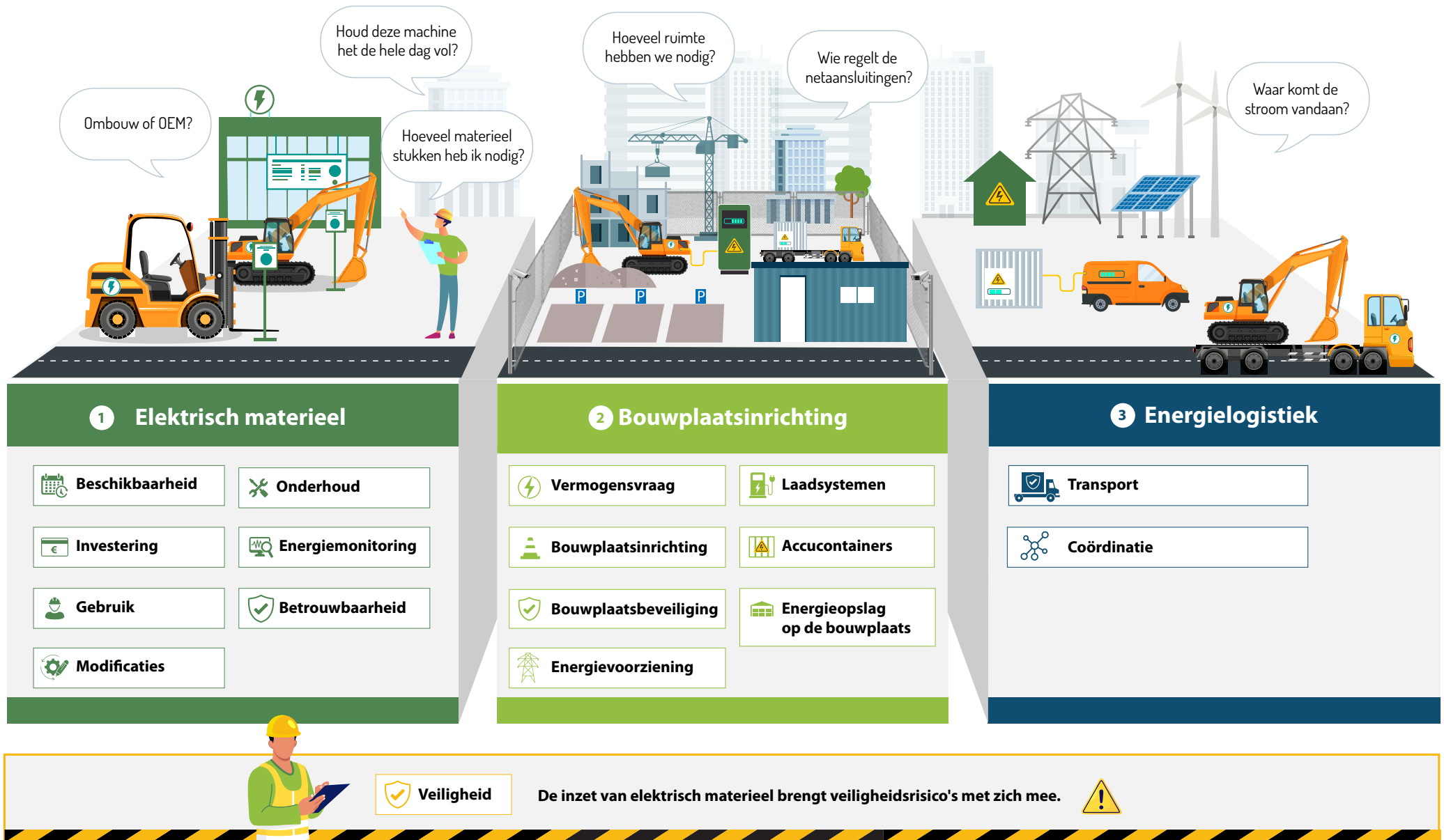


Aandachtspunten voor het werken met elektrisch materieel



Vooraf Veiligheid



Veiligheid: De inzet van elektrisch materieel brengt veiligheidsrisico's met zich mee.

