

2023

Vorbereidingen op de transitie naar elektrische machines in de bouwsector



Cris de Jonge
Aeres Hogeschool Dronten
28-1-2023

Vorbereidingen op de transitie naar elektrische machines in de bouwsector

Gegevens auteur

Auteur: Cris de Jonge

Studentnummer: 3029267

Mail: 3029267@aeres.nl

Telefoonnummer: 0620354780

Opleiding: Agrotechniek & Management

Gegevens opdrachtgever:

Opleidingsinstituut: Aeres Hogeschool Dronten

Plaats: Dronten

Afstudeerdocent: Marjan Dirksen

Mail afstudeerdocent: m.dirksen@aeres.nl2^e Beoordelaar: Klaas EeuwemaMail 2^e beoordelaar: k.eeuwema@aeres.nl

Datum: 28-01-2023

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk over de benodigde voorbereidingen op de transitie naar elektrische machines in de bouwsector. Het afstudeerwerkstuk is geschreven voor het afronden van de opleiding Agrotechniek & Management aan de Aeres Hogeschool in Dronten.

Ik ben zelf opgegroeid en werkzaam op een akkerbouwbedrijf waar veel met zware machines gewerkt wordt. Gedurende het werken met deze machines heb ik een bepaalde interesse en passie ontwikkeld voor zwaar materieel. Tijdens mijn opleiding aan de ROC Friese Poort in Emmeloord ben ik opgeleid tot elektrotechnicus engineering niveau 4, waardoor electromobility een onderwerp is wat mij extra aanspreekt. Vanuit mijn afstudeerstage bij SMT Nederland werd de overgang naar elektrische machines als grootte uitdaging gezien in de huidige bouwsector en door mijn technische achtergrond sprak dit mij direct aan.

Ik wil graag mevrouw Dirksen bedanken voor de uitstekende begeleiding en benodigde ondersteuning gedurende het maken van mijn afstudeerwerkstuk. Ik wil graag ook SMT-Nederland bedanken voor de ondersteuning gedurende het onderzoek.

Ik wens u veel plezier met het lezen van dit afstudeerwerkstuk.

Cris de Jonge

Dronten, 28-01-2023

Inhoudsopgave

Voorbereidingen op de transitie naar elektrische machines in de bouwsector	1
Voorwoord.....	2
Samenvatting.....	5
Summary.....	6
1 Inleiding	7
1.1 Energietransitie, technologische kansen en uitdagingen koppelen aan de bouwsector	8
1.2 Technologische uitdagingen, interne uitdagingen en risico's voor de bouwsector	11
1.2.1 Technologische uitdagingen voor de bouwsector	15
1.2.2 Interne uitdagingen en risico's voor de bouwsector.....	15
1.3 Het effect van de transitie op de werknemers binnen de bouwsector.....	16
1.4 Knowledge gap	18
1.5 Afbakening.....	18
1.6 Hoofdvraag en deelvragen	19
1.7 Doelstellingen.....	19
2 Aanpak materiaal en methode	20
2.1 Onderzoekopzet.....	20
2.2 Onderzoeksdoelgroep	20
2.3 Validiteit/betrouwbaarheid.....	21
2.4 Toelichting geïnterviewde personen	22
2.4.1 Interviewen technische kant en interne uitdagingen	22
2.4.2 Interviewen stressoren en energiebronnen.....	22
2.4.3 Triangulatie	22
2.5 Opzet onderzoek, methode en uitwerking interviews	23
2.6 Dimensies	23
2.6.1 Dimensies deelvraag 1 technologische uitdagingen	24
2.6.2 Dimensies deelvraag 2 interne uitdagingen en risico's.....	24
2.6.3 Dimensies deelvraag 3 functie vereisten, energiebronnen en stressoren.....	24
3 Resultaten	25
3.1 Toelichting behaalde resultaten per deelvraag.....	25
3.2 Resultaten deelvraag 1 technologische uitdagingen.....	26
3.2.1 Antwoord deelvraag 1 Jeroen Gijzen interview 1	26
3.2.2 Antwoord deelvraag 1 Ger Kleine interview 2	26
3.2.3 Antwoord deelvraag 1 Sijmen Staadegaard interview 3	26
3.2.4 Antwoord deelvraag 1 Ben Möhlmann interview 4	27
3.2.5 Antwoord deelvraag 1 Gerard van der Veer interview 5	27
3.2.6 Vergelijking uitkomsten deelvraag 1.....	27
3.3 Resultaten deelvraag 2 interne uitdagingen en risico's	28
3.3.1 Antwoord deelvraag 2 Jeroen Gijzen interview 1	28
3.3.2 Antwoord deelvraag 2 Ger Kleine interview 2	28
3.3.3 Antwoord deelvraag 2 Sijmen Staadegaard interview 3	29
3.3.4 Antwoord deelvraag 2 Ben Möhlmann interview 4	29
3.3.5 Antwoord deelvraag 2 Gerard van der Veer interview 5	29

3.3.6	Vergelijking uitkomsten deelvraag 2.....	30
3.4	Resultaten deelvraag 3 functie vereisten, energiebronnen en stressoren	31
3.4.1	Antwoord deelvraag 3 Stefan Spits interview 6.....	31
3.4.2	Antwoord deelvraag 3 Corné de Graaij interview 7.....	31
3.4.3	Antwoord deelvraag 3 Ton Zoet interview 8.....	31
3.4.4	Vergelijking uitkomsten deelvraag 3.....	32
4	Discussie	33
4.1	Onderzoeksmethoden.....	33
4.1.1	Het proces.....	33
4.1.2	De methode	34
4.2	Resultaten	35
4.2.1	Discussie deelvraag 1 technologische uitdagingen	35
4.2.2	Discussie deelvraag 2 interne uitdagingen en risico's.....	36
4.2.3	Discussie deelvraag 3 functie vereisten, energiebronnen en stressoren.....	37
5	Conclusies en aanbevelingen.....	38
5.1	Conclusies.....	38
5.1.1	Conclusie deelvraag 1 Technologisch uitdagingen ter voorbereiding op de transitie	38
5.1.2	Conclusie deelvraag 2 Interne uitdagingen en risico's door de transitie naar elektrisch.....	38
5.1.3	Conclusie deelvraag 3 Functie vereisten, energiebronnen en stressoren voor het personeel 39	
5.1.4	Conclusie hoofdvraag Voorbereidingen op de transitie naar elektrische machines.....	40
5.2	Aanbevelingen.....	41
5.2.1	Aanbevelingen vanuit resultaten	41
5.2.2	Aanbevelingen vervolgonderzoek.....	41
	Bibliografie.....	42
	Bijlage 1 Checklist schriftelijk rapporteren	45
	Bijlage 2 Interviewvragen technische kant en interne uitdagingen onderdeel vraagstuk.....	46
	Bijlage 3 interviewvragen stressoren en energiebronnen	48
	Bijlage 4 Interview 1 Jeroen Gijzen, De Vries & van der Wiel.....	50
	Bijlage 5 Interview 2 Ger Kleine, SMT Netherlands	53
	Bijlage 6 Interview 3 Sijmen Staadegaard en Frank Eugelink, Staal groep	56
	Bijlage 7 Interview 4 Ben Möhlmann, SMT Netherlands	59
	Bijlage 8 Interview 5 Gerard van der Veer, GMB Beheer B.V.	62
	Bijlage 9 Interview 6 Stefan Spits, Ploegam B.V.	66
	Bijlage 10 Interview 7 Corné de Graaij	69
	Bijlage 11 Interview 8 Ton Zoet, Van Werven	71

Samenvatting

Vanwege wereldwijde afspraken, waaronder het Parijs akkoord moet de uitstoot van broeikasgassen richting 2030 met 49% worden teruggedrongen en richting 2050 met 95%. Na de stikstofuitspraak van de Raad van State in 2019 zijn veel bouwprojecten stilgevallen en is de vraag naar emissieloos materieel ontstaan. Om bouwprojecten doorgang te geven werd gestart met de ontwikkeling van emissieloos materieel. Door de snelle ontwikkelingen van emissieloos elektrisch materieel zijn veel uitdagingen ontstaan waar de bouwsector voorbereidingen voor moet treffen, waardoor hier onderzoek naar gedaan wordt.

Dit onderzoek is gericht op organisaties die actief zijn in de bouwsector en bezig zijn met de uitdagingen die ontstaan door de overgang naar elektrische machines. De doelstelling van het onderzoek is om bedrijven uit de bouwsector te adviseren op wat voor manier er voorbereidingen kunnen worden getroffen op de transitie naar elektrische machines, waarbij de volgende hoofdvraag is opgesteld: “Hoe kan de bouwsector zich voorbereiden op de technologische ontwikkelingen voor de machines, interne uitdagingen en risico’s voor de bedrijven en de invloed van stressoren en energiebronnen die ontstaan voor het personeel?”

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden is het theoretisch kader opgesteld. Naar aanleiding van het theoretisch kader zijn interviews afgenomen met acht personen die nauw betrokken zijn bij de ontwikkeling, aanschaf, inzet, verkoop, werken aan en werken met de zware elektrische machines.

Bedrijven ervaren geen technologische uitdagingen voor de machines en geven aan dat de machines even betrouwbaar of betrouwbaarder zijn dan fossiel aangedreven machines. De uitdagingen zitten in de gebrekkige laadinfrastructuur, de geringe accucapaciteit van de machines en de overgang voor het personeel. Door beter te communiceren over universele laadinfrastructuur en technologische ontwikkelingen kunnen de uitdagingen sneller overwonnen worden.

Bedrijven moeten de mogelijkheid krijgen om de hogere kosten voor elektrische machines door te rekenen aan de opdrachtgevers, waarbij de overheid kan helpen met subsidies en verplichten richting opdrachtgevers. De financiële risico’s gedurende het gebruik en voor restwaarde worden door bedrijven als klein ervaren, waarbij alle bedrijven richting de toekomst aangeven voldoende zekerheid van emissieloos werk te verwachten.

Uitvoerend personeel moet vanaf de start van ontwikkelingen betrokken worden bij de overgang naar elektrisch materieel, omdat er dan minder weerstand ontstaan vanuit angst, onbekendheid en onwetendheid. Personeel heeft behoefte aan een duidelijke planning wanneer welke machines elektrisch worden en heeft voldoende tijd nodig om te wennen aan de nieuwe machines en technieken. Er bestaat steeds minder weerstand onder uitvoerend personeel tegen elektrische machines.

Summary

Global agreements, including the Paris Agreement, require the reduction of gas emissions with 49% by 2030 and 95% by 2050. Due to the nitrogen judgment of the Raad van State in 2019, many construction projects were stalled and the demand for emission-free equipment was created. To enable construction projects to proceed, the development of zero-emission equipment was started. The quick development of zero-emission electric equipment has created many challenges that the construction industry needs to prepare for, which is why research is being done.

This research focuses on organizations operating in the construction industry that are involved in the challenges created by the transition to electric machines. The purpose of the research is to advise companies in the construction industry on how to prepare for the transition to electric machines, with the following main question being formulated: "How can the construction industry prepare for the technological developments for the machines, internal challenges and risks for the companies and the influence of stressors and energy sources that arise for the employees?"

To answer the main question, the theoretical framework was made. Following the theoretical framework, interviews were held with eight people closely involved in the development, purchase, deployment, sale, working on and working with the heavy electric machines.

Companies do not experience technological challenges for the machines and express that the machines are as reliable or more reliable than fossil-driven machines. The challenges are in the insufficient charging infrastructure, low battery capacity of the machines and the transition for employees. Better communication about universal charging infrastructure and technological developments could help overcome the challenges more easily.

Companies must be able to pass on the higher costs for electric machines to their contractors, whereby the government can help with subsidies and obligations towards contractors. The financial risks during use and for resale value are seen by companies as low, with all companies indicating toward the future that they expect enough certainty of emission-free work.

Operational employees must be involved in the transition to electric machines from the start of the developments because then there will be less resistance from fear, unawareness and unknowing. Employees need a clear schedule of when which machines will become electric, and they need enough time to get used to the new machines and techniques. There is less and less resistance against electric machines from operating employees.

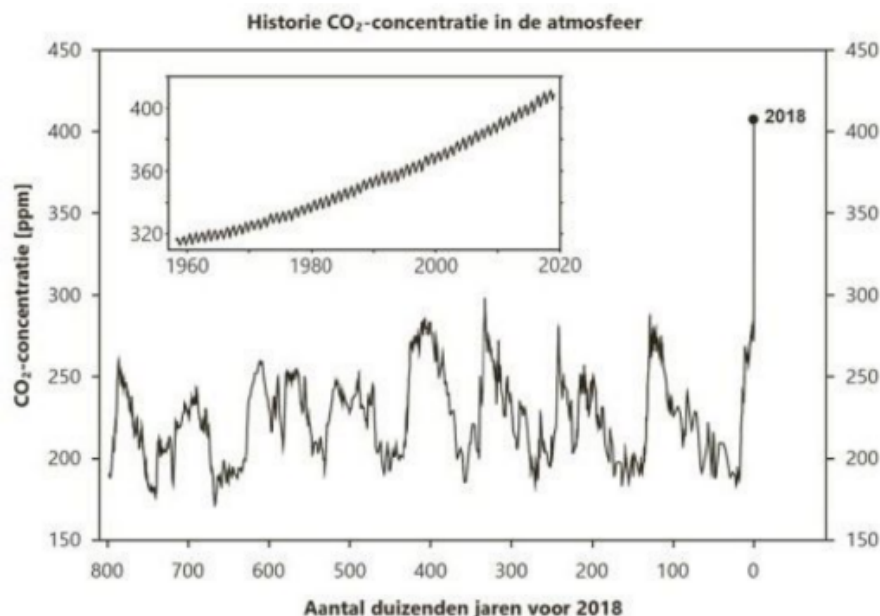
1 Inleiding

Gedurende de opleiding elektrotechnicus engineering in de periode van 2017-2019 ontstond er interesse in het elektrificeren van machines, aangezien dit toen op grootte schaal in opkomst was voor auto's. Gedurende de opleiding Agrotechniek & management ontstond meer interesse in de bouwsector vanwege de grotere machines, ambitieuze bedrijven en grootte technische mogelijkheden. Door een stage bij SMT Nederland, importeur en dealer van Volvo Construction Equipment en Sennebogen ontstond interesse in het elektrificeren van zware elektrische machines groter dan 100 KW. Gedurende de afstudeerstage werd bekend dat de elektrificatie grote gevolgen ging hebben voor de gehele bouwsector, doordat er met zware elektrische machines een enorme stijging in de vraag naar elektriciteit gaat ontstaan. Vanuit SMT Nederland werd ook bekend dat er onder de klanten een grote vraag naar zware elektrische machines was, omdat dit vanuit de overheid gestimuleerd werd en bouwprojecten stil kwamen te liggen vanwege stikstofproblematiek.

Naar aanleiding van wereldwijde en landelijke afspraken om CO₂, fijnstof en stikstof terug te dringen zijn er ook uitdagingen ontstaan voor de bouwsector. De overheid heeft een aantal doelen gesteld om de uitstoot van broeikasgassen ten opzichte van 1990 terug te dringen. Het doel is om de uitstoot van broeikasgassen met 49% terug te dringen in 2030 ten opzichte van 1990 en met 95% in 2050 ten opzichte van 1990 (Doorwerking Programma Stikstofreductie en natuurverbetering, 2022, p. 36). Door de optimistische doelen is de transitie naar elektrisch is een stroomversnelling gekomen en zijn machinebouwers begonnen met het elektrificeren van de eerste zware machines. De bouwsector wil graag met elektrische machines gaan werken, maar het is niet bekend hoe de bouwsector zich moet voorbereiden op de technologische uitdagingen, interne uitdagingen, risico's en de veranderingen in functie vereisten voor het personeel wat door de transitie naar elektrisch ontstaat. De versnelde transitie zorgt ervoor dat het antwoord op deze vraag uitgezocht dient te worden.

1.1 Energietransitie, technologische kansen en uitdagingen koppelen aan de bouwsector

Het is van belang om toe te lichten hoe het probleem is ontstaan en verder ontwikkeld is tot het punt waarop het nu staat. Bart Verheggen Klimaatwetenschapper en docent aan Amsterdam University schrijft het volgende: “De huidige CO₂-toename komt door de mensen” (Bart Verheggen, 2020, p. 24). De toename van de CO₂-concentratie in de atmosfeer valt te verklaren aan de hand van de verbruikte steenkool, gas en olie sinds de industriële revolutie. Door de toename van CO₂ in de atmosfeer wordt er meer warmte vastgehouden, waardoor de temperatuur op aarde stijgt en dit wordt het versterkt broeikaseffect genoemd. Het versterkte broeikaseffect is ontstaan door de CO₂ uitstoot van de mens, waardoor de temperatuur op de aarde stijgt en er klimaatverandering is ontstaan. De stijging van de CO₂ concentratie in de atmosfeer sinds de industriële revolutie is in figuur 1 te zien, waarbij er sinds 1960 tot aan 2018 een grootte stijging zichtbaar is. Het versterkt broeikaseffect heeft geleid tot een aantal belangrijke wereldwijde en landelijke afspraken, waaronder het Parijs akkoord op wereldwijd niveau en de stikstofuitspraak van de Raad van State op landelijk niveau. De beiden afspraken hebben gevolgen voor de bouwsector, waardoor hier ook een uitdaging ontstaan is om de CO₂ uitstoot terug te dringen.



