiseren van periodieke trainingen. Een effectieve manier om dit te bereiken, is door het opzetten van een platform voor kennisuitwisseling waar experts, aannemers en opdrachtgevers informatie kunnen delen over emissieloze dijkversterkingsprojecten. Vervolgens kunnen alle rollen binnen het projectteam die betrokken zijn bij dijkversterkingsprojecten via dit platform worden voorzien worden van een basisset aan benodigde kennis voor het emissieloos versterken van dijken. Door betrokkenen te voorzien van de nodige kennis en inzichten kunnen zij effectief bijdragen aan het behalen van de doelstellingen op het gebied van emissieloos werken.

6.2 Onderzoek afschrijftermijnen en samenwerkingsvormen

Veel aannemers werken momenteel met afschrijvingen van elektrisch materieel tot 0%, maar het materieel blijft veel waarde houden. In de praktijk blijkt dat afschrijvingen tot 40% haalbaar is. Dit komt de businesscase voor elektrisch materieel ten goede.

Een andere wijze waarop kosten en risico's gespreid kunnen worden, is het opzoeken van publiek-private samenwerkingsvormen. Een waterschap kan bijvoorbeeld een vaste afname van elektriciteit bij centrale laadpunten aan de markt garanderen, waardoor de markt verleid wordt grotere laadoplossingen te ontwikkelen. Hierbij kan de marktpartij een businesscase opstellen voor het resterende vermogen.

6.3 Standaardiseer (veiligheids)normen

Vanuit verschillende overheden zijn er relatief weinig verplichtingen en veiligheidseisen ten aanzien van het werken met emissieloos materieel. Hierbij gaat het om normering rondom de machines zelf, het laden van de machines en de eventuele accupakketten die gebruikt worden voor het laden. Door het gebrek aan (veiligheids)normering zijn de gevolgen van

ongelukken bij het laden of gebruik van de machines groot. Bij elektrische auto's is bijvoorbeeld gebleken dat een autobrand lastig kan zijn om blussen.

Het is wenselijk dat wanneer projecten vergund worden, er eenduidige en heldere (veiligheids)normen worden gesteld door de opdrachtgever. Aannemers kunnen hier vervolgens rekening mee houden tijdens het inrichten van het project, wat vertragingen door wijzigingen in de normering voorkomt. Partijen die waterschappen kunnen benaderen voor het opstellen van (veiligheids)normen zijn [ElaadNL](#) en de [Nationale agenda laadinfrastructuur](#); dit zijn organisaties die zich bezighouden met standaardiseren en uniformeren van normen voor elektrisch laden. Zij kunnen ook helpen bij aanbestedingstrajecten op het gebied van laadinfrastructuur.

Daarnaast is het van belang dat de verschillende stakeholders met elkaar gaan samenwerken om de kansen en gevaren van het werken met emissieloos materieel in beeld te brengen en vervolgens te verkleinen. In een ideaal scenario wordt de vergaarde kennis gedeeld met overheidsinstanties, zodat zij passende normen kunnen vaststellen voor het werken met en opladen van emissieloze machines.

6.4 Creëer langetermijnzekerheid

Om aan de strenger wordende emissie-eisen te blijven voldoen, moeten opdrachtnemers innoveren en investeren in emissieloos materieel. Dit materieel is duurder dan regulier materieel. Door als waterschappen meer perspectief (over langere periode) te bieden aan opdrachtnemers, kunnen waterschappen opdrachtnemers verleiden meer te investeren in elektrisch materieel.

Tussen de opdrachtnemer en een waterschap is open en eerlijke communicatie noodzakelijk om over het gehele project de meest duurzame oplossingen te zoeken, en niet te verzanden in 'greenwashing'-discussies. Door als opdrachtgever en -nemer in gesprek te blijven, kan er gezocht worden naar de beste oplossing binnen het project.

6.5 Creëer relatie netbeheerder

De beschikbaarheid van (net)capaciteit is een belangrijke factor voor een doelmatige investering in laadinfrastructuur. Gezien de landelijke en regionale uitdagingen op het elektriciteitsnetwerk zullen diverse waterschappen in hun ambitie om emissieloos te werken, te maken krijgen met het vinden van voldoende (net)capaciteit. Het is van groot belang om in de trajectaanpak- en initiatieffase contact te leggen met de regionale netbeheerder, en samenwerkingen met andere belanghebbenden (koppelkansen) op te zetten voor alle dijkversterkingsprojecten. Netbeheerders kunnen helpen bij

het identificeren van grootzakelijke aansluitingen van derden die mogelijk nog ruimte hebben om deze in te zetten bij dijkversterkingsprojecten.