Veiligheid is niet alleen tijdens het gebruik van elektrisch materieel belangrijk, ook het laden en het transport gaat gepaard met veiligheidsrisico's. In dit document worden verschillende veiligheidsaspecten beschreven, zoals de ADR, PGS 37-1 en RI&E. Voor de volledige veiligheidsrichtlijnen verwijzen we je naar de [Richtlijn Veilige Inzet Elektrisch Materieel](#). Hierin staan zaken als:

- Aankoop, inzet en onderhoud van elektrisch aangedreven mobiele werktuigen
- Aankoop, inzet en onderhoud van batterijsystemen voor inzet op bouwplaatsen
- Aankoop, inzet en onderhoud van laadinfrastructuur voor inzet op bouwplaatsen of bij depots
- Publiek laden van bouw materieel
- Energie-infrastructuur op de bouwplaats
- Het aansluiten van de energie-infrastructuur op de bouwplaats
- Energie-infrastructuur op depots en werven
- Transport en logistiek van elektrisch materieel en energie-technologie van en naar de bouwplaats

1. Elektrisch materieel

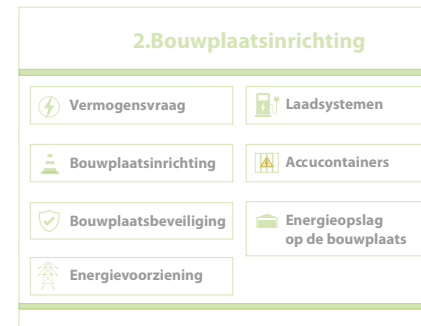
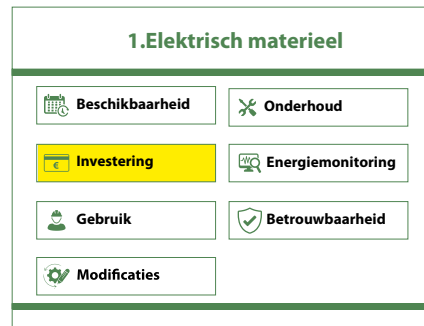


Beschikbaarheid: Elektrisch materieel is niet altijd direct en overal beschikbaar.

Elektrische af-fabriek machines (OEM) zijn beperkt, waardoor veelal fossiele machines worden omgebouwd. Levertijd van machines kunnen lang zijn (soms wel 2 jaar) wat uitdagingen met zich meebrengt bij de inzet ervan. Dit leidt tot extra inspanningen voor aannemers, die meerdere uren per week nodig hebben voor het aanvragen en regelen van elektrisch materieel. Het is het raadzaam om fabrieksmatig geproduceerde machines te verkiezen boven ombouwmachines, niet alleen omdat dit op den duur de prijs van elektrische machines zal gaan drukken, er zijn over het algemeen ook minder storingen door het geïntegreerde ontwerp van de OEM machines. Check naast het aanschaffen of ombouwen van machines aan de mogelijkheden tot het huren van elektrische machines via (deel)platformen of direct bij concullega's.



1. Elektrisch materieel

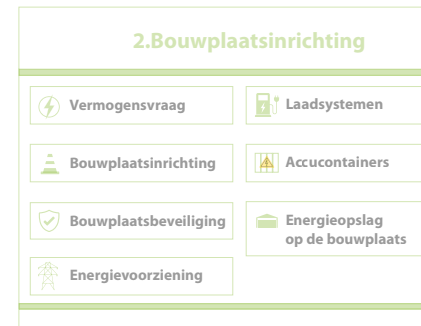
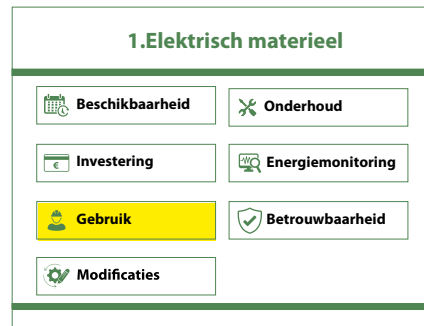


Investering: Elektrisch materieel vereist momenteel nog een hogere initiële investering en operationele kosten dan fossiel aangedreven alternatieven.

Er zijn financiële uitdagingen bij de inzet van elektrisch materieel. Enerzijds zijn er hogere startkosten dan met fossiel materieel door de hogere aanschafprijs van elektrische machines. Daarnaast is er een afhankelijkheid van opdrachtgevers met de uitvraag van projecten waar (deels) ZE moet worden gewerkt. De hogere huurkosten en verzekeringspremies voor elektrisch materieel dragen bij aan de uitdaging. Ook zorgt de onzekerheid over de levensduur en restwaarde van elektrische machines voor extra risico's. Om deze uitdagingen aan te gaan, wordt aanbevolen om te investeren in materieel dat veelzijdig inzetbaar is, te investeren in langdurige samenwerkingen met onderaannemers en flexibel te blijven in materieelkeuze. Hergebruik van componenten, zoals batterijen, kan bijdragen aan kostenbesparingen en milieuvoordelen op de lange termijn.