Figuur 1 CO₂-concentratie in PPM (parts per million), gedurende afgelopen 800.000 jaar. (Bart Verheggen, 2020, p. 23) Copyright 2020

In een publicatie over het klimaatbeleid in wetgeving en akkoorden van de Raad van State wordt het volgende geschreven: “In het Parijs-akkoord is een gezamenlijke mondiale afspraak gemaakt om de klimaatverandering onder de 2°C te houden en om ons best te doen om de klimaatopwarming onder de 1,5°C te houden” (De lange termijn visie van de EU, 2018, p. 33). In het Parijs-akkoord zijn afspraken gemaakt om klimaatverandering tegen te gaan en de stijging van de temperatuur op aarde zo laag mogelijk te houden. De Nederlandse overheid heeft op basis van het klimaatakkoord zelf doelstellingen opgesteld voor het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen tot 2030 en 2050. Het Nederlandse kabinet heeft het doel om in 2030 de uitstoot van broeikasgassen met 49% terug te dringen ten opzichte van de uitstoot in 1990. In 2050 moet Nederland 95% minder broeikasgassen uitstoten dan in 1990 (Doorwerking Programma Stikstofreductie en natuurverbetering, 2022, p. 36). De PAS (programma aanpak Stikstof) werd vanwege het klimaatakkoord door de overheid opgesteld. Wageningen University & Research schrijft hier het volgende over: “De RvS concludeert dat de beoordeling die aan het PAS ten grondslag ligt de natuurwaarden van de Natura 2000-gebieden onvoldoende beschermt” (Kamphorst & ., 2021, p. 18). Door de stikstofuitspraak van de Raad van State zijn veel vergunningen voor infrastructurele

projecten niet afgegeven. “De stikstofproblematiek zorgt voor een acute noodzaak om duurzaam te bouwen” schrijven sectoreconoom Madeline Buijs en sectoranalist Casper Wolf van de ABN Amro (Buijs & ., 2019, p. 15). Er zijn veel bouwprojecten stilgevallen door de gestelde stikstofeisen, terwijl er een grote behoefte is aan nieuwe woningen. Naast stikstof worden ook CO₂ en fijnstof als ongewenste emissie uitstoot gedurende het bouwproces gezien. Dit wordt ook door Hans-Hugo Smit en Arjan Ouwehand aangegeven als analisten van de Rabobank (Smit & ., 2021). De bouwsector levert een grote bijdrage aan de uitstoot van stikstof en CO₂, waardoor maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren noodzakelijk zijn om weer verder te kunnen bouwen. De bouwsector is verantwoordelijk voor 38% van de totale wereldwijde CO₂-uitstoot. Om de doelen van 49 procent minder CO₂ uitstoot in 2030 en 95% minder CO₂ uitstoot in 2050 te behalen moet de bouwsector acties ondernemen en de uitstoot terugdringen. De bouwsector dient de CO₂ uitstoot met 6% per jaar terug te dringen tot aan 2030. Dit geven doctoren van het United Nations Environment Programme aan (Hamilton & ., 2020, p. 11). Een van de mogelijke acties is het werken met duurzame gunningscriteria bij aanbestedingen. Bedrijven schrijven in op een aanbesteding, waarbij er ook eisen gesteld kunnen worden aan duurzaamheid. In de grond weg en waterbouw sector neemt de vraag naar duurzame aanbestedingen verder toe. In 2018 was dit een gunningscriteria in 28% van de aanbestedingen en in 2019 is dit gestegen naar de 35%. Partijen vanuit de top 25 duurzame opdrachtgevers passen in 61% van de aanbestedingen duurzame gunningscriteria toe, waarbij dit in het TNO-rapport over de Green Deal inzichtelijk is gemaakt (Duurzaamheid in openbare aanbestedingen, 2021, pp. 12-13).

Rijkswaterstaat is een van de grootste opdrachtgevers binnen de bouwsector, waardoor hier een grootte stap kan worden gezet met de toepassing van gunningscriteria die meer gericht zijn op duurzaamheid. Vanuit Rijkswaterstaat is bekend dat er vanaf 2030 geen mobiele werktuigen en transportmiddelen op bouwplaatsen van Rijkswaterstaat aanwezig mogen zijn die broeikasgassen uitstoten (Rijkswaterstaat, 2021). Vanuit de Rijksoverheid zijn steunmaatregelen beschikbaar gesteld om emissieloze bouwconcepten en bouwlogistiek te gaan ontwikkelen (Rijksoverheid). De waterschappen starten de eerste projecten op die volledig emissieloos worden aanbesteed (rijnlanden, 2020). Om aan de plotselinge vraag van emissieloos aanbesteden te voldoen dient de ontwikkeling van emissieloze bouwmachines te worden versneld en is het belangrijk dat bedrijven gaan samenwerken om dit op de best mogelijke manier te realiseren.

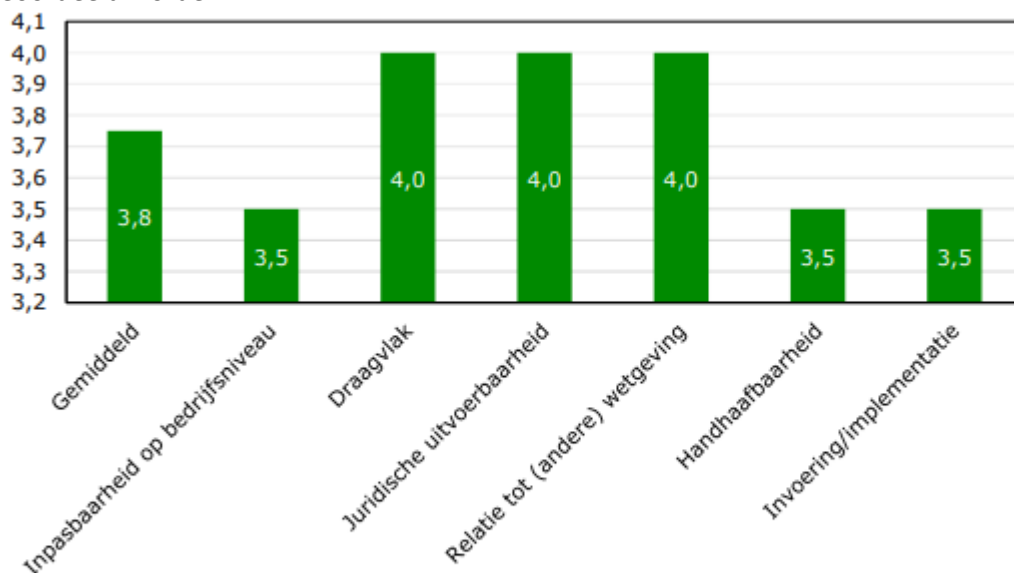
Er zijn verschillende instanties en samenwerkingen binnen de bouwsector opgericht van groepen bedrijven die samenwerken en focussen op het behalen van de gesteld klimaatdoelen, waarbij emissieloos aanbesteden een belangrijke stap betreft. De belangrijkste instanties bestaan uit opdrachtgevers, brancheorganisaties, aannemers, ketenpartners, kennispartners, leveranciers, de overheid, waterschappen en universiteiten. De partijen bundelen krachten om de gestelde overheidsdoelen te behalen. De grootste en meest bekende initiatieven zijn als volgt:

- De Groene Koers: Dit is een samenwerkingsverband tussen overheid, marktpartijen, kennisinstellingen en andere initiatiefnemers. De Groene Koers helpt de sector om versneld te werken aan de emissiereductie. Het doel van de groene koers is een versnelling naar een sector met uitstootvrije mobiele werktuigen en materieel (We zijn het sectorplatform van de bouw, infra en Groenvoorzieners, sd).
- Emissieloos Netwerk Infra (ENI): Dit is een samenwerking tussen verschillende bedrijven die koploper willen zijn op het gebied van emissieloos bouwen. De organisatie is opgericht om de emissieloze bouwplaats in 2026 te realiseren in plaats van 2030, zoals de Rijkswaterstaat op de eigen projecten verplicht. De samenwerking is gericht op het versnellen van de ontwikkeling van emissieloos bouw materieel tegen een acceptabele Total Cost of Ownership in 2026 (Ons doel: Zero emissie bouw materieel in 2026, sd).
- Green Deal: Dit is een pakket beleidsinitiatieven dat de Europese Unie moet helpen met de transitie naar duurzaam, waarbij het einddoel klimaatneutraal in 2050 betreft. Door het uitvoeren

van de beleidsinitiatieven van de Green Deal moet er van de Europese unie een grondstoffen efficiënte, moderne en concurrerende economie gemaakt worden (Een Europese Green Deal, sd).

- Duurzaam GWW: Dit is een samenwerking tussen bedrijven en instanties die lastige afspraken en regelgeving verduidelijken voor de sector. De deelnemers komen uit ieder mogelijk betrokken vakgebied van bouwbedrijven tot aan de rijksoverheid (Achtergrond Duurzaam GWW, sd).

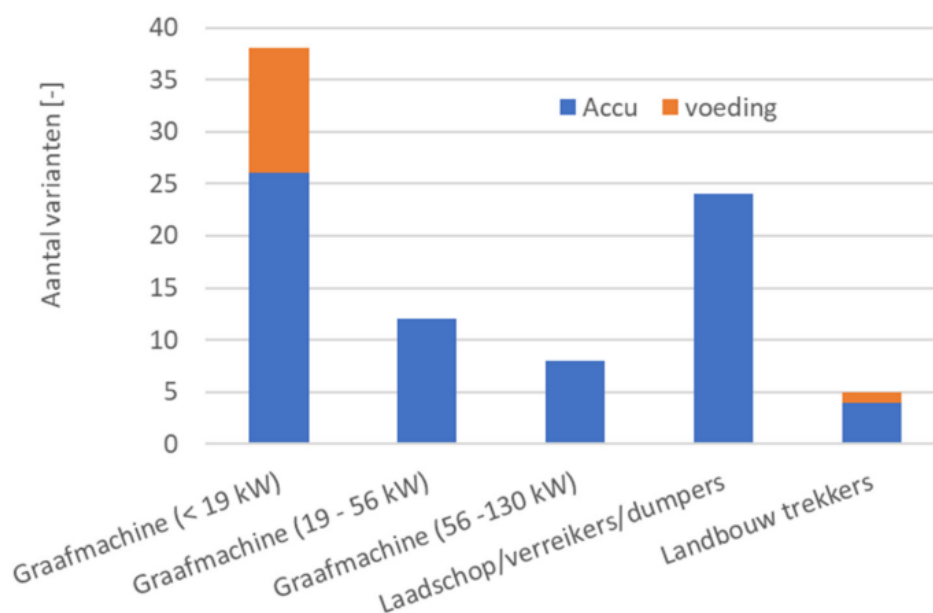
De beperkingen voor de uitstoot van stikstof die aan de bouwsector worden opgelegd zorgen ook voor kansen. Dit wordt bekend vanuit een artikel wat twee sectoranalisten van de Rabobank publiceerde (Veiligheid elektrisch rijden en laden in logistiek en bouw, 2022). Opdrachtgevers worden in de toekomst verplicht om emissieloos te gaan aanbesteden, het rijk reserveert geld voor emissieloos bouwen en steeds meer aanbesteders vragen om emissieloze machines. Vanuit het eindadvies over de structurele aanpak stikstofproblematiek wordt het volgende geschreven over aanbesteden: “Voor het doen van omvangrijke investeringen en het versneld afschrijven van oud bouwmaterieel is het echter van belang voldoende zekerheid te hebben dat opdrachtgevers emissiearm (blijven) aanbesteden om investeringen terug te verdienen” (Remkes & ., 2020, pp. 83-84). Voor de bouwsector is het van belang voldoende zekerheid te krijgen dat de investeringen gedurende langere tijd rendabel kunnen worden ingezet, aangezien emissieloze alternatieven in de aanschaf twee tot drie keer duurder zijn dan fossiel aangedreven machines. De hogere kosten worden grotendeels terugverdiend in een reductie van de energie, lagere reparatiekosten en lagere onderhoudskosten. De totale projectkosten zullen met emissieloos materieel 4-8% duurder worden geeft Tobias Stöcker van Emissieloos Netwerk Infra aan (Stöcker, 2021). De PSN-maatregelen (Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering) die vanuit het ministerie van landbouw, natuur en voedselkwaliteit opgesteld zijn blijken vanuit het onderzoek van Wageningen Economic Research goed haalbaar. “De overall score voor haalbaarheid van maatregelen in de bouw komt uit op 3,8 en wordt dus als redelijk positief beoordeeld” (Doorwerking Programma Stikstofreductie en natuurverbetering, 2022, p. 52). In figuur 2 zijn een zevental aspecten die in de bouw onderzocht zijn op de haalbaarheid ervan in een schaal van één tot vijf weergegeven. Het draagvlak, de juridische uitvoerbaarheid en de relatie tot andere wetgeving wordt als goed haalbaar beoordeeld. De inpasbaarheid op bedrijfsniveau, handhaafbaarheid en invoering/implementatie op bedrijfsniveau wordt redelijk haalbaar beoordeeld. De overall score met een 3,8 geeft aan dat de maatregelen redelijk positief beoordeeld worden.



Figuur 1 Gemiddelde haalbaarheid van de PSN-maatregelen in de sector bouw op aspecten van haalbaarheid (Doorwerking Programma Stikstofreductie en natuurverbetering, 2022, pp. 52-53) © 2022 Wageningen Economic Research
 Legenda: 1 = onhaalbaar, 2 = niet goed haalbaar, 3 = neutraal, 4 = goed haalbaar, 5 = zeer goed haalbaar.

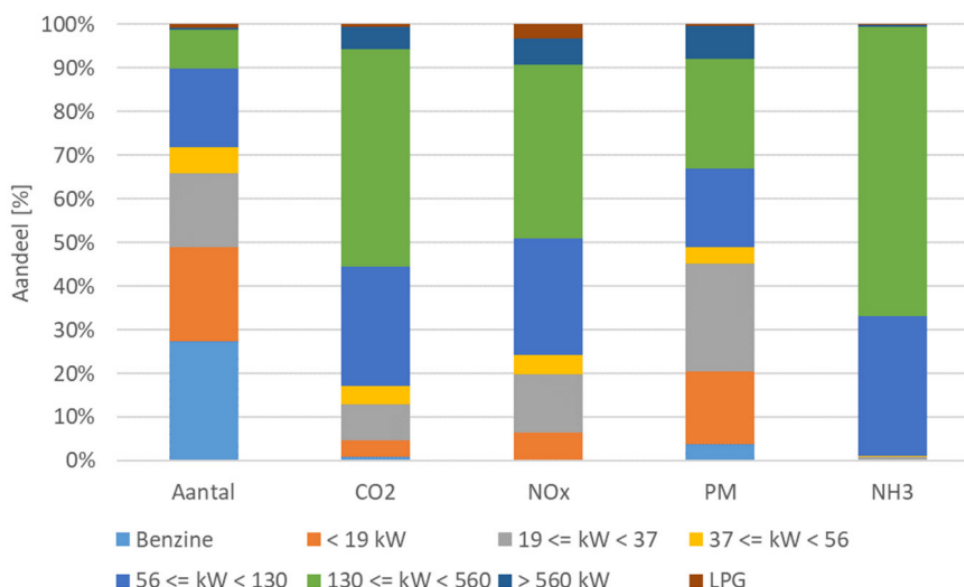
1.2 Technologische uitdagingen, interne uitdagingen en risico's voor de bouwsector

Op de bouwplaats moet er in 2030 een CO₂-reductie van 49% behaald zijn ten opzichte van 1990, zoals vermeld in het rapport over stikstofreductie en natuurverbetering van Wageningen Economic Research (Doorwerking Programma Stikstofreductie en natuurverbetering, 2022). Vanuit Rijkswaterstaat zijn de doelen versneld en mogen er in 2030 helemaal geen schadelijke stoffen worden uitgestoten op de bouwplaats. “Vanaf 2030 stoten mobiele werktuigen en transportmiddelen op de bouwplaats van Rijkswaterstaat-projecten geen schadelijke stoffen meer uit” (Rijkswaterstaat, 2021). De transitie naar emissieloos materieel komt hierdoor is een versnelling en de garantie van emissieloos aanbesteden door Rijkswaterstaat biedt aannemers kansen en brengt de markt richting emissieloos werken ook in een versnelling. “De sleutel voor deze transitie ligt voor een groot deel bij de opdrachtgevers” wordt in het rapport van de SKAO (Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen) aangegeven (Resultaten maatregellijst 2020, 2021, p. 45). Er zijn nog niet voldoende opdrachtgevers die extra financiële waarderingen geven aan emissieloos werken en zonder de extra financiële waardering kunnen bouwbedrijven niet in emissieloos materiaal investeren, waardoor machinebouwers weinig elektrisch materieel op de markt brengen. Door de stijgende vraag naar emissieloos aanbesteden groeit het aanbod elektrische machines wat in de markt worden aangeboden. De GWW publiceerde met een artikel in 2019 al dat het aanbod elektrisch bouw materieel hard was gegroeid ten opzichte van 2018 (Aanbod elektrisch bouw materieel flink gegroeid, 2019). Er komen steeds meer elektrische machines beschikbaar in de markt, maar dit zijn de lichtere bouw machines met lagere vermogens. In het TNO-rapport over het huidige en toekomstige aanbod van mobiele werktuigen wordt het volgende geschreven: “Het aanbod van nul-emissie voer- en werktuigen is voor het grotere en zwaardere segment nog beperkt” (Mensch & ., 2022, pp. 25-26). In figuur 3 is het huidige aanbod van elektrische machines inzichtelijk gemaakt, waardoor inzichtelijk wordt dat er voor de middelzware machines 19-56 kW en zwaardere machines 56-130 kW nog weinig elektrische alternatieven beschikbaar zijn in de huidige markt.



Figuur 2 Beschikbaarheid elektrische Graafmachines, Laadschoppen & Landbouwtrekkers (Mensch & ., 2022) © 2022 TNO

Vanuit een onderzoeksrapport van de TNO over het huidige en toekomstig aanbod van duurzame mobiele werktuigen wordt duidelijk dat de meeste uitstoot van CO₂, NO_x, PM en NH₃ plaatsvindt door de zwaardere fossiel aangedreven werktuigen (Mensch & ., 2022, pp. 4-7), waardoor het van groot belang is dat zwaardere elektrische werktuigen beschikbaar komen in de markt en niet enkel de lichtere machines. In figuur 4 is de uitstoot van CO₂, NO_x, PM en NH₃ per vermogensklasse inzichtelijk gemaakt. Vanuit figuur 4 is zichtbaar dat de meeste uitstoot wordt veroorzaakt door de 37kW-56kW, 56kW-130kW en 130kW-560kW categorieën. Vanuit figuur 3 wordt zichtbaar dat er voor de zwaardere categorie werktuigen naar verhouding nog weinig elektrische machines worden aangeboden.