Het HWBP kan op portfolioniveau al vroegtijdig met netbeheerders plannen doornemen voor de komende tien tot twintig jaar. Deze kennis kunnen netbeheerders gebruiken om onderliggende net te verzwaren.

6.6 Vervolgonderzoeken

De focus van deze handleiding ligt bij het realiseren van laadinfrastructuur voor dijkversterkingsprojecten. Er zijn echter ook andere opties voor emissieloos materieel.

Uit veel gesprekken is gebleken dat er veel vragen zijn over de inzet van waterstof en andere duurzame brandstoffen voor emissieloos materieel. Er wordt veel over dit onderwerp gesproken, maar de status en potentie zijn niet duidelijk in beeld. Een onderzoek omtrent de kansen en uitdagingen op dit gebied kan veel ruis hierover wegnemen.

Een andere optie die uit de gesprekken naar voren is gekomen, betreft de inzet van elektrische vaartuigen. Mogelijk kan een stap gezet worden in het emissieloos bouwen door meer elektrische vaartuigen in te zetten naast het elektrische materieel op land. Ook de potentie en status hiervan kunnen nader onderzocht worden in een vervolgonderzoek.

Bijlagen

B.1 Ontwikkelingen energievraag

Hoeveelheid dijkversterkingsprojecten

In totaal heeft het HWBP 88 dijkversterkingsprojecten in het [projectenboek 2023-2028](#) staan. Deze dijkversterkingen verschillen in omvang, type en plaats. Het HWBP heeft als ambitie om projecten (deels) emissieloos uit te voeren volgens het [Toetsingskader emissieloos bouwen HWBP](#). Door het vervallen van de bouwvrijstelling is de opdracht om het project emissieloos uit te voeren groter geworden, bovendien staat in het toetsingskader opgenomen dat het percentage emissieloos bouwen de komende jaren stijgt.

Energievraag op basis van inzet materieel

Ruwweg kan de vertaalslag worden gemaakt: voor iedere liter diesel is er 4 kWh elektriciteit nodig om deze te vervangen (dit is inclusief de verliezen van een dieselmotor). De verwachting is dat de hoeveelheid energie die nodig is voor dijkversterkingsprojecten ongeveer gelijk blijft, maar dat de bron van deze energie verschuift van diesel naar elektriciteit. Om deze reden is de verwachting dat de vraag naar het vermogen (kW) voor transportcapaciteit op het elektriciteitsnetwerk en het verbruik (kWh) sterk zullen toenemen de komende jaren. Dit vergroot de noodzaak voor doelmatige investeringen in laadinfrastructuur.

Innovatie in efficiëntie

Uit de interviews is een potentiële efficiëntieverbetering bij elektrisch materieel geïdentificeerd. Omdat het elektrisch materieel nu nog wordt omgebouwd van dieselmotoren naar elektromotoren is het ontwerp volledig gericht op zo efficiënt mogelijk dieselgebruik. Als elektrisch materieel wordt ontworpen met zo efficiënt mogelijk elektriciteitsgebruik als doel, kan het verbruik afnemen. Ter illustratie: veel energie van het roteren van kranen zou dan teruggewonnen kunnen worden (regenereren). Dit gebeurt nu nog niet of beperkt. Of dergelijke innovaties doorgevoerd worden, hangt af van de fabrikanten die het materieel ontwikkelen. Tijdens dit onderzoek is gebleken dat fabrikanten weinig loslaten over de ontwikkelingen, waardoor het onzeker is of deze innovaties daadwerkelijk in de praktijk te zien zullen zijn, ook gezien het feit dat Nederland al vooroploopt op het gebied van emissieloos bouwen en deze markt te klein is voor fabrikanten om specifiek materieel op te ontwikkelen



B.2 Overzicht geïnterviewden

Om tot de resultaten in deze handreiking te komen, zijn in de periode van september 2023 tot en met maart 2024 diverse interviews gehouden. In onderstaande tabel zijn de geïnterviewden weergegeven.