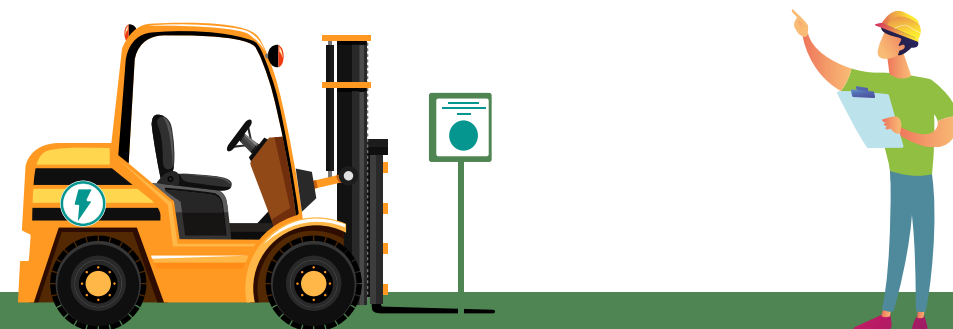
1. Elektrisch materieel



Gebruik: Elektrisch materieel is stiller en gebruiksvriendelijker dan fossiel materieel.

De ervaring van machinisten in het gebruik van elektrisch materieel is zeer positief. Doordat er geen motorgeluid is, kan er gemakkelijker gecommuniceerd worden met collega's op de bouwplaats. Dit bevordert de veiligheid. Ook worden lokaal geen schadelijke stoffen uitgestoten, wat beter is voor klimaat, natuur en de gezondheid van personeel. Daarnaast trilt de machine minder dan bij een fossiel aangedreven materieelstuk. Dit is niet alleen prettiger voor de omgeving, maar kan ook op lange termijn eventuele klachten voorkomen bij machinisten.

De praktijk leert dat kleinere machines het vaak een volledige werkdag kunnen volhouden op één acculading, terwijl grotere machines dit niet altijd lukt. Hierdoor dienen batterijpakketten verwisseld te worden of tussendoor geladen worden. Dit vraagt om een slimme planning, om faalkosten te voorkomen. Tot slot dien je je medewerkers mee te nemen in de verandering van fossiel aangedreven machines naar elektrisch aangedreven machines. Een andere manier van werken vraagt goede begeleiding en training van het bouwplaatspersoneel.



1. Elektrisch materieel



1. Elektrisch materieel	
Beschikbaarheid	Onderhoud
Investering	Energie monitoring
Gebruik	Betrouwbaarheid
Modificaties	

2. Bouwplaatsinrichting	
Vermogensvraag	Laadsystemen
Bouwplaatsinrichting	Accucontainers
Bouwplaatsbeveiliging	Energieopslag op de bouwplaats
Energievoorziening	

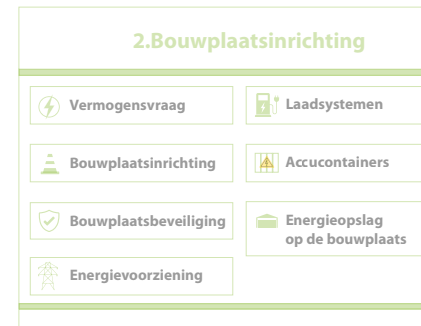
3. Energielogistiek	
Transport	
Coördinatie	

Modificaties: Aanpassingen zijn soms nodig om elektrisch materieel geschikt te maken voor specifieke bouwprojecten.

Technische kennis over elektrisch materieel is nog schaars. Om deze uitdaging aan te gaan, is het verstandig vroegtijdig te investeren in gerichte opleidingen en de ontwikkeling van materieelspecialisten binnen de organisatie. Hoewel de initiële kosten voor deze kennisverwerving hoog zijn, zullen ze op lange termijn dalen naarmate de organisatie meer ervaring opdoet. Deze investeringen in kennis leidt tot efficiëntere projectuitvoering, kostenbesparingen en een sterkere positie in de toekomstige markt.