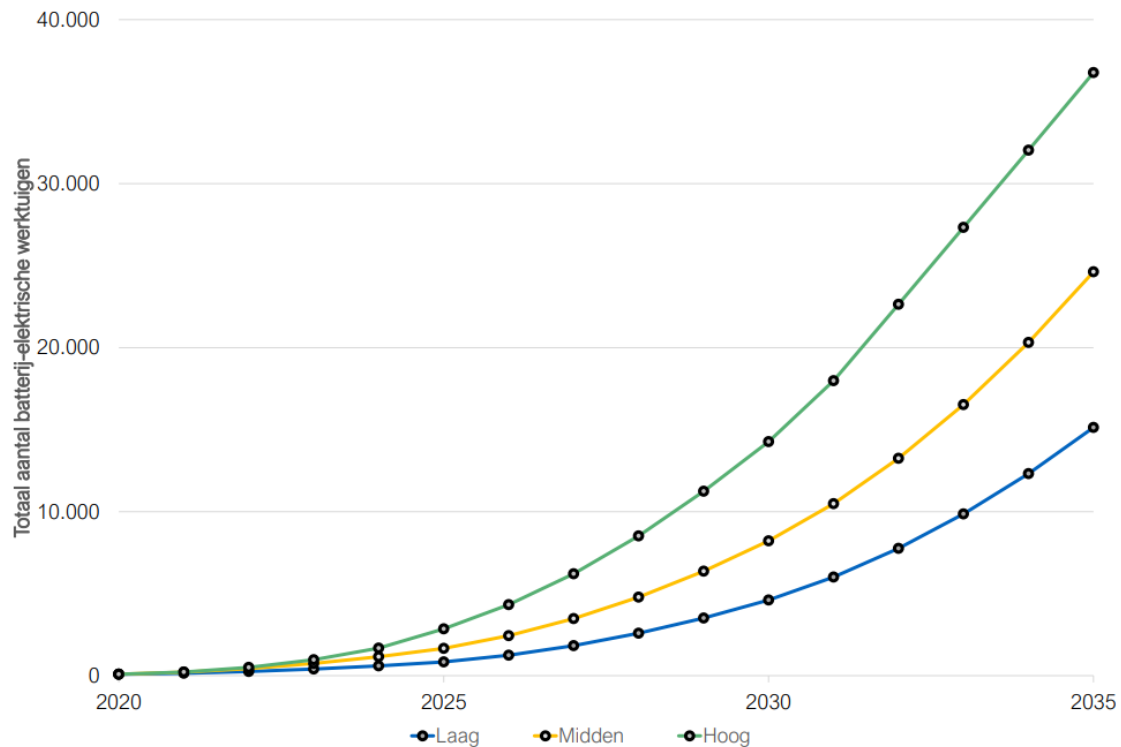
Figuur 3 Verdeling van aantal werktuigen en bijdrage aan totale emissies (Mensch & ., 2022) © 2022 TNO

Er zijn diverse zware elektrische machines in de markt beschikbaar, zoals Eric Drissen en Herman Vollebergh van Natuur en Milieu publiceerde (Vollebergh & ., 2019), waarbij de merken Atlas, Cat, Doosan, Hitachi, Liebherr, Limach, Mecalac, Sany, Cat, Sennebogen, Solmec, Suncar en Volvo volledig elektrische machines verkopen in de zwaardere categorie van 9 ton of zwaarder. In tabel 1 zijn de huidige elektrische modellen die in de markt worden aangeboden inzichtelijk weergegeven en het overzicht is volledig bijgewerkt met de huidige markt op 7 november 2022. Inzichtelijk wordt dat het aanbod elektrische machines stijgende is, aangezien er aanzienlijk meer zware elektrische modellen beschikbaar zijn dan in 2019 werd gepubliceerd door de organisatie natuur en milieu in een onderzoeksrapport (Elektrische mobiele werktuigen in beeld, 2019). Het rapport werd opgesteld in samenwerking met leveranciers van elektrische machines en het ministerie van infrastructuur en waterstaat, waardoor dit een goed beeld gaf van de markt op dat moment.

Merk:	Type:	Omschrijving:	Tonnage:	Batterijcapaciteit KWH:	Capaciteit KW:
Atlas	200MH accu	Recycling handler	20 Ton	115 KWh	140 KW
Cat	323F Electric	Rupskraan	25 Ton	240 KWh	240 KW
Doosan	DX165W Electric	Mobile kraan	16 Ton	280 KWh	104 kW
Doosan	DL280 Electric	Wiellader	17 Ton	400 KWh	128 kW
Doosan	DX300LC Electric	Rupskraan	30 Ton	390 KWh	145 kW
Hitachi	ZE85	Rupskraan	8,5 Ton	126 KWh	40 kW
Liebherr	A 916 Electric	Mobiele kraan	18 Ton	260 KWh	115 kW
Limach	E140.1	Rupskraan	17 Ton	240 KWh	105 kW
Mecalac	E12	Mobiele kraan	12 Ton	146 KWh	80 KW
Sennebogen	825 Electro Battery	Recycling handler	30 Ton	478 KWh	75 kW
Solmec	EXP5020ZE	Recycling handler	26 Ton	224 KWh	25 kW
Suncar	TB1140E	Rupskraan	16 Ton	200 KWh	75 kW
Volvo	L120HE Electric	Wiellader	20 Ton	240 KWh	139 kW
Volvo	EC230 Electric	Rupskraan	23 Ton	256 KWh	140 kW
Komatsu	210E	Rupskraan	20 Ton	451 KWh	123 KW
Sennebogen	653E Electro Battery	Recycling handler	50 Ton	210 KWh	130 KW
Sennebogen	817E Electro Battery	Recycling handler	18 Ton	252 KWH	75 KW
Sany	SCE800TB	Rupshijskraan	80 Ton	282 KWh	206 KW
Cat	320.	Rupskraan	22 Ton	320 KWh	122 KW
Cat	950 GC	Wiellader	19 Ton	256 KWh	171 KW

Tabel 1 Huidige aanbod van elektrisch materieel in de markt (07-11-2022)

Het aanbod van elektrische machines is stijgende, maar het is ook van belang om inzichtelijk te verkrijgen hoeveel machines er in de markt in totaal gebruikt worden en welk aandeel hiervan over 10+ jaar vervangen moet zijn door emissieloze alternatieven. “Er worden op dit moment rond de 55.000 machines in de bouwsector gebruikt” werd door ElaadNL aangegeven in een wetenschappelijk publicatie over elektrisch bouwen (Refa & ., 2021, p. 6). Vanuit ElaadNL is een voorspelling opgesteld met welke snelheid het batterij-elektrisch aangedreven materieel groeit tot aan 2035. In het hóóg scenario uit figuur 5 gaan alle opdrachtgevers emissieloos aanbesteden, fabrikanten produceren veel elektrische machines en er worden nieuwe energievoorzieningen gerealiseerd op de bouwplaatsen. In het midden scenario neemt het aanbod elektrisch materieel gestaag toe en wordt emissieloos bouwen steeds meer de norm, maar in combinatie met fossiel aangedreven machines. In het láág scenario stellen opdrachtgevers minimale eisen op voor het toepassen van emissieloos materieel, waardoor er minder ruimte is voor fabrikanten om te ontwikkelen. In figuur 5 zijn de verschillende scenario’s inzichtelijk weergegeven en wordt er een beeld geschetst van de verwachte ontwikkeling in de markt en het bijpassende aantal batterij-elektrische machines op de bouwplaats.



Figuur 4 Prognose batterij-elektrisch bouw materieel tot 2035 (Refa & ., 2021) © ElaadNL 2021

“Om het toenemend aantal elektrische werk en voertuigen van stroom te kunnen voorzien ontstaat vanzelfsprekend een toename in de laadbehoefte” geeft TwynstraGudde aan in de publicatie over elektrisch laden. (taakgroep, 2022, p. 45). Door het toenemend aantal elektrische werktuigen en de noodzaak om te laden op de bouwplaats ontstaat er ook meer vraag naar elektriciteit op de bouwplaats en door de huidige krapte op het stroomnet is hierin lastig te voorzien (Niewold, 2021). Vanuit de publicatie van ElaadNL over de adoptie van elektrische machines door de markt zijn hierbij een aantal cruciale factoren van belang (Refa & ., 2021, pp. 7-8). Het betreft de volgende onderdelen:

- Technologische ontwikkelingen: Batterijen worden goedkoper en elektrische aandrijvingen worden steeds gangbaarder.
- De bouwlocatie: Zijn er voldoende laadmogelijkheden aanwezig om de elektrische machines te laden, zitten hier extra kosten aan verbonden en zijn er alternatieve oplossingen.
- Eisen vanuit de opdrachtgever: Wordt er gevraagd om emissieloos aanbesteden en komen er extra verplichtingen vanuit de overheid om emissieloos te gaan aanbesteden.
- De Total Cost of Ownership: De elektrische machines zijn aanzienlijk duurder dan de fossiel aangedreven machines. Door technologische ontwikkelingen, nieuwe elektrische modellen, en het vergroten van de productie wordt elektrisch sneller rendabel.

1.2.1 Technologische uitdagingen voor de bouwsector

Vanuit hoofdstuk 1.2 technologische uitdagingen en veranderingen voor de bouwsector worden verschillende technologische uitdagingen inzichtelijk die voor de bouwsector van belang zijn. De belangrijkste technologische uitdagingen voor de bouwsector zijn als volgt:

- Technologische ontwikkelingen: De technologische ontwikkelingen die benodigd zijn om een volledige werkdag met zware elektrische machines te kunnen werken.
- Betrouwbaarheid: De technologische uitdagingen om de elektrische machines even betrouwbaar als de fossiel aangedreven machines te maken.
- Laadinfrastructuur: De technologische uitdagingen om de zware elektrische machines op de bouwplaats op te laden.
- Actieve kennisdeling: Voldoende actieve kennisdeling over technologische uitdagingen waar bedrijven oplossingen voor zoeken.

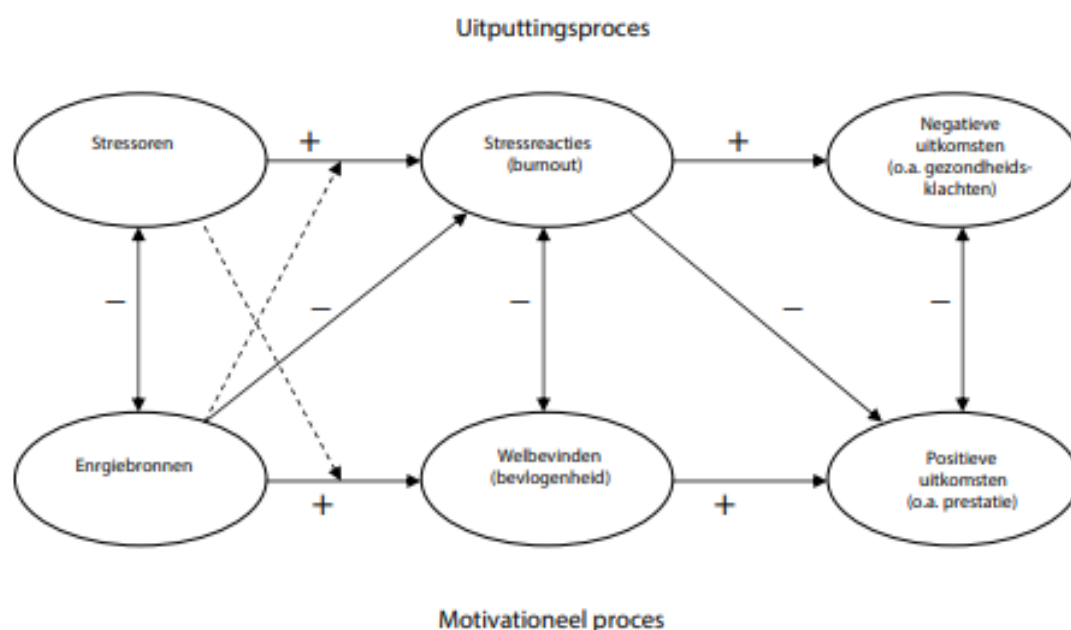
1.2.2 Interne uitdagingen en risico's voor de bouwsector

Vanuit hoofdstuk 1.2 technologische uitdagingen en veranderingen voor de bouwsector worden verschillende uitdagingen en veranderingen zichtbaar die ontstaan door de overgang naar elektrische machines. De belangrijkste uitdagingen en veranderingen die hierbij ontstaan zijn als volgt:

- Hogere kosten: De elektrische machines zijn vaak twee tot drie keer duurder dan fossiel aangedreven machines, waardoor de gehele bouwsector grootte prijsstijgingen gaat ondervinden.
- Opdrachtgevers: Het is van belang dat er vanuit opdrachtgevers beloningen of fictieve kortingen beschikbaar worden gesteld om het werken met elektrische machines te stimuleren.
- Financiële risico's: De bouwsector dient in te spelen op de onbekende financiële risico's die ontstaan op het gebied van restwaarde, afschrijving, reparatiekosten en onderhoudskosten.
- Veiligheidsrisico's: De elektrische machines geven nieuwe en extra veiligheidsrisico's, waardoor er een verandering in de manier van werken ontstaat en bijscholingen op het gebied van veiligheid benodigd is.

1.3 Het effect van de transitie op de werknemers binnen de bouwsector

De elektrificatie van machines geeft ook extra NEN-veiligheidsnormen voor gebruikers en voor monteurs die met de machines gaan werken, waardoor er extra scholing benodigd is om reparaties aan de machines uit te voeren. Dit geeft DNV aan in een publicatie over veiligheid tijdens elektrisch rijden en laden (Hendricks & ., 2022). Sommige werknemers zijn niet enthousiast over het vooruitzicht om cursussen te moeten gaan volgen door de ontwikkelingen en zien dit vaak als een belemmering, waardoor weerstand tegen de veranderingen kan ontstaan. Voor de bedrijven in de bouwsector is het belangrijk om een goed beeld te vormen waar de weerstanden voor de transitie naar elektrisch vandaan komen. Mensen willen veelal stabiliteit en zekerheid, waardoor de veranderingen stres kunnen geven. “Veranderingen kunnen aanleiding geven tot weerstand” geeft Maria C. W. Peeters aan in het rapport over duurzame werkprestaties (Peeters, 2020). De veranderingen door de overgang naar elektrisch kunnen leiden tot stress en weerstand, aangezien er veel veranderingen in de manier van werken gaan ontstaan en medewerkers bijgeschoold moeten gaan worden. Dit komt terug in het Job Demands-Resources Model, waardoor dit goed aansluit bij de huidige transitie. In figuur 6 is het bedrijfskundige Job Demands-Resources model zichtbaar die in het rapport van de Universiteit van Eindhoven wordt toegelicht (Schaufel & ., 2010). Het uitgebreide Job Demands-Resources Model dateert oorspronkelijk uit 2004 en is opgesteld door professor Arnold B. Bakker en professor Maria Tims (Tims & ., 2010). Vanuit het Job Demands-Resources model wordt er voor dit rapport enkel ingegaan op de factoren stressoren en energiebronnen, aangezien dit aansluit bij het onderzoek. In hoofdstuk 1.5 wordt toegelicht waarom enkel de onderdelen stressoren en energiebronnen vanuit het model worden gebruikt voor het onderzoek. Er wordt in het onderzoek ingegaan op de manier waarop het personeel in de bouwsector denkt over de functie vereisten ten opzichte van de veranderingen die ontstaan door de transitie naar elektrische machines. Voor het onderzoek is het van belang om de balans tussen de factoren stressoren en energiebronnen te onderzoeken, waardoor dit deel van het Job Demands-Resources model hier goed op aansluit. Dit deel van het Job Demands-Resources Model geeft aan dat iedere werknemer wordt geconfronteerd met werkeisen die veel energie vragen, waarbij dit de stressoren uit figuur 6 betreft. Het model geeft ook aan dat werknemers ondersteund worden met motivatoren die energie geven, waarbij dit de energiebronnen uit figuur 6 vertegenwoordigd.



Figuur 5 Job Demands-Resources Model (JD-R model) (Tims & ., 2010) Copyright © 2010, AOSIS: All rights reserved

Vanuit het Job Demands-Resources model wordt gezocht naar de juiste balans tussen stressoren en energiebronnen voor de werknemers in de bouwsector die hiermee geconfronteerd worden. Hierbij kan worden aangenomen dat te hoge werkeisen zorgen voor weerstand en stress, wat resulteert in stressoren en dat veel energiebronnen resulteert in meer motivatie en een hogere productiviteit. Er moet binnen de veranderingen die de transitie naar elektrisch materieel tot stand brengt een juiste balans ontstaan tussen de functievereisten van het personeel en de beschikbare functiemiddelen. De stressoren en energiebronnen worden uitgewerkt voor de veranderingen die ontstaan gedurende de transitie.

Door de transitie naar elektrisch binnen de bouwsector veranderen op ieder niveau binnen de sector een aantal cruciale factoren en dit geeft stressoren. Het is van belang dat er voldoende ondersteuning voor het personeel beschikbaar wordt gesteld. De stressoren die op dit moment de grootste uitdagingen geven zijn als volgt:

- Verplichte omscholingen volgens de nieuwe Nen-normen voor monteurs en ook bijscholingen branche breed over de andere manier van werken met de elektrische machines. Dit kan op weerstand duiden van personeel, doordat dit veelal als een belemmering van de huidige manier van werken wordt gezien.
- Onbekendheid over wat er door de transitie aan het werk veranderd voor machinisten en monteurs, waarbij de gevolgen hiervan ook onduidelijk zijn. De onbekendheid zorgt voor angst en weerstand onder de machinisten en monteurs.
- Bang voor grote veranderingen die veel invloed hebben op de organisatie en binnen de gehele bouwsector, waarbij er branche breed anders gewerkt moet worden met nieuwe regels door de overgang naar elektrische machines.
- Veiligheidsrisico's door nieuwe gevaren voor machinisten en monteurs die er eerder niet waren. De veiligheidsrisico's geven angst, waardoor weerstand ontstaat en machinisten en monteurs de transitie liever niet willen doormaken.
- Complexiteit van het werk aan en met de elektrische machines voor monteurs en machinisten, waardoor werknemers niet meer aan de nieuwe functie-eisen voldoen. De complexiteit geeft weerstand en zorgt ervoor dat werknemers de transitie tegen gaan werken.