Type	Organisatie	Naam
Opdrachtgever	Waterschap Noorderzijlvest	Dhr. B. de Wolff, dhr. H. van Maar en dhr. A. Wijnstra
	Waterschap Rijn en IJssel, Rijnkade	Dhr. F. van der Werf
	Waterschap Rivierenland	Dhr. T. Melis
	Waterschap Rivierenland, Tiel Waardenburg	Dhr. W. Korenromp
Netbeheerder	Liander	Mevr. J. Geursen
Aanbieder materieel	Services Machinery Trucks	Dhr. B. Möhlmann
	Staad groep	Mevr. Y. Jussen en dhr. M. Munster
Aanbieder laadinfra	Equans	Dhr. L. Sluiman
	Kenter	Dhr. E. Persaud
	Greener	Dhr. M. Griffioen
Aannemer	De Vries & Van der Wiel, DEME Groep, ENI, Sterke Lekdijk	Dhr. J. Gijzen
	GMB (en ENI)	Dhr. G. van der Veer
	Dura Vermeer, dijkversterking Waterschap Rivierenland	Dhr. M. van der Meer
	Dura Vermeer, Watthub	Mevr. A. Koudstaal
	Dura Vermeer	Dhr. H. Tijhuis
	Heijmans/GMB, aannemer Lauwersmeerdijk	Dhr. J. Boers en dhr. H. Ruitkamp
Expert	SD Klimaatadvies (en ENI)	Dhr. S. Daamen
	Zpp'er adviseur elektrische vrachtwagens	Dhr. J. Nijenhuis
	Andergie	Dhr. R. Biemans
Onderaannemer	Van Werven Infra & Recycling	Dhr. H. Hertsenberg
	Van Gelder	Dhr. R. Kok
Producent materieel	Volvo	Dhr. F. Brkjaca

B.2 Bronnen

Digitale bronnen

- Andergie (2023), Advies emissieloos werken: versterking IJsselmeerdijk
- CE Delft (2022), Laden voor logistiek bij beperkte netcapaciteit - Mitigerende maatregelen voor bestelauto's en vrachtwagens
- CE Delft (2023), Zero-emissiebouwplaats - Inrichting en meerkosten
- Enexis (2024), Tarieven
- Emission (2024), Emissieloos bouw materiaal huren
- ENI (2022), Infographic emissieloze bouwplaats
- ENI (2023), Antwoorden op de meest gestelde vragen rondom het aanbesteden van emissieloos werken in de infra
- HWBP (2021), Emissieloos bouwen - Voorbeeldproject dijkversterking Wolferen-Sprok
- Liander (2024), Tarieven
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2020), Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022), Roadmap transitiepad weg-, dijk, en spooxmaterieel (WDSM)
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2023), Veiligheid rondom emissieloos materieel in de bouw en bouwtransport
- NAL (2021), Handreiking depotladen - Een praktische checklist voor laadinfrastructuur voor elektrische vrachtwagens
- Nal (2024), Tool inschatting vermogensvraag bouwproject

- Natuur & Milieu (2020), De elektrische vrachtwagen in opkomst - Uitdagingen en oplossingen voor laadinfrastructuur
- Netbeheer Nederland (2023), Position paper groeps-transportovereenkomst (Groeps-TO)
- Netbeheer Nederland (2024), Capaciteitskaart
- Stedin (2024), Tarieven
- TNO (2022), Schoon en emissieloos bouwen: Opties voor laad- en tankinfrastructuur voor mobiele werk-, wegvoer-, spoorvoer-, en vaartuigen voor de bouwsector
- TwynstraGudde (2022), Procesplaat elektrisch laden op de bouwlocatie - Een weergave van een huidig proces en een blik in de toekomst

Lering getrokken uit de volgende casussen:

- Wijk bij Duurstede-Amerongen, Salmsteke-Schoonhoven | Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
- Gorinchem-Waardenburg | Waterschap Rivierenland
- Wolferen-Sprok | Waterschap Rivierenland
- Neder-Betuwe | Waterschap Rivierenland
- Tiel-Waardenburg | Waterschap Rivierenland
- IJsselmeerdijk | Waterschap Zuiderzeeland
- Lauwersmeerdijk-Vierhuizergat | Waterschap Noorderzijlvest
- Rijnkade Arnhem | Waterschap Rijn en IJssel



Colofon

Auteur

Antea Group Nederland

E-mail: info@anteagroup.nl

Website: www.anteagroup.nl

Contactpersoon: Keje Spijkerman

Mei 2024

Opdrachtgever

Waterschap Noorderzijlvest

E-mail: info@noorderzijlvest.nl

Website: www.noorderzijlvest.nl

Contactpersoon: Bert de Wolff

De handreiking is mede tot stand gekomen
door Rob Biemans van Andergie.



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Handreiking laadinfrastructuur voor HWBP-dijkversterkingen

Waterschap NOORDERZIJLVEST



HWBP
voor sterke dijken


anteagroup