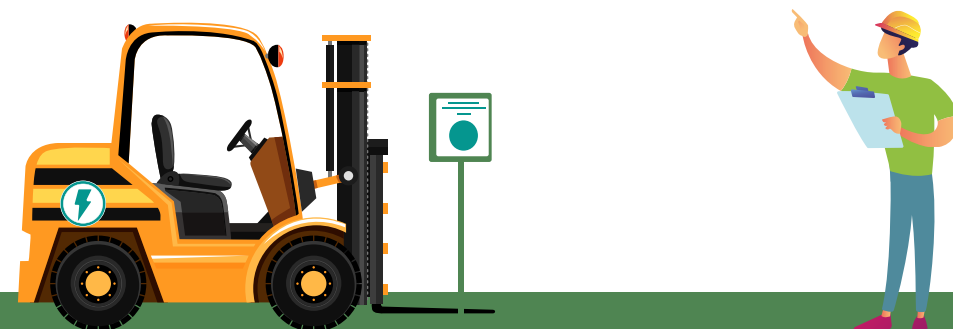
1. Elektrisch materieel



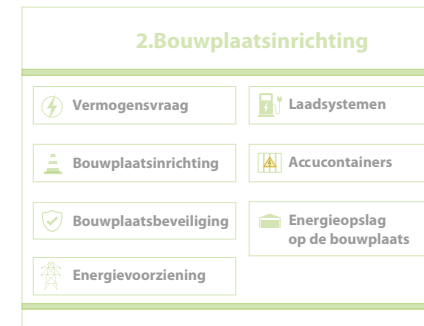
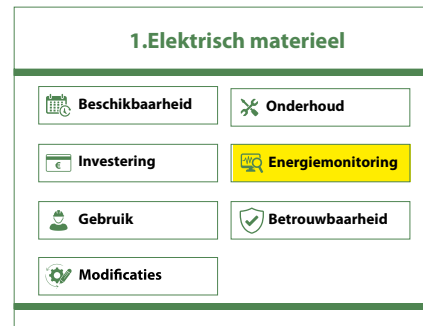
Onderhoud: Elektrisch materieel heeft andere onderhoudsbehoeften en -kosten dan fossiel aangedreven machines.

In de basis heeft een elektrische machine minder mechanisch bewegende delen. Dit kan leiden tot minder frequent benodigd onderhoud. Toch vereist elektrisch materieel gespecialiseerde kennis en (vaak) duurder, technisch geschoolde werkrachten. De onderhoudskosten voor elektrisch materieel zijn nog niet volledig bekend, maar zullen naar verwachting op termijn gelijk worden aan die van conventioneel materieel.

Een onderhoudsplan moet bestaan uit een routinematig schema, specifieke aandacht voor batterijonderhoud en gedetailleerde documentatie. Storingen komen vaker voor en zijn complexer en duurder om te repareren, vooral bij omgebouwde machines waar de verantwoordelijkheid tussen verschillende partijen onduidelijk kan zijn. Monitoringssystemen kunnen helpen bij het vroegtijdig detecteren van storingen, wat de onderhoudskosten kan beperken en robuustere inzet kan garanderen.



1. Elektrisch materieel

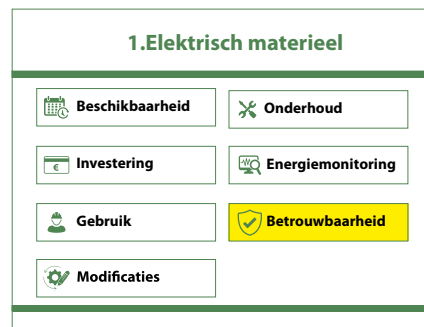


Energie monitoring: Het is essentieel om het energieverbruik van elektrisch materieel nauwkeurig te monitoren voor efficiëntie.

Het moment bepalen om op te laden evenals het plannen ervan is complex en kostbaar. Deze uitdaging is materieel- en organisatieafhankelijk en kan vertraging in de projectplanning veroorzaken. Het toepassen van simulatiesoftware voor betere planning en real-time monitoring, wat efficiëntere planning mogelijk maakt, is hiervoor een oplossing. Het voordeel is dat dit leidt tot betere energie efficiëntie en kostenbesparingen op lange termijn.