Om er binnen de bouwsector voor te zorgen dat de transitie naar elektrisch goed verloopt is het belangrijk om werknemers voldoende energiebronnen te bieden. De energiebronnen die op dit moment het belangrijkste zijn om het personeel binnen de bouwsector van te voorzien worden onderzocht, zodat er een duidelijk beeld kan worden gegenereerd hoe hier binnen de bouwsector over wordt gedacht.

Het is van belang dat er een positieve balans is tussen de functie-eisen en de veranderingen die ontstaat door de transitie naar elektrisch, zodat werknemers energie krijgen van de overgang. Als bedrijven binnen de bouwsector meer energiebronnen dan stressoren ervaren verloopt de overgang positief en heeft het de gewenste resultaten zoals het bereiken van doelen, verminderen van stressoren en persoonlijke ontwikkeling. Dit komt in het rapport over het Job Demands-Resources model van de Utrecht University Library tot uiting (Schaufel & ., 2010). Het is van belang om te onderzoeken hoe bedrijven dit realiseren en hoe werknemers dit beleven.

1.4 Knowledge gap

Het is bekend waar de veranderingen vandaan komen, waarom dit doorgevoerd wordt en wat de gevolgen hiervan zijn. De bouwsector is innovatief bezig en door de ontwikkeling van elektrische machines kan het stikstofprobleem en de effecten hiervan op het broeikaseffect grotendeels opgelost worden. De bouwsector gaat nu andere uitdagingen ondervinden die ook verholpen moeten worden om emissieloos te kunnen werken. Om de transitie op een goede manier te voltooien, waarbij zo min mogelijk negatieve effecten te ervaren zijn is een goede voorbereiding op de transitie cruciaal. Er zijn door de overheidsinstanties diverse maatregelen getroffen om de transitie van fossiel aangedreven machines naar elektrisch aangedreven machines te versnellen, waardoor dit eerder gaat gebeuren dan gangbaar is bij een grote transitie. De bouwsector is in zijn geheel nog niet goed voorbereid op de volgende factoren:

- De technologische uitdagingen waar de bouwsector zich op moet voorbereiden om met de machines te kunnen werken.
- De interne uitdagingen en risico's voor bedrijven die door de overgang naar elektrische machines zijn ontstaan en waar ook oplossingen voor benodigd zijn.
- In hoeverre het personeel de functie vereisten vindt passen bij de veranderingen die ontstaan door de overgang naar elektrische machines.

Vanuit de gestelde uitdagingen kan het volgende handelingsvraagstuk worden opgesteld:

Hoe kan de bouwsector zich voorbereiden op de technologische ontwikkelingen voor de machines, interne uitdagingen en risico's voor de bedrijven en de invloed van stressoren en energiebronnen die ontstaan voor het personeel.

1.5 Afbakening

Om het onderzoek af te bakenen zijn bepaalde keuzes gemaakt voor wat wel en niet onderzocht gaat worden. Het onderzoeken van mogelijkheden voor CE-keuringen van machines wordt niet uitgevoerd, omdat hier officiële instanties zoals Aboma aan werken (Keuringen Elektrificeren van Bouwmachines). Er wordt ook niet gewerkt aan verzekeringen en veiligheid, omdat hier richtlijnen vanuit de overheid voor worden opgesteld. In het onderzoek wordt gekeken naar de benodigde voorbereidingen die bedrijven moeten treffen door het elektrificeren van de zwaardere elektrische machines in de categorieën 56kW-130kW en 130kW-560kW. De zwaardere machines brengen de grootste veranderingen tot stand wat betreft technologie, veranderingen in de manier van werken, de manier van werken voor monteurs, weerstand van medewerkers tegen de veranderingen en het geeft extra financiële risico's bij de aanschaf van de machines. In het onderzoek wordt niet ingegaan op de inhoud van de bijscholing voor de monteurs en machinisten, aangezien hier vanuit de overheid nieuwe richtlijnen voor worden opgesteld.

Vanuit het Job Demands-Resources Model wordt enkel ingegaan op de onderdelen stressoren en energiebronnen, omdat dit deel van belang is voor het onderzoek en het overige model hier niet direct op aansluit. Binnen het onderzoek wordt er onderzocht hoe de bouwsector het beste voorbereidingen kan treffen ten aanzien van de overgang naar het werken met en aan elektrisch materieel. Er wordt gekeken welke voorbereidingen er moeten worden getroffen, zodat de functie vereisten aansluiten bij de functies die werknemers uitoefenen. De veranderingen die door de overgang naar elektrisch materieel ontstaan hebben betrekking op de energiebronnen en stressoren, aangezien dit direct door de veranderingen voor het personeel beïnvloed wordt. Het overige deel van het model wordt niet direct door de veranderingen beïnvloed en daarom wordt dit buiten het onderzoek gehouden. Om het onderzoek niet te uitgebreid en onoverzichtelijk te maken is het van belang om voldoende af te bakenen, waardoor de keuze voor enkel energiebronnen en stressoren het onderzoek overzichtelijker maakt.

1.6 Hoofdvraag en deelvragen

Om de eerder opgestelde uitdagingen te onderzoeken is er een hoofdvraag opgesteld met deelvragen om de hoofdvraag te beantwoorden.

Hoofdvraag:

Hoe kan de bouwsector zich voorbereiden op de technologische ontwikkelingen voor de machines, interne uitdagingen en risico's voor de bedrijven en de invloed van stressoren en energiebronnen die ontstaan voor het personeel?

Deelvragen:

- Op welke technologische uitdagingen moet de bouwsector zich voorbereiden om met de elektrische machines te kunnen werken?
- Hoe moeten bedrijven omgaan met de interne uitdagingen en risico's die ontstaan door de overgang naar elektrische machines?
- Hoe kijkt het personeel uit de bouwsector aan tegen de functie vereisten ten opzichte van de veranderingen die ontstaan door de transitie naar elektrische machines?

1.7 Doelstellingen

Door het beantwoorden van het vraagstuk weten bedrijven binnen de bouwsector op wat voor manier er voorbereidingen kunnen worden getroffen voor de komende veranderingen aangaande elektrificatie. Het advies moet duidelijk, acceptabel, realistisch en tijdsgebonden zijn, zodat het goed toepasbaar is binnen de bouwsector. Het doel van dit onderzoek is het adviseren van de bedrijven in de bouwsector op wat voor manier er het beste voorbereidingen kunnen worden getroffen op de uitdagingen die door de transitie ontstaan. Door het beantwoorden van de deelvragen wordt een er duidelijk antwoord geformuleerd op de hoofdvraag, waardoor de bouwsector een volgende stap maakt in de voorbereiding op de transitie. Er wordt duidelijk omschreven welke stappen er doorlopen moeten worden om de bouwsector verder te helpen met het voorbereiden op de transitie. Het doorgeven van het eindproduct gebeurt door het eigen netwerk in de bouwsector en het publiceren van het rapport op internet en LinkedIn. De uitvoerder van het onderzoek is tevreden als er een adviesrapport wordt afgeleverd met adviezen die de bouwsector kan gebruiken om de aanstaande uitdagingen makkelijker te beantwoorden. De bouwsector gaat het antwoord op de hoofdvraag gebruiken om meer inzicht te verkrijgen in de benodigde voorbereidingen op de technologische ontwikkelingen voor de machines, interne uitdagingen en risico's voor de bedrijven en de invloed van stressoren en energiebronnen die ontstaan voor het personeel.

2 Aanpak materiaal en methode

In dit hoofdstuk wordt er ingegaan op de materiaal en methode die gebruikt is om de data te verzamelen en te analyseren die vanuit het onderzoek tot stand is gekomen.

2.1 Onderzoeksopzet

Om inzichtelijk te krijgen hoe de bouwsector zich moet voorbereiden op de technologische ontwikkelingen, veranderingen en de overgang voor het personeel wat ontstaat door de transitie naar elektrisch aangedreven machines is er een onderzoek uitgevoerd. Binnen dit hoofdstuk, aanpak materiaal en methode is uitgewerkt hoe er binnen het onderzoek antwoord op de deelvragen is verkregen. Het antwoord op de deelvragen is gebruikt om de hoofdvraag te beantwoorden.

Door het uitvoeren van het onderzoek is veel bekend geworden over de manier waarop ontwikkelaars van elektrische machines, leveranciers van elektrische machines en aannemers die gebruik maken van elektrische machines over de voorbereiding op het technische vraagstuk denken. Vanuit het onderzoek werd veel bekend over de manier waarop werkvoorbereiders, monteurs en machinisten over de functie vereisten ten opzichte van de veranderingen denken die ontstaan door de transitie. Het onderzoek gaf ook meer inzicht in de manier waarop bedrijven binnen de bouwsector om moeten gaan met de veranderingen die ontstaan door de transitie naar zware elektrische machines.

Om een zo volledig mogelijk antwoord op de hoofd en deelvragen te kunnen geven is er kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Er is kwalitatief onderzoek uitgevoerd, aangezien het voor dit onderzoek van belang was om meningen en motivaties van mensen te verkrijgen en het minder van belang was om cijfermatige gegevens te verkrijgen. Voor het formuleren van een goed antwoord op de hoofdvraag was het van belang om inzichtelijk te verkrijgen hoe betrokkenen over het onderwerp denken. Het was hierbij ook belangrijk om de mogelijkheid te hebben om door te vragen op onderwerpen die een persoon meer aanspreken. Er werden semigestructureerde interviews afgenomen, zodat er meer doorgevraagd kon worden tijdens het interview. De interviewvragen die gedurende het onderzoek gebruikt werden zijn in bijlage 2 en bijlage 3 weergegeven.

2.2 Onderzoeksdoelgroep

Voor het onderzoek werden in totaal acht mensen uit de bouwsector geïnterviewd. Gedurende het onderzoek werden vijf mensen geïnterviewd met kennis over het technische vraagstuk en de interne uitdagingen door de overgang naar elektrisch. Er werden drie mensen geïnterviewd die als personeelslid op de bouwplaats actief zijn, waarbij de overgang naar elektrisch direct invloed op het werk heeft. De mensen die voor het onderzoek werden geïnterviewd worden als volgt onderverdeeld en omschreven:

- Technische kant, interne uitdagingen en risico's: Er werden vijf mensen geïnterviewd die werkzaam zijn in functies die betrekking hebben op de technologische ontwikkelingen en veranderingen die ontstaan door de transitie naar elektrisch. De mensen die geïnterviewd werden zijn werkzaam voor ontwikkelaars van elektrisch materieel, leveranciers van elektrisch materieel en aannemers die gebruik maken van elektrisch materieel.
- Stressoren en energiebronnen: Er werden drie mensen geïnterviewd die werkzaam zijn in functies waar de overgang naar elektrische machines direct invloed op het uit te voeren werk heeft. De mensen die geïnterviewd werden zijn werkzaam als werkvoorbereider op een bouwplaats met elektrische machines, monteur voor elektrische machines en machinist op een elektrische machine.

De deelnemers voor het onderzoek zijn verkregen door deelname aan een evenement bij de ENI (Emissieloos Netwerk Infra), gesprekken met bedrijven uit de bouwsector tijdens de afstudeerstage bij SMT en door de deelname aan het World of eMobility evenement. Er werd voor het afnemen van de interviews met de deelnemers aan het onderzoek afgesproken dat de interviews volledig opgenomen mochten worden, zodat de validiteit van het onderzoek kon worden gewaarborgd.

2.3 Validiteit/betrouwbaarheid

Gedurende het onderzoek was het van belang om de validiteit en betrouwbaarheid te waarborgen, zodat het onderzoeksrapport goed bruikbaar is voor de gehele bouwsector. Er werden uitsluitend interviews afgenomen met gevestigde partijen uit de bouwsector om de validiteit te waarborgen. Door mensen uit de verschillende functies in de bouwsector te benaderen werd er een sector breed antwoordt op de deelvragen geformuleerd en werd de validiteit extra gewaarborgd. De interviews werden opgenomen, zodat dit uitgebreid kon worden verwerkt en er geen kostbare informatie voor de validiteit van het onderzoek verloren kon gaan. Gedurende het afstudeerwerkstuk heeft veel literatuuronderzoek plaatsgevonden, waardoor de uitkomsten van de interviews vergeleken kon worden met wetenschappelijke literatuur en dit zorgde voor extra waarborging van de validiteit van het onderzoek. Door mensen te interviewen met technische kennis en mensen die werkzaam zijn met en aan de machines werd de validiteit van het gehele onderzoek extra gewaarborgd. Door semigestructureerd te interviewen kregen de geïnterviewde personen extra ruimte om uitspraken te doen rondom het onderwerp, daardoor nam de validiteit verder toe. Om de personen die geïnterviewd werden genoeg ruimte te bieden werden afspraken van één tot anderhalf uur ingepland.

Binnen de interviews was het van belang om zo consistent mogelijk te meten, zodat de resultaten bij een herhaling nagenoeg gelijk aan elkaar zijn. De interviewvragen en mogelijkheden om door te vragen werden voor het afnemen van de interviews grotendeels vastgelegd, zodat de objectiviteit zo veel mogelijk gewaarborgd kon worden en de betrouwbaarheid hoog bleef. Voor de overige vragen die gedurende het interview ontstonden werd er expliciet rekening mee gehouden om de geïnterviewde persoon volledig objectieve vragen te stellen en zo min mogelijk te beïnvloeden. De interviews werden zo veel mogelijk in de vertrouwde omgeving van de geïnterviewde persoon afgenomen, zodat de resultaten betrouwbaar bleven en de geïnterviewde persoon gedurende het onderzoek volledig vrijuit kon praten. Door de verkregen informatie uit de interviews te vergelijken met de bestaande wetenschappelijke literatuur uit het theoretisch kader die voor het afstudeerwerkstuk gebruikt is werd de betrouwbaarheid extra gewaarborgd. Door de opzet van de interviews in de bijlagen extra uitgebreid weer te geven worden de interviews gestandaardiseerd en zijn ze gemakkelijk reproduceerbaar gemaakt, waardoor de resultaten betrouwbaarder werden. Door vijf mensen te interviewen met technische kennis over het onderwerp en drie mensen te interviewen die actief met en aan de elektrische machines werkzaam zijn werd de betrouwbaarheid van het onderzoek vergroot.

2.4 Toelichting geïnterviewde personen

Het is van belang om duidelijk weer te geven waar de keuze op gebaseerd is om acht mensen kwalitatief te interviewen. De keuze om vijf mensen te interviewen over de technische kant en interne uitdagingen en de keuze om drie mensen te interviewen over de stressoren en energiebronnen is hierin toegelicht. Er werden per categorie respectievelijk vijf en drie interviews afgenomen om ervoor te zorgen dat één persoon niet direct te veel invloed op de resultaten kon uitoefenen. Het aantal deelnemers voor het interview werd gebaseerd op theoretische saturatie (Benders, 2020), waarbij er na een aantal interviews geen nieuwe informatie meer verkregen wordt. Er werd een aantal interviews afgenomen wat voldoende is om theoretische saturatie te bereiken, waarbij in hoofdstuk 2.4.1 tot en met 2.4.3 is toegelicht wanneer dit ontstaat. Zoals in het theoretisch kader in de inleiding aangegeven en in tabel 1 inzichtelijk gemaakt, zijn er weinig bedrijven die elektrische machines aanbieden. Er zijn ook weinig partijen die op dit moment met zwaar elektrisch materieel werken. Vanwege de selecte markt werd ervoor gekozen om een heterogene groep te interviewen, waarbij de geïnterviewde personen verschillende functies en rollen hebben binnen de transitie en binnen de bedrijven waar met elektrisch materieel gewerkt wordt.

2.4.1 Interviewen technische kant en interne uitdagingen

De mensen die voor de technische kant en interne uitdagingen geïnterviewd werden zijn werkzaam voor ontwikkelaars van elektrisch materieel, leveranciers van elektrisch materieel en aannemers die gebruik maken van elektrisch materieel. De functies die hierbij worden uitgeoefend lopen uiteen van Hoofd materiaalbeheer, commercieel manager, vertegenwoordiger tot aan verkoper. Op basis van de verschillen en overeenkomsten tussen de antwoorden van de groepen konden uitspraken gedaan worden voor het onderzoek. De uitkomsten werden met het eerder opgestelde theoretische kader vergeleken. Door de keuze voor kwalitatief onderzoek, een heterogene groep, terugkoppeling naar het theoretisch kader en vijf deelnemers ontstond er na de afname van vijf interviews voldoende theoretische saturatie om de deelvragen te beantwoorden.

2.4.2 Interviewen stressoren en energiebronnen

De mensen die voor de stressoren en energiebronnen geïnterviewd werden zijn werkzaam voor bedrijven die elektrische machines hebben aangeschaft of klaarmaken voor gebruik door afnemers. De functies die hierbij worden uitgeoefend waren als volgt: werkvoorbereider op een bouwplaats met elektrisch materieel, één monteur voor elektrisch materieel en één machinist op een elektrische machine. Op basis van de verschillen en overeenkomsten tussen de antwoorden van de personen konden uitspraken gedaan worden voor het onderzoek. De uitkomsten werden vergeleken met de wetenschappelijke literatuur. Door de keuze voor kwalitatief onderzoek, een heterogene groep, het minder uiteenlopende onderwerp, terugkoppeling naar de wetenschappelijke literatuur en drie deelnemers vanwege de selecte groep kandidaten ontstond er na de afname van drie interviews voldoende theoretische saturatie om de deelvraag te beantwoorden.