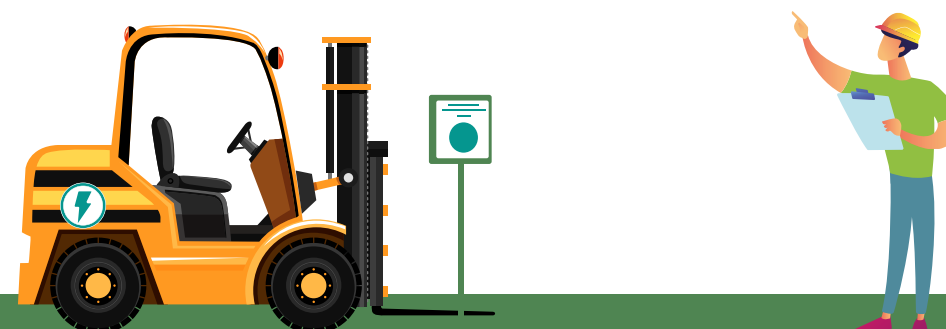


1. Elektrisch materieel

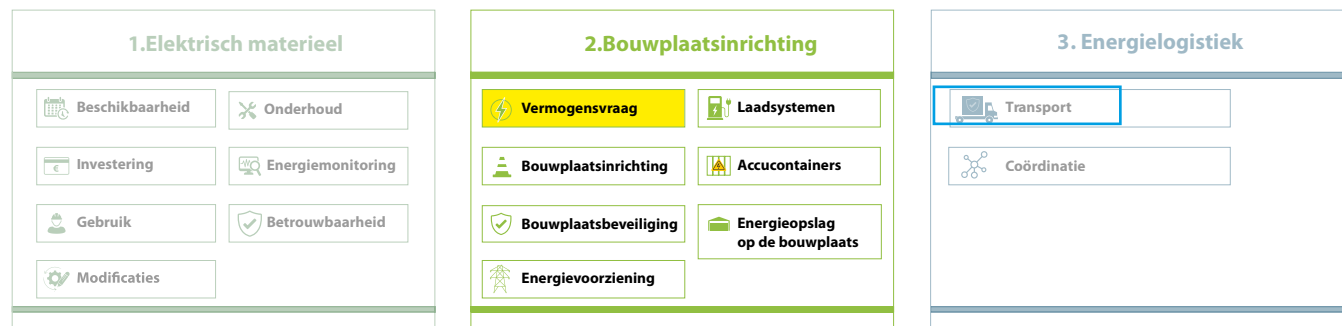


Betrouwbaarheid: Elektrisch materieel is nog niet even betrouwbaar ten opzichte van fossiele machines.

Elektrisch materieel is relatief nieuw. Daarmee zijn er ook kinderziektes die met langdurige inzet in uitdagende omgevingen zichtbaar worden. Hoewel ombouwmachines steeds robuuster worden is het beeld dat deze machines soms nog te maken hebben met uitdagingen vanuit het ontwerp. Dit kan bijvoorbeeld zijn dat stof in elektronica komt waardoor de machine in storing komt. Naarmate er meer ervaring wordt opgedaan met omgebouwde machines zullen deze storingen ook verminderen. OEM machines hebben doorgaans een langer traject van testen gehad voordat deze op de markt verschijnen. Het is daarom raadzaam ook deze machines te overwegen bij aanschaf in het kader van betrouwbaarheid.



2. Bouwplaatsinrichting



Vermogensvraag: Begin met het in kaart brengen van de vermogensvraag.

Ten eerste dient een goede inschatting gemaakt te worden van de energievraag gedurende het gehele project. Dit is ook het geval wanneer er een energievoorziening wordt georganiseerd door de opdrachtgever. De inschatting kan gemaakt worden aan de hand van energiemonitoring en historische gegevens, maar ook via bestaande rekentools zoals de vermogenstool van de NAL. Het benodigde vermogen verschilt per project en is niet de optelsom van alle machines. Er dient inzicht te zijn in de maximale gelijktijdige stroomvraag. Er bestaan energiemodellen waarbij machines met bijbehorende specificaties aan de planning worden gekoppeld om het benodigde en beschikbare vermogen vast te stellen. Na deze stap dient vervolgens een laadfaciliteit te worden bepaald of gecreëerd.



2. Bouwplaatsinrichting

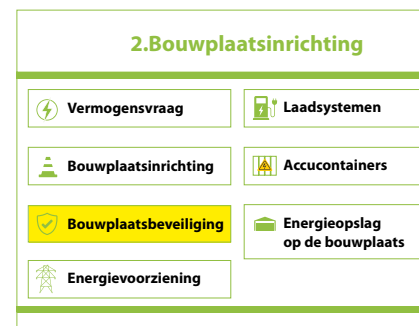


Bouwplaatsinrichting: De inrichting van de bouwplaats moet aangepast worden om te voorzien in de energiebehoefte van elektrisch materieel.

Laadvoorzieningen vereisen ongeveer 10% meer ruimte op de bouwplaats, hier dient rekening gehouden mee te worden in de bouwplaatsinrichting en planning.



2. Bouwplaatsinrichting

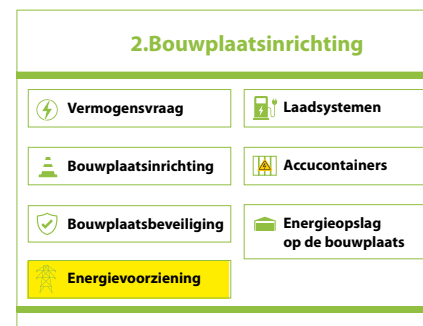


Bouwplaatsbeveiliging: Beveiliging van waardevol en kwetsbaar materieel vraagt meer aandacht.

De inzet van elektrisch materieel op bouwplaatsen brengt nieuwe veiligheids- en beveiligingsuitdagingen met zich mee. Afhankelijk van het type project en de bouwplaats locatie is er extra beveiliging nodig vanwege de waardevolle componenten, wat leidt tot hogere verzekeringskosten. Veiligheid is cruciaal, vooral bij grotere projecten, waar extra toezicht noodzakelijk is, mogelijk door de aanstelling van een veiligheidscoördinator. Zeker voor waterstof zijn extra maatregelen nodig (bijvoorbeeld dubbele hekwerken) voor het voldoende beveiligen en afschermen van de energievoorziening.



2. Bouwplaatsinrichting

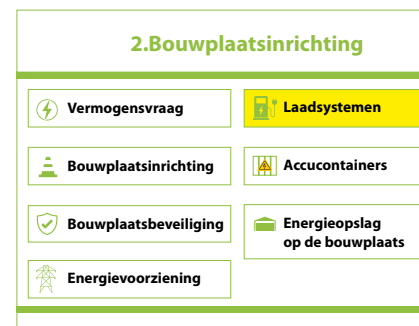
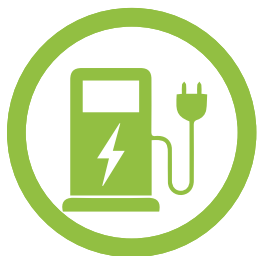


Energievoorziening: De energievoorziening kan op verschillende manieren georganiseerd worden.

Er wordt door opdrachtgevers verschillend omgegaan met de verantwoordelijkheid van het realiseren van de energievoorziening. Soms worden laadfaciliteiten gefaciliteerd, of is vervroegd door de opdrachtgever een netaansluiting aangevraagd op de bouwlocatie. Vaker is dit nog niet ingeregeld en dient deze energievoorziening te worden georganiseerd. Aangeraden wordt om een scan in de omgeving te maken om te kijken waar netaansluitingen of laadinfrastructuur (met voldoende vermogen) aanwezig is. Maak ten eerste zoveel mogelijk gebruik van de bestaande netaansluitingen en laadinfra op of in de buurt van de bouwplaats. De gemiddelde prijs per kWh is voor deze optie het laagst. Kijk vervolgens naar mogelijkheden in de buurt bij energie hotspots, bijvoorbeeld laadpleinen of laadhubs. Dit kunnen ook eigen locaties zijn. Waar er geen laadfaciliteiten of netaansluitingen in de buurt zijn moet er maatwerk worden toegepast. Hiervoor zijn opties beschikbaar zoals batterijcontainers of waterstofaggregaten. Let op, de kosten per kWh zullen hiervoor significant hoger liggen (tot wel 500%).



2. Bouwplaatsinrichting



Laadsystemen: Bepaal afhankelijk van de behoefte welke laadsystemen benodigd zijn.