2.4.3 Triangulatie

Om het onderzoek betrouwbaarder te maken werd ervoor gekozen om triangulatie toe te passen, zoals door professor Brony J. Oates van de Teesside University in het Verenigd Koninkrijk toegelicht is (Oates, 2006, p. 37). Dit houdt in dat de verkregen informatie uit de interviews dubbel gecheckt wordt door de bevindingen vanuit de afgenomen interviews te vergelijken met de beschikbare wetenschappelijk bronnen uit het theoretisch kader van hoofdstuk 1. Het doel hiervan is om een bepaald standpunt wat een persoon of groep aanneemt te bevestigen of te verwerpen.

2.5 Opzet onderzoek, methode en uitwerking interviews

Om het analyseren van de gegevens die vanuit de interviews verkregen waren te vergemakkelijken werden de interviews opgenomen en volledig getranscribeerd naar tekst. Vanuit de getranscribeerde interviews werd per vraag de kern van het antwoordt weergegeven en in de bijlagen geplaatst, zodat dit voor het verdere onderzoek kon worden gebruikt en duidelijk weergegeven werd. De gegevens zijn beschrijvend verwerkt, aangezien meningen en motivaties niet goed statisch weer te geven zijn. Gedurende het analyseren van de gegevens werd er gezocht naar overeenkomsten tussen de geïnterviewde en naar nieuwe inzichten die vanuit de antwoorden opgedaan konden worden. Vanuit de geanalyseerde interviews werd er een sector breed antwoord gevormd voor de beantwoording van de hoofd en deelvragen.

Om de interviews goed uit te werken is er een methode van uitwerking opgesteld. Er werden semigestructureerde interviews afgenomen. Semigestructureerde interviews zijn kwalitatieve interviews, waarbij een vooropgesteld interviewschema wordt gebruikt om het interview af te nemen. Er mag wel van de vragenlijst afgeweken worden. Als de geïnterviewde iets belangrijks zegt kan er doorgevraagd worden, zodat er ruimte is om belangrijke informatie uit een interview te verkrijgen en hier meer op te sturen. Er werd voor semigestructureerde interviews gekozen, zodat er ruimte was om door te vragen op onderwerpen die een persoon meer aansprak en er ruimte was om meningen tot uiting te brengen. Door het volgen van het interviewschema zorgde het semigestructureerde interview ervoor dat er niet te ver van het onderwerp werd afgeweken.

Het uitwerken van de interviews gebeurde in de volgende stappen:

1. Opnemen: De interviews werden volledig opgenomen, zodat er geen belangrijke informatie verloren kon gaan.
2. Transcriberen: De opgenomen interviews werden volledig uitgetypt, zodat het visueel gemaakt werd wat er in de interviews uitgesproken werd.
3. Segmenteren: De kern van langere stukken tekst werd uit het transcript gehaald en weergegeven in de bijlagen, zodat het duidelijk werd wat er inhoudelijk per vraag geantwoord werd.
4. Coderen: Er werden bepaalde kernwoorden gekoppeld aan antwoorden van de geïnterviewde personen, zodat de uitkomsten van interviews beter geanalyseerd konden worden.
5. Kwantificeren: Er werden overeenkomsten tussen de interviews opgesteld, zodat het inzichtelijk werd hoe vaak iets gezegd is of benoemd werd in een interview.
6. Weergeven: De resultaten werden beschrijvend weergegeven, aangezien het meningen en uitingen betreft die niet in grafieken en afbeeldingen konden worden weergegeven.
7. Vergelijken: De weergegeven data werden vergeleken met de eerder opgestelde informatie uit het theoretisch kader. Er werd gecontroleerd of de verkregen informatie overeenkomt met de informatie die vanuit het theoretisch kader bekend was.

2.6 Dimensies

Om de deelvragen die vanuit het onderzoek zichtbaar werden zo goed mogelijk te beantwoorden werd er gekeken naar de dimensies die ontstonden per deelvraag. Vanuit de dimensies konden sub-deelvragen worden opgesteld die tijdens het interview gebruikt zijn en gezamenlijk een antwoord op de deelvragen formuleerde. De interviewvragen werden vanuit de dimensies opgesteld en zijn in bijlage 2 en 3 weergegeven.

2.6.1 Dimensies deelvraag 1 technologische uitdagingen

Om inzicht te krijgen in de technologische uitdagingen die de bouwsector ondervindt werd er onderzocht welke informatie benodigd was om de deelvragen goed te beantwoorden. De technologische uitdagingen zijn op te splitsen in een aantal onderliggende dimensies die in hoofdstuk 1.2, technologische uitdagingen en veranderingen voor de bouwsector zijn opgenomen. De technologische uitdagingen die vanuit de bouwsector inzichtelijk werden zijn gericht op de technologische ontwikkelingen die benodigd zijn om een hele dag betrouwbaar te kunnen werken, laadmogelijkheden op de bouwlocatie, ruimte op het stoomnet om te laden en actieve kennisdeling

Op welke technologische uitdagingen moet de bouwsector zich voorbereiden om met de elektrische machines te kunnen werken?

1. Technologische ontwikkelingen van de machines
2. Betrouwbaarheid van de elektrische machines
3. Laadinfrastructuur op de bouwplaats
4. Actieve kennisdeling over technologische ontwikkelingen

2.6.2 Dimensies deelvraag 2 interne uitdagingen en risico's

Om een beter beeld te genereren van de manier waarop bedrijven om moeten gaan met de veranderingen die door de overgang naar elektrische machines benodigd zijn werden er dimensies vanuit de deelvraag opgesteld. De veranderingen zijn op te splitsen in onderliggende veranderingen die in hoofdstuk 1.2, technologische uitdagingen en veranderingen voor de bouwsector opgesteld zijn. De veranderingen waren gericht op hogere kosten van elektrische machines, bereidbaarheid van de opdrachtgevers, financiële risico's en veiligheid.

Hoe moeten bedrijven omgaan met de interne uitdagingen en risico's die ontstaan door de overgang naar elektrische machines?

1. Hogere aanschafkosten voor de machines (2 tot 3 keer duurder)
2. Bereidbaarheid van opdrachtgevers voor het inzetten en betalen van de duurdere machines
3. Financiële risico's, onbekende afschrijvingen, restwaarde, onderhoud en reparatiekosten
4. Veiligheidsrisico's tijdens werken aan en met elektrische machines

2.6.3 Dimensies deelvraag 3 functie vereisten, energiebronnen en stressoren

Om beter in te spelen op de veranderingen waar het personeel mee wordt geconfronteerd ten opzichte van de functie vereisten die door de overgang naar elektrisch ontstaan werden er dimensies vanuit de deelvraag opgesteld. De veranderingen voor het personeel zijn in hoofdstuk 1.3, het effect van de transitie op de werknemers binnen de bouwsector inzichtelijk gemaakt. De veranderingen zijn gericht op de hiervoor benodigde energiebronnen, onbekendheid van de functie vereisten en stressoren. De stressoren ontstaan door de angst voor veranderingen, veiligheidsrisico's en de complexiteit van de veranderingen. Het Job Demands-Resources model werd gebruikt om het effect van de veranderingen op de energiebronnen en stressoren toe te lichten, waarbij vanuit de discussie en conclusie kon worden gezocht of het uitvoerend personeel voldoende energiebronnen ervaart om met de stressoren om te gaan.

Hoe kijkt het personeel uit de bouwsector aan tegen de functie vereisten ten opzichte van de veranderingen die ontstaan door de transitie naar elektrische machines?

1. Personeel voorzien in voldoende energiebronnen
2. Passende functie vereisten, ondanks de overgang naar elektrische machines
3. Het voorkomen van een toename in stressoren

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek weergegeven. De resultaten worden per deelvraag weergegeven en geven antwoord op deelvraag één tot en met drie. De interviews zijn afgenomen en opgenomen, zodat dit later getranscribeerd kon worden. De getranscribeerde interviews zijn gesegmenteerd en vervolgens in de bijlagen 4 tot en met 11 weergegeven. De antwoorden vanuit de interviews worden gekoppeld door middel van coderen, zodat er door middel van kwantificeren kan worden gezocht naar overeenkomsten. De gegevens zijn beschrijvend weergegeven en vergeleken met het theoretisch kader uit hoofdstuk 1.

3.1 Toelichting behaalde resultaten per deelvraag

De deelvragen zijn opgesplitst in twee verschillende soorten interviews, omdat er voor de beantwoording van de deelvragen deelnemers benodigd waren met directe betrokkenheid bij de kwesties. Er zijn vijf personen geïnterviewd over de technische kant en interne uitdagingen voor de bouwsector. Dit zijn personen die direct bij technische en interne uitdagingen betrokken zijn vanuit een functie waarin werkzaamheden uitgevoerd worden. Dit principe geldt ook voor de deelvraag over stressoren en energiebronnen, waarbij drie direct betrokken personen zijn geïnterviewd over de stressoren en energiebronnen. In tabel 2 wordt weergegeven voor welk bedrijf de deelnemers werken, de branche, de functie en de deelvragen waar de personen antwoord op hebben gegeven. De deelvragen krijgen in tabel 2 een kleur, waarbij dit de kleur is die ook gebruikt wordt voor het coderen en kwantificeren van de eerder gesegmenteerde interviews in bijlagen 4 tot en met 11. Door tabel 2 wordt het inzichtelijk welke personen antwoordt hebben gegeven op de 3 deelvragen, aangezien er voor verschillende deelvragen andere personen geïnterviewd zijn. De resultaten zijn per deelvraag weergegeven, waarbij de resultaten per persoon worden weergegeven en vervolgens worden de resultaten door middel van een analyse met elkaar vergeleken.

Geïnterviewde personen en verdeling deelvragen naar functie						
Bedrijf:		Naam:	Functie:	Deelvraag 1:	Deelvraag 2:	Deelvraag 3:
1	De Vries & van de Wiel	Jeroen Gijzen	GHSE-S manager			
2	SMT Nederland	Ger Kleine	Key Accountmanager			
3	Staad groep	Sijmen Staadegaard	Commercieel directeur			
4	SMT Nederland	Ben Möhlmann	Commercieel directeur			
5	GMB Beheer B.V.	Gerard van der Veer	Hoofd materiaalbeheer			
6	Ploegam B.V.	Stefan Spits	Werkvoorbereider			
7	Staad groep	Corné de Graaij	Monteur technische ondersteuning			
8	Van Werven	Ton Zoet	Machinist elektrische machines			

Tabel 2 Deelnemers aan het interview opgedeeld per deelvraag

3.2 Resultaten deelvraag 1 technologische uitdagingen

In dit onderdeel van de resultaten wordt antwoord gegeven op de deelvraag: **“Op welke technologische uitdagingen moet de bouwsector zich voorbereiden om met de elektrische machines te kunnen werken?”** De resultaten worden per deelnemer weergegeven en vervolgens onderling vergeleken, waarbij er ook vergelijkingen worden gemaakt met het theoretisch kader uit hoofdstuk 1.

3.2.1 Antwoord deelvraag 1 Jeroen Gijzen interview 1

In het interview met Jeroen Gijzen werd aangegeven dat er geen grootte veranderingen in de manier van werken zijn doorgevoerd door technologische uitdagingen: “Ik denk niet dat er op een andere manier gewerkt moet worden, maar het is voor de machinisten wel wennen dat de beleving anders is”. Er werd aangegeven dat er goed moet worden gekeken of een machine wel past bij het werk wat wordt uitgevoerd en dat er meer vooruitgedacht moet worden over het tussentijds laden of wisselen van batterijen. Jeroen Gijzen gaf aan dat de machines geen uitdagingen geven en betrouwbaar zijn “De betrouwbaarheid zit niet in de techniek, maar vooral in de kennis en ervaring van de mensen”. Er werd aangegeven dat de grootste uitdagingen niet in de techniek van de machine zitten, maar in de laadinfrastructuur en volgens Jeroen Gijzen valt dit niet op te lossen met het huidige stroomnet. Er werden alternatieven genoemd zoals accu-opslag, accu’s wisselen en waterstofgeneratoren: “Ik dacht altijd dat een netaansluiting de beste oplossing was, maar door gesprekken met TenneT werd bekend dat er voorlopig geen stroomaansluitingsmogelijkheden meer zijn”. Vanuit het interview werd bekend dat de actieve kennisdeling van de ENI de afgelopen jaren tot snellere ontwikkelingen had geleid en dat hier nog veel winst te behalen valt door het toepassen van nog meer kennisdeling.

3.2.2 Antwoord deelvraag 1 Ger Kleine interview 2

Gedurende het Interview met Ger Kleine werd aangegeven dat de uitdagingen in de laadinfrastructuur zitten en juist niet in de machines: “Ik denk dat de elektrische machines juist minder storingen gaan geven dan de diesel aangedreven machines die we nu gebruiken”. Vanuit het interview werd duidelijk dat het gebruik van een zware netaansluiting voor het laden van elektrische machines de beste mogelijkheid is, maar door het gebrek hieraan worden mobiele accu-opslag en waterstofgeneratoren als mogelijke oplossingen aangedragen. Ger Kleine gaf hierbij aan dat er meer gekeken moet worden welke machines geladen kunnen worden met de voorzieningen die op een locatie beschikbaar zijn. Ger Kleine gaf aan dat er op een andere manier met de machines moet worden gewerkt: “Mensen moeten op een andere manier gaan werken, omdat de elektrische machines niet altijd 8 uur inzetbaar zijn. Ze moeten tussen de middag gaan snel-laden of gaan laden als een machine een kwartier of halfuur geen werk heeft”. Vanuit het interview werd duidelijk dat de uitdaging zit in het leveren van betrouwbare stroomaansluitingen en het laden van de accu’s, waarbij meer kennisdeling over laadinfrastructuur en stroomaansluitingen ook kan bijdragen aan de ontwikkeling hiervan.

3.2.3 Antwoord deelvraag 1 Sijmen Staadegaard interview 3

In het interview met Sijmen Staadegaard en Frank Eugelink werd duidelijk dat het belangrijk is om machines aan te schaffen die passen bij het werk wat ermee uitgevoerd gaat worden en dat de manier van werken hetzelfde kan blijven, waarbij geen directe technologische uitdagingen voor de machines ervaren worden: “Ze zijn al zeker net zo betrouwbaar als diesel aangedreven machines, wij denken dat ze zelf al betrouwbaarder zijn. Het enige punt is de capaciteit van de accu’s, aangezien dit de beperkende factor is”. Vanuit het interview werd bekend dat accu’s wisselen de beste oplossing is voor de beperkte laadinfrastructuur, omdat de machine verder kan werken met andere accu’s en er op een andere locatie met een grootte aansluiting kan worden geladen. Dit is ook goed toepasbaar in natura 2000 gebieden waar geen netaansluiting aanwezig is. In het interview werd aangegeven dat er op dit moment voldoende kennisdeling plaatsvindt binnen de bouwsector onderling. Er is wel behoefte aan meer kennisdeling over het laden op de bouwplaats, waarbij meer kennisdeling over het werken met en aan de machine richting klanten ook als belangrijk wordt benoemd voor het succesvol inzetten van de machines.

3.2.4 Antwoord deelvraag 1 Ben Möhlmann interview 4

Vanuit het interview met Ben Möhlmann werd duidelijk dat de bouwsector als volgt met de technologische uitdagingen om kan gaan: “Door met verschillende oplossingen te werken en te realiseren dat er in verschillende situaties op een andere manier gewerkt moet worden. Het merendeel zal batterij-elektrisch zijn en hierbij gaan we batterijen wisselen of tussentijds snel-laden gedurende de werkdag”. Er werd aangegeven dat bedrijven op een andere manier moeten gaan denken en hierbij rekening moeten houden met het snel-laden of accu’s wisselen gedurende een werkdag. Vanuit het interview werd bekend dat de stroomaansluitingen vaak te klein zijn en dat er op sommige projecten überhaupt geen oplossingen met een stroomaansluiting mogelijk zijn: “Er zijn ook bouwlocaties langs snelwegen of natuurgebieden waar helemaal geen stroomaansluitingen gaan komen”. Om dit op te lossen werden accu-opslag, waterstofaggregaten en waterstofdragers aangedragen als mogelijke oplossingen door Ben Möhlmann. Er werd aangegeven dat de elektromotor als betrouwbaarder wordt gezien dan de dieselmotor, aangezien er geen signalen zijn dat er meer storingen plaatsvinden. Gedurende het interview werd bekend dat er nog meer kennisdeling plaats moet vinden, zodat bedrijven gezamenlijk één machine ontwikkelen in plaats van drie dezelfde machines op een andere manier.

3.2.5 Antwoord deelvraag 1 Gerard van der Veer interview 5

Gedurende het interview met Gerard van der Veer werd bekend dat er niet op een andere manier gewerkt hoeft te worden met de elektrische machines en hier ook geen technologische uitdagingen in zijn, omdat de machines betrouwbaarder zijn: “Ik denk dat deze machines op dit moment al betrouwbaarder zijn, aangezien het ombouwen op dit moment in de wereld al op een goeie manier gebeurt. We moeten bij de ombouw goed letten op de veiligheid”. Vanuit het interview werd duidelijk dat er voldoende accucapaciteit aanwezig moet zijn om een gehele werkdag te werken, zodat de gewenste productie behaalt kan worden. Over het laden van de machines werd het volgende gezegd: “Wij vinden dat een mobiele machine naar een laadpunt kan maar een immobiele machine niet. Bij een immobiele machine kan dit niet, hierbij kun je werken met een accu-opslag die je hierheen brengt of gebruik maken van wisselbatterijen”. Het werd duidelijk dat er op dit moment gebruik wordt gemaakt van accu-opslag en het wisselen van accu’s, doordat er onvoldoende laadinfrastructuur op de bouwplaats aanwezig is en er werd aangegeven dat het belangrijk is dat de systemen van verschillende leveranciers op elkaar passen. Kennisdeling werd als belangrijk punt genoemd, omdat dit de afgelopen jaren heeft bijgedragen aan de versnelde ontwikkelingen en nog meer kennisdeling hier extra aan kan bijdragen.