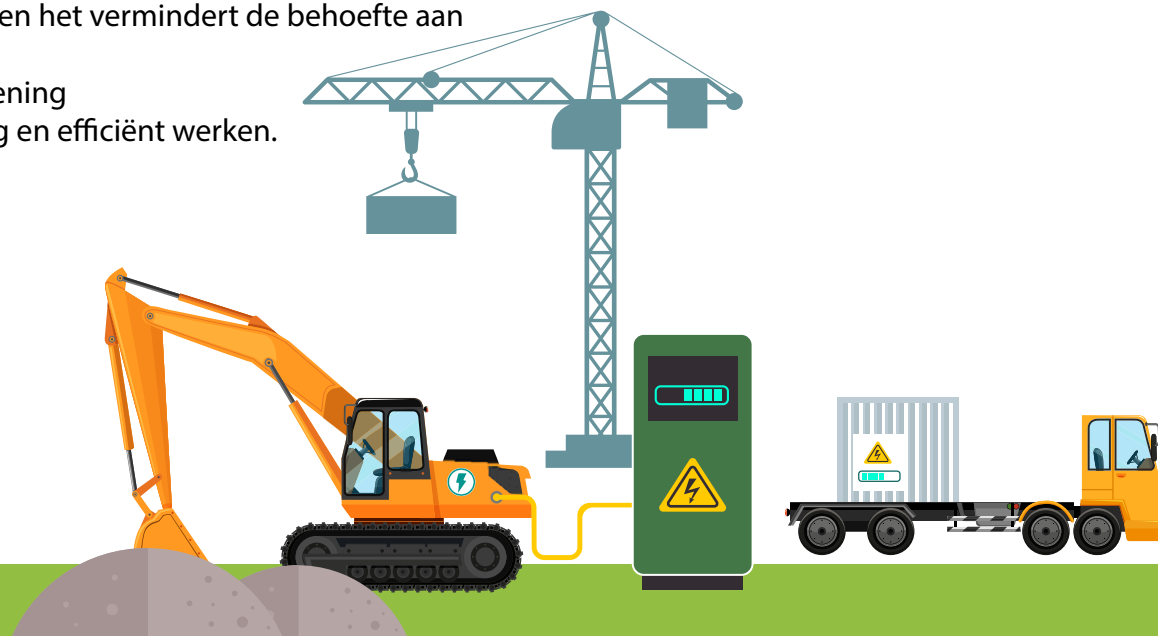
Kleine materieelstukken (vaak t/m 56 kW) zijn voorzien van een vaste batterij waarmee het gehele materieelstuk naar de lader moet om te laden. Grotere materieelstukken zijn vaak uitgerust met een batterij swap systeem. Hiermee kan eenvoudig de batterij verwisseld worden (bijv. tijdens pauzes). De batterij kan vervolgens op de locatie of op een laadplein in de buurt worden geladen.

Er zijn twee hoofdtypen laadsystemen:

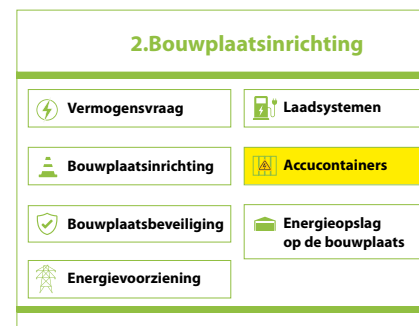
- AC-laden met boordladers (beperkt laadvermogen, negatieve invloed op netwerkkwaliteit);
- DC-laden met externe laders (hoger laadvermogen, snellere laadtijden).

DC-laders vereenvoudigen eventuele handelingen voor machinisten en het vermindert de behoefte aan diverse aansluitingen en vergemakkelijkt installatie en beheer.

Bij realisatie van de lader op de bouwplaats dient bij de planning rekening gehouden te worden met stekkerlengtes en ruimtegebruik voor veilig en efficiënt werken.



2. Bouwplaatsinrichting



Accucontainers: Zorg voor goed gebruik en onderhoud van accucontainers.

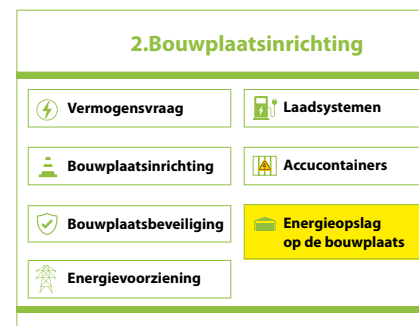
De capaciteit van accucontainers moet voldoende zijn om machines efficiënt en zonder onderbrekingen te laten werken. Het is belangrijk om batterijpakketten specifiek toe te wijzen aan machines om onnodige kosten te vermijden, waarbij de capaciteit 5 tot 10% hoger moet zijn dan die van de machineaccu's vanwege omzettingsverliezen.

- Het onderhoud aan energieopslagsystemen dient uitgevoerd te worden volgens de voorschriften benoemd in de PGS 37-1. Een accusysteem dient periodiek en minimaal jaarlijks gecontroleerd te worden. Tijdens deze controles moeten tenminste de volgende onderwerpen worden behandeld:
 - Inspectie aan de energiedragers en elektrische installatie (visueel + werking controleren);
 - Visuele inspectie van de container (filters, uitwendige beschadigingen druk ontlastvoorziening, etc.);
 - Inspectie en service van de klimaatinstallatie en verwarming;
 - Inspectie en service van de brandblusinstallatie;
 - Inspectie en service van de omvormers en transformator.

Batterijslijtage is een relatief nieuw fenomeen dat kan zorgen voor verminderde capaciteit van de batterij bij langdurig verbruik. Aanbevolen wordt een batterij niet meer te laden dan 80%.



2. Bouwplaatsinrichting



Energieopslag op de bouwplaats: Het opslaan van energie op de bouwplaats vraagt extra afstemming.

De regelgeving voor energieopslag, zowel voor batterijen als waterstof is nog beperkt, wat leidt tot het raadplegen van internationale standaarden. Proactieve afstemming met veiligheidsregio's is essentieel, wat in de beginfase extra tijd kost maar kan leiden tot snellere goedkeuringen en minder vertragingen. Daarnaast is in het gebruik van deze systemen nog onduidelijk welke regels gelden, zoals bijvoorbeeld voor aarding en instructies voor gebruik. Adequate en praktijkgerichte training is hiervoor noodzakelijk.



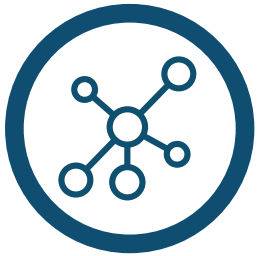
3. Energielogistiek



Transport: De logistiek voor het voorzien van energie naar elektrische machines is complexer dan bij fossiele machines.

- *Veiligheid:* Het transport van accucontainers voor elektrische machines op bouwplaatsen brengt complexe logistieke en veiligheidsuitdagingen met zich mee. Dit proces moet voldoen aan strikte ADR-veiligheidsnormen (klasse 9) voor het vervoer van gevaarlijke goederen. Er zijn specifieke eisen voor het gewicht van de accu's en de beschikbaarheid van geschikte transportmiddelen zoals diepladers. Op alle locaties moet een noodplan aanwezig zijn, conform PGS 37-1 richtlijnen, en de accu moet opgenomen zijn in de risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E). Het transport en de plaatsing mogen alleen uitgevoerd worden door bevoegde personen met een ADR-vakbekwaamheidscertificaat, tenzij het transport onder de 1000-puntenregeling valt. Grondige visuele inspecties voor en na het transport zijn verplicht, en alleen bevoegde personen mogen het accusysteem benaderen. Het advies is om altijd de veiligste route te kiezen, gezien de hoge prioriteit van veiligheid op bouwplaatsen.
- *Kosten:* De verhoogde complexiteit van het transport van elektrische machines naar vaste laadpunten vereist extra arbeidsuren. Wanneer machines niet zelfstandig kunnen rijden of accu's leeg zijn zonder beschikbare accucontainers, is transport noodzakelijk, wat bij frequente oplaadbehoeften tot meerdere ritten kan leiden. Om dit te minimaliseren, wordt het gebruik van machines met voldoende accucapaciteit voor een volledige werkdag aanbevolen. Voor het transport van accucontainers is ADR vereist, terwijl voor bijvoorbeeld een rupsgraafmachine geen ADR nodig is, wat kosten bespaart. Daartegenover staat dat het vanuit efficiëntie niet gewenst is een rupsgraafmachine dagelijks te verplaatsen.
- *Duurzaamheid:* De transportmiddelen van energie met diepladers verbruiken diesel, wat leidt tot emissies zoals CO₂ en stikstof. Om dit te beperken, is het belangrijk de ritten te minimaliseren en machines zoveel mogelijk op het laadpunt op te laden. Real-time planning, ondersteund door een platform dat de actuele energiestand van de machines monitort, kan hierbij helpen.

3. Energielogistiek



Coördinatie: Het coördineren van de energielogistiek vraagt om een goede voorbereiding.

Waar de laadinfrastructuur zich ook bevindt, de energielogistiek vraagt aandacht zowel in de voorbereidingsfase als in de realisatiefase. Het coördineren hiervan is voor grote projecten een op zichzelf staande rol, waar bij kleinere projecten deze rol kan worden ingevuld door bijv. een bouwplaatsmanager. Het toepassen van simulatiesoftware voor betere planning en real-time monitoring, wat een betere planning mogelijk maakt, is een oplossing om efficiënt te werken. Dit kan daarnaast kostenbesparingen opleveren door efficiënt gebruik van de energie en het verminderen van stilstand als gevolg van onvoldoende energie.