3.2.6 Vergelijking uitkomsten deelvraag 1

Om weer te geven op welke technologische uitdagingen de bouwsector zich moet voorbereiden om met de elektrische machines te kunnen werken werd er gekeken welke uitdagingen genoemd zijn en hoe vaak dit voorkomt. De resultaten uit de interviews worden in tabel 3 overzichtelijk weergegeven. In de tabel wordt direct aangegeven hoe vaak een uitdaging gedurende de vijf interviews benoemd is. Welke deelnemers dit wel of niet benoemd hebben valt terug te herleiden uit de subhoofdstukken van hoofdstuk 3.2, waarbij interview één tot en met vijf in de titel staat aangegeven.

Uitdagingen/deelnemer vanuit tabel 2	1	2	3	4	5	Totaal
Gebrekkige laadinfrastructuur	X	X	X	X	X	5
Accucapaciteit van de machines	X	X	X	X	X	5
Te weinig kennisdeling over technologische ontwikkelingen	X	X	-	X	X	4
Verskillende systemen, voor laden, aansluitingen en machines	-	X	X	X	X	4
Op een andere manier moeten gaan werken	-	X	-	X	-	2
Kennis en ervaring van de gebruikers over de machine	X	-	X	-	-	2
Onbetrouwbaarder dan diesel machines	-	-	-	-	-	0

Tabel 3 Resultaten deelvraag 1 vanuit de afgenomen interviews

Vanuit de resultaten werd inzichtelijk dat in de interviews een gebrekkige laadinfrastructuur en de accucapaciteit van de machines als grootste uitdagingen worden genoemd en ieder geïnterviewd persoon dit ook aangeeft, maar te weinig kennisdeling over technologische ontwikkelingen en verschillende systemen voor laden, aansluitingen en machines werd ook zichtbaar als een grootte uitdaging. Vanuit de resultaten werd duidelijk dat Sijmen Staadegaard als enige aangeeft dat er tussen grote bedrijven onderling wel voldoende kennisdeling plaatsvindt binnen de bouwsector, maar dat er te weinig kennisdeling richting de gebruikers van de machine is. In het interview met Jeroen Gijzen werd als enige niet direct aangegeven dat verschillende systemen voor laden, aansluitingen en machines een uitdagingen vormt. Dit is tegenstrijdig met de overige resultaten uit het onderzoek. Van de vijf personen gaven Ger Kleine en Ben Möhlmann aan dat er op een andere manier gewerkt moet gaan worden, terwijl de andere drie personen juist hadden aangegeven dat er niet op een andere manier gewerkt moet worden. In dit punt zijn de verschillen groot en zeiden drie van de geïnterviewde personen dat de machines moeten veranderen en minimaal acht uur inzetbaar moeten zijn, terwijl twee andere geïnterviewde personen hadden aangegeven dat de werkdag anders ingedeeld moet worden. Van de vijf personen gaven Jeroen Gijzen en Sijmen Staadegaard aan dat kennis en ervaring van de machinisten over de machine een uitdaging is, terwijl de andere drie personen juist hadden aangegeven dat dit geen uitdaging is en dat de overgang soepel verloopt. Dit is een opvallend verschil wat vanuit de resultaten inzichtelijk wordt. Vanuit de resultaten wordt duidelijk dat geen van de geïnterviewde personen de elektrische machines als minder betrouwbaar ervaart dan de diesel aangedreven machines, waarbij werd aangegeven dat de elektrische machines zelfs betrouwbaarder zijn dan diesel aangedreven machines.

3.3 Resultaten deelvraag 2 interne uitdagingen en risico's

In dit onderdeel van de resultaten wordt antwoord gegeven op de deelvraag: **“Hoe moeten bedrijven omgaan met de interne uitdagingen en risico's die ontstaan door de overgang naar elektrische machines?”** De resultaten worden per deelnemer weergegeven en vervolgens onderling vergeleken, waarbij er ook vergelijkingen worden gemaakt met het theoretisch kader uit hoofdstuk 1.

3.3.1 Antwoord deelvraag 2 Jeroen Gijzen interview 1

Gedurende het interview met Jeroen Gijzen werd bekend dat de bouwsector de hogere kosten die bij de aanschaf van elektrische machines ontstaan moet kunnen doorrekenen aan de opdrachtgevers, omdat er anders niet concurrerend kan worden ingeschreven op projecten en dit gebeurt nu nog te weinig: “Er zijn op dit moment nog weinig opdrachtgevers die volledig emissieloos aanbesteden”. Er werd aangegeven dat het van belang is om transparant te zijn richting klanten, waarbij wordt aangegeven wat de financiële risico's zijn en dat het tarief hierdoor hoger is. Vanuit het interview werd bekend dat de grootste risico's in de aanschaf van accu's zit, maar hier kan op worden geanticipeerd werd aangegeven: “Door afspraken te maken voor projecten van meerdere jaren kun je die risico's ook prima indekken en doorrekenen”. Er werd aangegeven dat het van belang is om rekening te houden met de risico's en de bedrijfsvoering hier deels op aan te passen. Op dit moment ziet Jeroen Gijzen nog geen geschikte opleidingen om het personeel aan te bieden voor de omscholing, maar het wordt wel als benodigd genoemd om veilig met en aan machines te kunnen werken. Over de beloningen en fictieve kortingen voor emissieloos werken werd het volgende gezegd: “Ik denk dat er een aantal opdrachtgevers zijn die dit al goed doen, maar ik denk niet dat er op dit moment al genoeg werk beschikbaar is wat je 100% elektrisch kan uitvoeren”. Er werd ook aangegeven dat de overheid nog extra kan stimuleren door extra geld beschikbaar te stellen om dit te realiseren.

3.3.2 Antwoord deelvraag 2 Ger Kleine interview 2

Vanuit het interview met Ger Kleine werd bekend dat er in overheidsbestekken voldoende ruimte is om de kosten van elektrische machines door te rekenen, maar er werd aangegeven dat dit daarbuiten niet het geval is. Over de hogere kosten werd het volgende gezegd: “Dit moet zeker meegenomen worden in de begroting van een opdracht, waarbij de opdrachtgever misschien beter geïnformeerd moet worden

over deze hogere kosten”. Ger Kleine gaf aan dat er verwacht wordt dat de elektrische machines een langere levensduur gaan hebben dan diesel machines en dat dit nog niet wordt meegenomen in de financiële en technische levensduur, waardoor de kosten hoog blijven. Over de omgang met veiligheidsrisico’s werd het volgende gezegd: “Ik denk dat een VCA of andere machinist gebruikerstraining over het werken met elektriciteit hoog op de agenda moet komen te staan”. Er werd hierbij ook aangegeven dat naast de direct betrokken personen het sector breed opleiden ook van belang is. Over het stimuleren vanuit de overheid werd het volgende gezegd: “De overheid stelt subsidies beschikbaar, maar dit is enkel om de transitie aan te jagen. Het zou ook interessant zijn om subsidies te verlenen wanneer je een oudere machine inruilt, omdat je dan langs twee kanten stimuleert om te verduurzamen”.

3.3.3 Antwoord deelvraag 2 Sijmen Staadegaard interview 3

Vanuit het interview met Sijmen Staadegaard werd bekend dat er op dit moment nog niet veel partijen zijn die geld willen uitgeven voor emissieloos werken, maar het volgende werd ook aangegeven: “We moeten de hogere kosten voor de machines aan de opdrachtgever van het project doorberekenen”. Vanuit het interview werd bekend dat Staad geen extra risico’s ziet, maar wel een stukje onzekerheid in het duurste component, waarbij dit de accu betreft: “Als de machine op een juiste manier gebruikt wordt levert dit een stabielere restwaarde op aan het einde van de levensduur, omdat de accu nog goed gebruikt kan worden voor andere doeleinden”. Er werd aangegeven dat de veiligheidsrisico’s worden beperkt door met systemen te werken, waarbij het hoog voltage systeem direct wordt uitgeschakeld als de accu wordt losgekoppeld. Er werd aangegeven dat het personeel binnen Staad is omgeschoold met een hoog-voltage opleiding en een opleiding die intern bij Staad ontwikkeld is. Over beloningen en fictieve kortingen vanuit opdrachtgevers werd het volgende gezegd: “Er wordt vooral gestimuleerd vanuit de overheid, omdat die in projecten echt vragen naar emissieloze machines en hier wordt dan ook het juiste tarief beschikbaar voor gesteld, maar sector breed kan dit nog beter”. Er werd aangegeven dat meer zekerheid van subsidie het makkelijker maakt om te investeren en dat dit nu niet het geval is.

3.3.4 Antwoord deelvraag 2 Ben Möhlmann interview 4

Over de hogere aanschafkosten werd door Ben Möhlmann het volgende gezegd: “Ze moeten dit doorrekenen aan de opdrachtgevers en de markt moet dan wennen aan deze hogere prijzen”. Vanuit het interview met Ben Möhlmann werd bekend dat er op dit moment nog niet voldoende mogelijkheden zijn om de hogere kosten door te rekenen, omdat de overheid als grootste opdrachtgever nog niet gewend is om ruimere budgetten op te stellen. Er werd aangegeven dat de SSEB-subsidie stimuleert om de elektrische machines aan te schaffen en niet de inzet van de machine, terwijl bedrijven op zoek zijn naar de garanties om machines langere tijd tegen een rendabele prijs in te zetten. Ben Möhlmann gaf aan dat het indekken van de extra financiële risico’s mogelijk is door de machines versneld af te schrijven, omdat er binnen een aantal jaar betere goedkopere machines beschikbaar zijn. Er werd aangegeven dat er om de veiligheidsrisico’s beter in te dekken meer bewustwording nodig is onder de gebruikers: “Voor de risico’s bij gebruik komen we op het punt dat machinisten gewend zijn om bij een diesel motor zelf aanpassingen door te voeren wanneer iets niet goed werkt, waarbij dit bij elektrische machines van 600 volt niet meer kan”. Er werd aangegeven dat er bij de huidige VCA-regelgeving nog niet voldoende rekening wordt gehouden met elektrische machines, waardoor SMT hier intern op anticipeert. Vanuit het interview werd duidelijk dat projecten waar de overheid opdrachtgever is er voldoende subsidies om emissieloos werk te stimuleren beschikbaar zijn en daarbuiten nog niet.

3.3.5 Antwoord deelvraag 2 Gerard van der Veer interview 5

Vanuit het interview met Gerard van der Veer werd bekend dat er voldoende ruimte moet zijn om emissieloze machines tegen een goed tarief in te zetten en dat dit duurder is dan diesel machines. Over de bereidheid om hiervoor te betalen werd het volgende aangegeven: “Bij projecten met natuur waar emissieloos werken nodig is hebben de opdrachtgevers geen keus, maar de opdrachtgevers in de bebouwde omgeving zijn niet bereid dit te betalen en in de rioleringstechniek ook nog niet”. Er worden geen extra financiële risico’s gezien bij GMB, omdat de machines nog zeer beperkt beschikbaar zullen zijn

de komende jaren en nog steeds benodigd zijn naast de nieuwe betere machines die ontwikkeld worden. Om veiligheidsrisico's te beperken werd aangegeven dat er sector breed scholing benodigd is, waarbij het volgende gezegd werd: "Er zijn nu nog te weinig opleidingen beschikbaar om personeel om te scholen, maar een machinist krijgt bij ons wel een training hoe er veilig met de machine gewerkt kan worden". Gerard van der Veer gaf aan dat er op dit moment nog weinig beloningen en fictieve kortingen beschikbaar worden gesteld, waarbij dit vaak een klein onderdeel is van het totale project. In het interview werd aangegeven dat de overheid dit extra kan stimuleren door opdrachtgevers te verplichten elektrisch materieel in te zetten.

3.3.6 Vergelijking uitkomsten deelvraag 2

Om weer te geven hoe bedrijven om moeten gaan met de interne uitdagingen en risico's die ontstaan door de overgang naar elektrische machines werd er gekeken naar de uitdagingen die in de interviews genoemd zijn en hoe vaak dit voorkomt. De resultaten uit de interviews zijn in tabel 4 overzichtelijk weergegeven. In de tabel wordt direct aangegeven hoe vaak een uitdaging gedurende de vijf interviews benoemd is en welke deelnemers dit wel of niet benoemd hebben. Welke deelnemers dit wel of niet benoemd hebben valt terug te herleiden uit de subhoofdstukken van hoofdstuk 3.3, waarbij interview één tot en met vijf in de titel staat aangegeven.

Uitdagingen/deelnemer vanuit tabel 2	1	2	3	4	5	Totaal
Onvoldoende mogelijkheden om kosten door te rekenen	X	X	X	X	X	5
Onvoldoende zekerheid van werk	X	X	X	X	X	5
Onvoldoende bijscholingsmogelijkheden voor personeel	X	X	X	X	X	5
Ongeschikte subsidiemogelijkheden vanuit de overheid	X	X	-	X	X	4
Veiligheidsrisico's tijdens het werken	X	X	-	-	-	2
Restwaarde en overige financiële risico's	X	-	-	X	-	2
Onvoldoende zekerheid van werk in de nabije toekomst	-	-	-	-	-	0

Tabel 4 Resultaten deelvraag 2 vanuit de afgenomen interviews

Vanuit de resultaten werd inzichtelijk dat in de interviews onvoldoende mogelijkheden om kosten door te rekenen, onvoldoende zekerheid van werk en onvoldoende bijscholing voor het personeel als grootste uitdagingen worden gezien en ieder geïnterviewd persoon dit bevestigt, maar ongeschikte subsidiemogelijkheden vanuit de overheid werd ook zichtbaar als een grootte uitdaging. De resultaten geven het inzicht dat slechts één van de vijf geïnterviewde personen de huidige subsidieregelingen als geschikt ervaart. In het interview met Sijmen Staadegaard werd aangegeven dat de subsidie terecht moet komen bij de persoon die de machine aanschafft, terwijl de andere vier deelnemers graag zien dat de opdrachtgevers gestimuleerd worden om projecten emissieloos aan te besteden. Jeroen Gijzen en Ger Kleine gaven aan dat de veiligheidsrisico's tijdens het werken een uitdaging zijn, waarbij werd aangegeven dat hier zeker rekening mee moet worden gehouden. De andere drie personen gaven aan dat de machines veilig worden omgebouwd en er daardoor niet direct meer veiligheidsrisico's zijn. Jeroen Gijzen en Ben Möhlmann gaven aan dat restwaarde en overige financiële risico's een uitdaging zijn, terwijl de andere drie personen hadden aangegeven dat dit geen risico is. Er werd door de drie personen aangegeven dat de machines en accu's langer meegaan dan nu verwacht wordt en een hogere restwaarde behouden. Geen van de deelnemers aan het interview verwacht dat er in de nabije toekomst nog steeds onvoldoende zekerheid van werk is, waarbij aangegeven werd dat het binnen een aantal jaren steeds meer gangbaar wordt om emissieloos te gaan werken.

3.4 Resultaten deelvraag 3 functie vereisten, energiebronnen en stressoren

In dit onderdeel van de resultaten wordt antwoord gegeven op de deelvraag: **“Hoe kijkt het personeel uit de bouwsector aan tegen de functie vereisten ten opzichte van de veranderingen die ontstaan door de transitie naar elektrische machines?”** De resultaten worden per deelnemer weergegeven en vervolgens onderling vergeleken, waarbij er ook vergelijkingen worden gemaakt met het theoretisch kader uit hoofdstuk 1.

3.4.1 Antwoord deelvraag 3 Stefan Spits interview 6

Vanuit het interview met Stefan Spits werd bekend dat het personeel niet altijd precies weet wat er verwacht wordt, doordat de ontwikkelingen snel gaan en dit niet altijd te volgen is. Het vinden van de juiste omscholingstrajecten werd hierbij ook als lastig benoemd, doordat wordt aangegeven dat daar op dit moment nog niet voldoende mogelijkheden voor zijn. Er werd aangegeven dat Ploegam de machinisten nu zelf opleidt door instructies te geven over het gebruik, de accu's en transport. Stefan Spits gaf aan dat er voldoende ruimte is om te leren werken met de machines, doordat de machines geleidelijk beschikbaar komen: “ik kon gaan kijken hoe het laden ging en wat hiervoor nodig was en de machinist kon op zijn gemak wennen aan de nieuwe machine. We houden er voor de start rekening mee dat de machinist hier voldoende tijd voor krijgt”. Het werken met de nieuwe machines wordt volgens Stefan Spits niet als lastiger ervaren en het is vooral wennen, omdat het nieuw en onbekend is. Het werd bekend dat er werkinstructies zijn opgesteld om de veiligheidsrisico's in te perken, waarbij er duidelijk is gemaakt in welke situatie wat moet gebeuren en er is een veiligheidsbeleid opgesteld. Stefan Spits gaf aan dat er in het begin weerstand was vanuit de machinisten, maar dat dit de afgelopen jaren sterk verbeterd is: “Het is vooral de spanning onzekerheid en onwetendheid, maar door een duidelijkere planning is hier alweer meer rust in gekomen en niet iedereen zal het uiteindelijk willen om elektrisch te werken”. Vanuit het interview werd bekend dat er voldoende ruimte is en mogelijkheden zijn om de stap naar elektrisch door te maken, doordat er goed naar het personeel wordt geluisterd en er ook veel gepioneerd wordt.

3.4.2 Antwoord deelvraag 3 Corné de Graaij interview 7

Vanuit het interview met Corné de Graaij werd bekend dat de monteurs niet direct enthousiast waren voor de overgang naar elektrische machines en dat sommigen het liever niet wilde leren: “Het personeel bij Staal is hier enigszins terughoudend in, omdat ze direct al schrikken wanneer ze horen dat er 800 volt door de machine heen gaat en dit niet gewend zijn”. In het interview werd aangegeven dat er bij Staal nog geen omscholingstrajecten worden aangeboden, omdat deze nog niet beschikbaar zijn. Corné de Graaij gaf aan dat er in de NEN-normen wel uitleg wordt gegeven over veiligheid. Corné de Graaij gaf aan dat er op dit moment niet voldoende tijd en ruimte beschikbaar is om te leren werken aan de elektrische machines, omdat er een enorme vraag is, veel complexiteit is waar wel rekening mee wordt gehouden en er een groot personeelstekort is: “Je merkt dat er sector breed te weinig personeel beschikbaar is om de ombouw van elektrische machines te realiseren”. Vanuit het interview werd bekend dat er geen extra veiligheidsrisico's zijn als het juist gereedschap wordt gebruikt en er op de juiste manier gewerkt wordt. Corné de Graaij gaf aan dat er wel weerstand was vanuit de monteurs, maar dat dit vooral de onwetendheid en angst is om aan elektrische machines te werken: “Het is vooral de angst dat elektrische machines lastiger of minder veilig zijn, waarbij een cultuuromslag plaats moet vinden voor het personeel. Het is vooral lastig voor de monteurs die altijd met diesel gewerkt hebben”. Er werd aangegeven dat het personeel hier in het algemeen aan moet wennen en moet groeien. Vanuit het interview werd duidelijk dat het personeel voldoende mogelijkheden krijgt om de overgang door te maken, maar het is lastiger door de nieuwe manier van werken.

3.4.3 Antwoord deelvraag 3 Ton Zoet interview 8

Vanuit het interview met Ton Zoet werd bekend dat er veranderingen zijn doorgevoerd in zijn werk als machinist, waarbij de machinist vooral zelf minder controles en reparaties aan de machine mag uitvoeren: “Het motorische gedeelte is nu echt afgesloten en ze hebben liever dat je hier als machinist niet meer

aankomt vanwege de gevaren. Ik heb geen omscholingstraject gevolgd, omdat er nog geen opleidingen waren hiervoor”. Ton zoet gaf aan dat er nog geen omscholingstrajecten beschikbaar zijn, waardoor de kennis vooral bij de fabrikant wegkomt. Er werd aangegeven dat de machinist de machine nu nog meer in de gaten moet houden om direct te kunnen anticiperen wanneer dit nodig is. Vanuit het interview werd bekend dat er voldoende tijd en ruimte was om te leren werken met de machine en dat dit ook niet als lastig ervaren werd, maar hierbij was het vooral wennen dat de machine anders aanvoelt: “Een diesel machine voel je wel beter aan, omdat je tegendruk voelt als je iets raakt in de grond en bij een elektrische machine heb je dit niet”. Er werd aangegeven dat de veiligheidsrisico’s van het werken met de elektrische machine goed met de machinisten doorgenomen worden en hierbij werd aangegeven dat de machinist beter op moet letten dan bij een diesel machine. Ton Zoet had geen weerstand tegen het werken met elektrische machines en ervaarde het als een kans, maar merkte wel weerstand vanuit andere machinisten: “Ik merk wel dat collega’s om mij heen er weerstand tegen hebben, waarbij er mensen zijn die zeggen dat ze de elektrische machines absoluut niet willen en dat het niks wordt”. Vanuit het interview werd bekend dat er voldoende tijd was om met de machines te leren werken, maar dat het voor iedereen lastig was om met de nieuwe machines om te gaan.

3.4.4 Vergelijking uitkomsten deelvraag 3

Om weer te geven hoe het personeel uit de bouwsector tegen de functie vereisten ten opzichte van de veranderingen aankijkt die ontstaan door de transitie naar elektrische machines werd er gekeken naar de uitdagingen die vanuit de interviews genoemd zijn en hoe vaak dit voorkomt. De resultaten uit de interviews zijn in tabel 5 overzichtelijk weergegeven. In de tabel wordt direct aangegeven hoe vaak een uitdaging gedurende de vijf interviews benoemd is en welke deelnemers dit wel of niet benoemd hebben. Welke deelnemers dit wel of niet benoemd hebben valt terug te herleiden uit de subhoofdstukken van hoofdstuk 3.4, waarbij interview één tot en met vijf in de titel staat aangegeven.

Uitdagingen/deelnemer vanuit tabel 2	6	7	8	Totaal
Weerstand personeel tegen de overgang naar elektrische machines	X	X	X	3
Onvoldoende omscholingstrajecten beschikbaar	X	X	X	3
Angst, onbekendheid en onwetendheid personeel	X	X	X	3
Complexiteit van werken aan elektrische machines	X	X	-	2
Veiligheidsrisico’s van elektrische machines	-	-	X	1
Onvoldoende mogelijkheden om de overgang succesvol door te maken	-	-	-	0
Complexiteit van werken met elektrische machines	-	-	-	0

Tabel 5 Resultaten deelvraag 3 vanuit de afgenomen interviews

Vanuit de resultaten wordt zichtbaar dat in de interviews weerstand van het personeel tegen de overgang naar elektrische machines, onvoldoende omscholingstrajecten en angst, onbekendheid en onwetendheid personeel als grootste uitdagingen worden gezien. De drie geïnterviewde personen gaven allemaal aan dat dit de grootste uitdagingen geeft. Complexiteit van werken aan elektrische machines wordt ook als een grootte uitdaging gezien en veiligheidsrisico’s van elektrische machines wordt ook als uitdaging gezien. De resultaten maken duidelijk dat Ton zoet als enige aangaf dat complexiteit van de machines geen uitdaging is en vervolgens gaf Ton Zoet als enige aan dat veiligheidsrisico’s van elektrische machines wel een uitdaging zijn, waardoor dit tegenstrijdige resultaten oplevert. Vanuit het vooronderzoek werd verwacht dat het werken met de elektrische machines als complex wordt gezien, maar dit komt niet terug in de resultaten. Geen van de deelnemers aan het interview geeft aan onvoldoende mogelijkheden te hebben om de overgang succesvol door te maken en ziet geen complexiteit in het werken met de elektrische machines, waarbij wel werd aangegeven dat het wennen is voor de machinist en hier tijd voor nodig is om de overgang goed door te kunnen maken.

4 Discussie

De bouwsector staat op het punt om grote veranderingen te ondergaan door de overgang naar elektrische machines, waarbij op het gebied van technologische uitdagingen voor het werken met de machines, interne uitdagingen en risico's door de overgang en veranderingen voor het personeel over de functie vereisten veel gaat veranderen. Vanuit dit onderzoek wordt een advies opgesteld hoe de bedrijven uit de bouwsector het beste voorbereidingen kunnen treffen om met de veranderingen en uitdagingen om te gaan, waarbij er in dit hoofdstuk wordt bediscussieerd wat de resultaten zijn en of dit volgens de juiste onderzoeksmethoden tot stand is gekomen.

4.1 Onderzoeksmethoden

Er zijn acht mensen uit de bouwsector geïnterviewd die actief deelnemen aan de transitie naar zware elektrische machines. Er zijn enkel mensen met directe betrokkenheid bij de aankoop, verkoop, werken met de machines of werken aan de machines geïnterviewd, zodat de resultaten volledig betrouwbaar en representatief zijn.

4.1.1 Het proces

Het onderzoek verliep zoals eerder gepland, aangezien het een actueel onderwerp betreft waar veel informatie over te vinden was door de actualiteit ervan. Door de opbouw van een groot netwerk in de bouwsector werd het gemakkelijk om de juiste personen te benaderen voor het onderzoek en werd er ook direct meegewerkt door de benaderde bedrijven en personen. Door de medewerking van de geïnterviewde personen verliep het onderzoek voorspoedig en kon alles tijdig worden afgerond. Het vinden van uitvoerend personeel wat direct betrokken is bij werkzaamheden aan en met de machines was complexer, aangezien bedrijven hier terughoudender mee waren en er weinig zware elektrische machines op het moment van de interviews in gebruik waren door de nieuwe markt. Het onderzoek is volgens de planning verlopen en hier zijn geen grootte veranderingen in doorgevoerd. Door de combinatie met een afstudeerstage bij SMT Nederland over een aansluitend onderwerp was het gemakkelijk om een juiste combinatie te maken en de meest geschikte personen te benaderen voor de interviews. Vanuit de afstudeerstage werd voldoende tijd beschikbaar gesteld om op ieder moment de afstudeerstage te combineren met tijd voor de scriptie. Door de soepele werking is het onderzoek verlopen zoals gepland.

Door de keuze te maken om apart personen te interviewen over de technologische en interne kant en over de personele ervaringen geeft ieder persoon antwoorden over kwesties waar kennis en ervaring mee is. Door de verschillende functies en bedrijven komt er een sector breed antwoord tot stand wat niet mogelijk is wanneer er minder bedrijven of mensen met minder uiteenlopende functies geïnterviewd worden. Het doen van zeer uitgebreid vooronderzoek heeft ervoor gezorgd dat de uitvoering van het onderzoek soepel verliep, waarbij dit belangrijk was voor het slagen van het onderzoek. Het kan voor een volgend onderzoek beter zijn om nog meer machinisten en monteurs van elektrische machines te interviewen, maar dit zijn personen die moeilijker te vinden zijn in de nieuwe markt en door het beperkte aanbod. Een vervolgonderzoek, waarbij er volledig wordt ingegaan op de overgang naar elektrische machines voor direct betrokken personeel kan wellicht interessant zijn hiervoor. In een volgend onderzoek is het wenselijk om nog meer tijd te besteden aan het specifiek maken van de onderzoeksvragen, aangezien dit de richting van het onderzoek makkelijker maakt en ook direct de afbakening van het onderzoek verzorgt.

De gekozen onderzoeksmethoden was passend voor de uitvoering van het onderzoek, de resultaten die uit het onderzoek voortkomen geven inzicht in de grootste uitdagingen waar de bouwsector voorbereiden op moet treffen en geven antwoord op wat voor manier de bouwsector hier voorbereidingen voor kan treffen. Door mensen van gevestigde partijen uit de bouwsector in

verschillende functies te interviewen is de validiteit van het onderzoek gewaarborgd. De keuze om alle interviews op te nemen en volledig uit te werken heeft ervoor gezorgd dat er geen belangrijke informatie verloren kon gaan. Door de uitkomsten van het onderzoek te vergelijken met het theoretisch kader werd de validiteit gewaarborgd. Door de toepassing van semigestructureerde interviews, waarbij werd gevraagd op onderwerpen waar meer kennis over was werd de validiteit van het onderzoek gewaarborgd. De opzet van de interviews waren voor het afnemen volledig uitgewerkt, waardoor objectiviteit gewaarborgd werd en de betrouwbaarheid hoog lag. Er zijn drie interviews via teams afgenomen, doordat het anders niet op korte termijn ging lukken om een interview af te nemen. Dit gaf de personen extra vrijheid om uitspraken te doen, maakte het opnemen van de interviews makkelijker en dit vergrootte de betrouwbaarheid. Door een interview met Sijmen Staadegaard en Frank Eugelink tegelijk af te nemen zijn er eigenlijk negen mensen geïnterviewd in plaats van acht, waardoor de betrouwbaarheid vergroot werd.

De doelgroep van het onderzoek kan de resultaten gebruiken om meer inzicht te verkrijgen in de uitdagingen die sector breed aanwezig zijn. Vanuit het onderzoek wordt voor de doelgroep inzichtelijk dat er voor de kwesties die spelen soms compleet andere gedachten of oplossingen worden aangedragen. Door de keuzes en verwachtingen van verschillende personen te combineren komen er ook direct sector breed oplossingen in beeld om voorbereidingen te treffen op de uitdagingen die er zijn. Vanuit het onderzoek wordt aangedragen hoe belangrijk het is om sector breed samen te werken en snellere ontwikkelingen tot stand te laten komen, aangezien er veel kansen liggen om gezamenlijk sneller te ontwikkelen en dezelfde systemen te gebruiken voor laadinfrastructuur. De doelgroep kan de resultaten gebruiken voor meer inzicht, waarbij het duidelijk wordt dat het van belang is om uitvoerend personeel zo vroeg mogelijk te betrekken bij ontwikkelingen, voor het in gebruik nemen van de machines acties te ondernemen voor omscholingen en veiligheid, voldoende zekerheid van werk te realiseren, te luisteren naar de wensen van personeel en vroegtijdig met elkaar in overleg te gaan over uitdagingen op de bouwlocatie.

4.1.2 De methode

Gedurende het onderzoek vonden er geen grootte onverwachte resultaten plaats. Dit was voor het afnemen grotendeels voorkomen door het uitgebreide theoretisch kader uit hoofdstuk 1 en gerichte interviewvragen te stellen die hierop aansloten. Er zijn wel een aantal bevindingen gedaan die niet in het theoretisch kader stonden, waaronder over de beschikbare subsidieregelingen. Vier van de vijf geïnterviewde personen over deze kwestie gaven aan dat de opzet van de SSEB-subsidie verkeerd is, omdat de aanschaf van elektrische machines hiermee beloond wordt en niet de inzet bij opdrachtgevers. De machines worden dan iets goedkoper, maar nog steeds niet ingezet op projecten. Vanuit de resultaten werd ook aangegeven dat bedrijven meer samenwerking op het gebied van laadinfrastructuur benodigd vinden, waarbij de verschillende systemen van bedrijven op elkaar moeten kunnen werken. Dit was ook niet in het eerder opgestelde theoretisch kader gevonden. Vanuit het onderzoek wordt duidelijk dat direct betrokken werknemers die met of aan elektrische machines werken geen extra veiligheidsrisico's ervaren vanuit de elektrische machines en dat dit vooral ligt aan angst, onbekendheid en onwetendheid. Vanuit het theoretisch kader was bekend dat er meer veiligheidsrisico's waren, maar dit valt te verklaren door de meerdere jaren ervaring van de direct betrokken personen. Door de ervaringen met de machines weten die personen precies wat ze moeten doen in welke situatie en is het werken veiliger.

Er is ook invloed van niet beïnvloedbare omstandigheden op de resultaten. De ontwikkelingen op het gebied van emissieloze machines gaan enorm snel, waardoor de huidige informatie over een halfjaar al verouderd kan zijn. Aannemers dachten een half jaar terug nog aan een zware netaansluiting om machines mee te laden, maar op dit moment wordt er al vanuit gegaan dat dit praktisch onmogelijk is. De verschillende keuzes van bedrijven die in het onderzoek inzichtelijk worden zijn te verklaren door de nieuwe markt, waarbij ieder bedrijf zelf op zoek is naar de juiste oplossing die past bij de wensen van

klanten en opdrachtgevers. De gebruikte onderzoeksmethode is goed passend bij het onderzoek, aangezien er meningen en ervaringen van direct betrokken personen benodigd waren. Door het semigestructureerd interviewen was er genoeg ruimte om specifieke vragen te stellen wanneer een persoon ergens meer kennis over had. Er zijn hierbij geen onverwachte resultaten opgetreden die het onderzoek drastisch deden veranderen, maar enkel een aantal uitkomsten die in het theoretisch kader nog niet bekend waren door de snelle ontwikkelingen in de bouwsector.

4.2 Resultaten

De resultaten vanuit het onderzoek worden vergeleken met de informatie die vanuit de eerder opgestelde bronnen in het theoretisch kader tot uiting kwam. Er wordt hierbij gereflecteerd of de resultaten vanuit het onderzoek aansluiten bij het eerder opgestelde theoretisch kader, de normen en de verwachtingen.

4.2.1 Discussie deelvraag 1 technologische uitdagingen

Van de vijf geïnterviewde personen voor de eerste deelvraag gaf ieder persoon aan dat de gebrekkige of ontbrekende laadinfrastructuur die op bouwplaatsen beschikbaar is en de accucapaciteit van de huidige machines de grootste uitdagingen zijn, waarbij dit ook bekend was vanuit het eerder opgestelde theoretisch kader. Bedrijven gaven aan hier nog grootte uitdagingen in te zien en op zoek te zijn naar passende oplossingen. De bedrijven gaven aan dat zwaardere netaansluitingen de beste mogelijkheid zijn om de uitdaging te verhelpen, echter is vanuit het eerder opgestelde theoretisch kader met onder andere een artikel van RTL-nieuws bekend dat dit niet goed mogelijk is (Niewold, 2021) en dit bevestigden de geïnterviewde personen ook. Vanuit het onderzoek werd duidelijk dat bedrijven zoeken naar de juiste laadoplossingen, waarbij werd aangegeven dat er op veel locaties andere oplossingen kunnen worden toegepast en hier per situatie over moet worden nagedacht. Van de vijf geïnterviewde personen gaven vier deelnemers aan dat er te weinig kennisdeling over technologische ontwikkelingen plaatsvindt en er verschillende systemen worden gebruikt voor laden en voor aansluitingen, waarbij vanuit het theoretisch kader bekend is dat er meerder initiatieven zijn waarin actieve kennisdeling plaatsvindt. Bedrijven ontwikkelen op verschillende manieren dezelfde machines. De bedrijven gaven aan dat er al meer kennisdeling plaatsvindt en daardoor de ontwikkelingen de afgelopen jaren snel zijn gegaan, maar als er nog meer kennis en ervaringen worden gedeeld dit nog beter kan. De bedrijven zijn ieder aangesloten bij een van de partijen die in het theoretisch kader genoemd zijn: De ENI (Ons doel: Zero emissie bouw materieel in 2026, sd) of de Groene Koers (We zijn het sectorplatform van de bouw, infra en Groenvoorzieners, sd). De bedrijven gaven aan dat samenwerking op het gebied van laadinfrastructuur cruciaal zijn om ervoor te zorgen dat de verschillende machines en laadinfrastructuur op iedere locatie kunnen werken, waarbij dit een nieuw inzicht is wat niet in het eerder opgestelde theoretisch kader gevonden is, maar de ENI is hier in december 2022 een nieuw initiatief mee gestart (2022).

Van de vijf geïnterviewde personen gaven twee personen aan dat er door de technologische veranderingen op een andere manier met de machines gewerkt moet worden en twee andere deelnemers gaven aan dat er meer kennis en ervaring bij de gebruikers over de machine moet zijn. Deze resultaten spreken elkaar deels tegen, waarbij in het eerder opgestelde theoretisch kader ook tot uiting komt dat bedrijven hier verschillende keuzes in maken. Het is opvallend dat twee geïnterviewde personen aan hadden gegeven dat de mensen anders moeten gaan werken met de elektrische machines, terwijl de andere geïnterviewde personen hadden aangegeven dat de machines geschikt moeten zijn om op dezelfde manier te werken als nu gebeurt. Dit valt te verklaren door de keuzes voor de verschillende grootte in accucapaciteit en de keuzes voor het snel-laden of wisselen van accupakketten. Vanuit tabel 1 van het theoretisch kader is ook bekend dat Volvo kiest voor een kleinere accucapaciteit waar geen gehele werkdag mee gewerkt kan worden, waardoor er rekening mee wordt gehouden dat de machine tussentijds wordt bijgeladen. Bij Staat en GMB is de keuze gemaakt voor een grotere accucapaciteit,

waardoor de machinist niet tussentijds hoeft bij te laden en de werkdag niet veranderd. De bedrijven die kiezen voor een grotere accu-capaciteit gaven aan dat er meer kennis bij gebruikers gewenst is, zodat het laden van de machines beter verloopt en er langer gewerkt kan worden op een acculading. Dit sluit weer aan bij de behoefte aan meer kennisdeling wat ook in de resultaten voor deze deelvraag tot uiting kwam. Alle vijf de geïnterviewde personen gaven aan dat de elektrische machines niet minder betrouwbaar of juist betrouwbaarder zijn dan diesel aangedreven machines en dat de onbetrouwbaarheid zit in de problemen met de laadvoorzieningen, waardoor dit weer goed aansluit op het theoretisch kader waarin dit ook op dezelfde manier tot uiting komt. In het theoretisch kader is toegelicht dat de laadvoorzieningen op bouwplaatsen onvoldoende zijn om de huidige en toekomstige elektrische machines te laden (Refa & ., 2021).

4.2.2 Discussie deelvraag 2 interne uitdagingen en risico's

Van de vijf geïnterviewde personen over de interne uitdagingen en risico's gaf ieder persoon aan dat er op dit moment nog onvoldoende mogelijkheden zijn om de hogere kosten van elektrische machines in projecten door te rekenen, dat er nog onvoldoende zekerheid van werk is en dat er nog geen goede bijscholingsmogelijkheden voor het personeel beschikbaar zijn. Vanuit het theoretisch kader waren de uitdagingen voor het bijscholen van personeel bekend, maar dat er onvoldoende ruimte was om hogere kosten door te rekenen was in het theoretisch kader nog niet bekend. De verschillende geïnterviewde personen gaven aan dat er meer mogelijkheden moeten komen om de kosten aan de opdrachtgever door te rekenen, waarbij lange termijn afspraken moeten worden gemaakt om bedrijven zekerheid te geven dat machines over een langere periode rendabel kunnen worden ingezet. Dat hier op dit moment nog niet voldoende ruimte voor is wordt ook vanuit een artikel van de Rabobank bevestigd, waarin het volgende gezegd wordt: "In veel gevallen kun je geen hogere uurtarief rekenen als je met elektrisch materieel werkt. Ik hoop en verwacht dat hier iets aan zal veranderen, maar het blijft spannend" (Veel mensen staan in de weerstand als er iets verandert, sd). Er werd door vier van de vijf geïnterviewde personen aangegeven dat er op dit moment ongeschikte subsidiemogelijkheden vanuit de overheid worden aangeboden. De vier personen gaven aan dat de overheid beter subsidies kan verlenen aan de opdrachtgevers van projecten om hun werk emissieloos aan te besteden, zodat de inzet van elektrisch materieel tegen het juiste uurtarief wordt gestimuleerd en niet enkel de aanschaf van de machine. Er werd aangegeven dat dit de juiste manier is waarop de markt kan wennen aan een hoger uurtarief, doordat de machines duurder zullen blijven dan diesel machines. Dit is niet eerder in het theoretisch kader inzichtelijk geworden en werd ook niet in verder literatuuronderzoek gevonden.

Van de vijf geïnterviewde personen gaven twee personen aan dat de veiligheidsrisico's tijdens het werken en de restwaarde en overige financiële risico's belangrijke uitdagingen zijn voor de bouwsector. Vanuit de interviews werd het vooral duidelijk dat de veiligheidsrisico's beter te beheersen zijn wanneer er meer opleidingsmogelijkheden worden aangeboden, maar voor de nieuwe machines gebeurt dit nog niet voldoende. Vanuit het theoretisch kader werd ook bekend dat er extra scholing benodigd is, waarbij werd aangegeven dat het huidige personeel bijscholing nodig heeft om veilig aan de elektrische machines te kunnen werken (Hendricks & ., 2022). De risico's van restwaarde en overige financiële risico's moeten worden doorgerekend aan de opdrachtgever. Dit werd in alle vijf de interviews aangegeven. Geen van de geïnterviewde personen verwacht dat er in de toekomst onvoldoende zekerheid van werk is voor de elektrische machines, waarbij deze verwachting ook direct vanuit het theoretisch kader bevestigd werd. De Rijkswaterstaat gaf eerder aan dat er in 2030 geen mobiele werktuigen en transportmiddelen op de bouwplaats van Rijkswaterstaat aanwezig mogen zijn die broeikasgassen uitstoten (Rijkswaterstaat, 2021), waardoor dit in het theoretisch kader ook bekend gemaakt was.

4.2.3 Discussie deelvraag 3 functie vereisten, energiebronnen en stressoren

Van de drie geïnterviewde personen voor de derde deelvraag gaf ieder persoon aan dat weerstand van het personeel tegen de overgang naar elektrische machines, de onvoldoende beschikbare omscholingstrajecten en de angst, onbekendheid en onwetendheid van het personeel de grootste uitdagingen zijn. Vanuit het theoretisch kader werd ook duidelijk dat veranderingen duiden op angst, onbekendheid en onwetendheid van het personeel, waardoor hier de weerstand vandaan komt. Vanuit het eerder opgestelde theoretisch kader werd bekend dat veranderingen door de overgang naar elektrisch stress en weerstand kunnen geven: “Veranderingen kunnen aanleiding geven tot weerstand” geeft Maria C. W. Peeters aan in het rapport over duurzame werkprestaties (Peeters, 2020). Vanuit het theoretisch kader was ook bekend dat er onvoldoende bijscholingsmogelijkheden worden aangeboden, waarbij dit door de geïnterviewde personen bevestigd wordt. De geïnterviewde personen zijn ieder enthousiast over de overgang naar elektrische machines en gaven aan dat er vooral weerstand is omdat mensen moeten wennen en angst hebben, omdat het onbekend is. Vanuit het theoretisch kader is bekend dat de overgang slaagt bij voldoende energiebronnen en dat medewerkers dan positief naar de verandering kijken, waarbij dit terugkomt in de resultaten en het personeel hierin aangeeft voldoende ruimte te krijgen om de overgang door te maken. De bevindingen vanuit het Job Demands-Resources model geven dit ook weer, waarbij mensen weerstand krijgen wanneer er veranderingen optreden door angst onbekendheid en onwetendheid. Van de drie geïnterviewde personen gaven twee personen aan dat de complexiteit van de elektrische machines een grootte uitdaging is, waarbij inzichtelijk wordt dat het werken aan de elektrische machines compleet anders is dan het werken aan diesel machines en dat het werken met de elektrische machines wennen is door het ontbreken van gevoel en geluid. Er werd aangegeven dat er instructies beschikbaar zijn, maar door het ontbreken van ervaring en opleidingen blijft er veel complexiteit. Vanuit het theoretisch kader is ook bekend dat de onbekendheid de overgang lastig maakt, maar energiebronnen als instructies, ruimte om te wennen en tijd om te leren werken verlagen de weerstand.

Van de geïnterviewde personen gaf één persoon aan dat veiligheidsrisico's van de elektrische machines een grootte uitdaging betreft. Dit is tegenstrijdig met de twee anderen geïnterviewde personen, aangezien hier werd aangegeven dat de machines niet minder veilig of zelfs veiliger zijn. Vanuit het theoretisch kader was bekend dat er meer veiligheidsrisico's zijn bij elektrische machines, maar twee geïnterviewde personen gaven aan dat dit niet het geval is en komt door de angst, onbekendheid en onwetendheid van het personeel. Dit sluit niet volledig aan met het eerder opgestelde theoretisch kader, waarbij duidelijk werd dat er wel meer veiligheidsrisico's zijn. Dat de personen het werken onveilig vinden door de angst, onbekendheid en onwetendheid was wel vanuit het theoretisch kader bekend. Geen van de geïnterviewde personen gaf aan onvoldoende mogelijkheden te krijgen om de overgang succesvol door te maken en er werd ook aangegeven dat het werken met de elektrische machines niet complex is. Vanuit het theoretisch kader is bekend dat werknemers voldoende energiebronnen nodig hebben om de veranderingen door te maken, waarbij door de geïnterviewde personen werd aangegeven dat dit wel gebeurt.

5 Conclusies en aanbevelingen

Binnen de bouwsector vinden veel veranderingen plaats door de overgang naar elektrische machines, waardoor dit grote gevolgen gaat hebben voor de bedrijven die hier actief mee bezig zijn. Bedrijven moeten grootte investeringen doen, lopen tegen technologische uitdagingen aan, moeten zich voorbereiden op interne uitdagingen en risico's en het personeel staat voor veranderende functie vereisten. In de conclusies worden de hoofd en deel vragen beantwoordt en worden aanbevelingen opgesteld voor de korte en langere termijn. Er wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag: "Hoe kan de bouwsector zich voorbereiden op de technologische ontwikkelingen voor de machines, interne uitdagingen en risico's voor de bedrijven en de invloed van stressoren en energiebronnen die ontstaan voor het personeel?" Het doel van het onderzoek is om de bouwsector inzicht te geven in de voorbereidingen die getroffen moeten worden om met de elektrische machines te kunnen werken.

5.1 Conclusies

In de onderstaande sub-paragrafen worden de conclusies van de deelvragen en uiteindelijk de conclusie van de hoofdvraag weergegeven, zodat er een duidelijk antwoord wordt gegeven hoe de bouwsector het beste voorbereidingen kan treffen op de technologische ontwikkelingen, interne uitdagingen en risico's voor de bedrijven en de invloed van stressoren en energiebronnen die ontstaan voor het personeel.

5.1.1 Conclusie deelvraag 1 Technologisch uitdagingen ter voorbereiding op de transitie

In dit onderdeel van het onderzoek wordt de conclusie gegeven voor de volgende deelvraag: **"Op welke technologische uitdagingen moet de bouwsector zich voorbereiden om met de machines te kunnen werken?"**

Bedrijven zien geen uitdagingen in de technische werking en de betrouwbaarheid van de elektrische machines. De uitdagingen worden gezien in de gebrekkige laadinfrastructuur die in Nederland beschikbaar is en de accucapaciteit van de machines, waarbij er niet voldoende accucapaciteit in een kleine ruimte kan worden geplaatst en er geen volledige werkdag met de machines kan worden gewerkt. De bouwsector moet op grootte schaal voorbereidingen treffen om oplossingen te vinden voor de gebrekkige laadinfrastructuur en de accucapaciteit van de elektrische machines, zodat de machines goed op de bouwplaats kunnen worden ingezet. Bedrijven moeten voor de aanvang van een project de mogelijkheden van laadvoorzieningen onderzoeken en hierop anticiperen.

Er werden ook door vier van de vijf respondenten grootte uitdagingen gezien in de kennisdeling, aangezien dit nog niet voldoende plaatsvindt. Er is te weinig kennisdeling over technologische ontwikkelingen, waardoor meerdere bedrijven dezelfde machines ombouwen. Verschillende systemen voor laden, aansluitingen en machines werd ook als grootte technologische uitdagingen omschreven door de geïnterviewde personen. Vanuit het onderzoek blijkt dat er niet direct op een andere manier gewerkt moet gaan worden en dat er enkel een kleine uitdaging zit in het wennen aan de nieuwe elektrische machines. Er kan worden geconcludeerd dat er voldoende rekening moet worden gehouden met beschikbare tijd voor laden gedurende de werkdag wanneer er niet voldoende accucapaciteit in een machine beschikbaar is om een gehele werkdag te functioneren.

5.1.2 Conclusie deelvraag 2 Interne uitdagingen en risico's door de transitie naar elektrisch

In dit onderdeel van het onderzoek wordt de conclusie gegeven voor de volgende deelvraag: **"Hoe moeten bedrijven omgaan met de interne uitdagingen en risico's die ontstaan door de overgang naar elektrische machines?"**

Bedrijven kunnen op de interne uitdagingen en risico's anticiperen door acties op te stellen aan de hand van de gevonden uitdagingen. Bedrijven moeten mogelijkheden zoeken om de hogere kosten voor de elektrische machines door te rekenen aan klanten, de overheid moet bedrijven meer stimuleren om projecten emissieloos aan te besteden, de overheid moet meer emissieloos gaan werken op eigen projecten, er moeten omscholingstrajecten voor het personeel beschikbaar komen en de overheid moet projecten subsidie geven als er emissieloze machine worden ingezet in plaats van de aanschaf van de machines stimuleren.

De veiligheidsrisico's die tijdens het werken aan en met elektrische machines ontstaan zijn minder groot dan in het theoretisch kader werd verwacht, aangezien maar twee respondenten dit als een risico zien en de overige drie personen aan hadden gegeven dat elektrische machines net zo veilig of veiliger zijn dan diesel aangedreven machines. Drie van de vijf geïnterviewde personen zien geen financiële risico's voor restwaarde en overige financiële risico's die bij de aanschaf ontstaan, doordat de machines en accu's van hogere kwaliteit zijn dan diesel aangedreven machines en er de komende jaren een tekort aan emissieloos materieel is. De veiligheidsrisico's en financiële risico's zijn hierdoor minder groot dan in het theoretisch kader omschreven en kunnen niet meer als grootste uitdagingen worden weggezet. De overige twee personen gaven aan enkel kleine financiële risico's te zien bij de aanschaf, waarbij hier zekerheid van werk en goede afspraken over restwaarde en recycling benodigd zijn om dit op te lossen. Geen van de geïnterviewde personen geeft aan in de toekomst onvoldoende zekerheid van werk te verwachten, aangezien er vanuit het eerdere theoretisch kader ook geconcludeerd kan worden dat er door overheidsmaatregelen voldoende emissieloos werk beschikbaar komt richting 2030.

5.1.3 Conclusie deelvraag 3 Functie vereisten, energiebronnen en stressoren voor het personeel
In dit onderdeel van het onderzoek wordt de conclusie gegeven voor de volgende deelvraag: **“Hoe kijkt het personeel uit de bouwsector aan tegen de functie vereisten ten opzichte van de veranderingen die ontstaan door de transitie naar elektrische machines?”**

Binnen alle geïnterviewde bedrijven bestaat weerstand tegen de overgang naar elektrische machines, doordat er angst, onbekendheid en onwetendheid is vanwege de nieuwe elektrische machines. Zoals eerder in het Job Demands-Resources Model van hoofdstuk 1.3 omschreven ontstaat er weerstand onder personeel wanneer er iets verandert. Er zijn in de markt onvoldoende omscholingstrajecten beschikbaar, waarbij geen van de geïnterviewde personen aangaf omgeschoold te zijn en er werd aangegeven dat hier op dit moment ook geen mogelijkheden voor zijn. Er kan geconcludeerd worden dat de angst, onbekendheid en onwetendheid binnen ieder van de geïnterviewde bedrijven speelt, waarbij dit opgelost kan worden door goede omscholingstrajecten, directere betrokkenheid, duidelijke plannings en de juiste begeleiding tijdens het leren werken met of aan de machines. Bedrijven moeten hierin voldoende energiebronnen bieden aan de werknemers om de transitie succesvol door te kunnen maken.

Het werken aan de elektrische machines wordt als complex ervaren, doordat de technieken nieuw zijn, er nog niet voldoende ervaring mee is en het lang duurt om een machine om te bouwen. Nieuwe werknemers moeten wennen aan de andere manier van werken wat het complexer maakt. Er kan worden geconcludeerd dat uitvoerend personeel de machines niet direct als onveiliger ervaart, waarbij twee van de drie personen de elektrische machines op de lange termijn veiliger vinden dan diesel aangedreven machines. In het theoretisch kader werd omschreven dat de machines juist meer veiligheidsrisico's mee brachten. Alle drie de geïnterviewde personen gaven aan voldoende tijd en ruimte te krijgen om de overgang naar elektrisch door te maken, waarbij kan worden geconcludeerd dat bedrijven voldoende rekening houden met de complexiteit. Geen van de geïnterviewde omschrijft het werken met elektrische machines als complex, waardoor kan worden geconcludeerd dat er na het wennen aan de nieuwe situatie prima aan en met de elektrische machines gewerkt kan worden als de juiste begeleiding aanwezig is.

5.1.4 Conclusie hoofdvraag Voorbereidingen op de transitie naar elektrische machines

In dit onderdeel van het onderzoek wordt de conclusie gegeven voor de hoofdvraag: **“Hoe kan de bouwsector zich voorbereiden op de technologische ontwikkelingen voor de machines, interne uitdagingen en risico’s voor de bedrijven en de invloed van stressoren en energiebronnen die ontstaan voor het personeel?”**

De Nederlandse bouwsector krijgt de komende jaren de opgave om veel nieuwe uitdagingen te overwinnen door de snelle technologische ontwikkelingen die benodigd zijn voor de elektrische machines. Voor de bedrijven die hier actief aan deelnemen ontstaan ook interne uitdagingen en risico’s om de machines op een juiste manier in de markt te zetten en daarnaast moet er op een juiste manier met de veranderingen die ontstaan voor het personeel worden omgegaan. Bedrijven moeten anticiperen op de veranderingen, doordat er vanaf 2030 alleen nog maar emissieloos mag worden gewerkt op projecten van Rijkswaterstaat. Richting 2050 mogen op steeds minder bouwlocaties fossiel-aangedreven machines aanwezig zijn, omdat de inzet hiervan daarna verboden is en hier naartoe gewerkt gaat worden.

Er zijn geen directe technologische uitdagingen vanwege het werken met de elektrische machines, doordat de machines nu al net zo betrouwbaar of betrouwbaarder zijn dan fossiel aangedreven machines. De bouwsector moet echter wel passende oplossingen gaan bedenken voor de gebrekkige laadinfrastructuur en de geringe accucapaciteit van de machines. Door afspraken te maken over gelijkwaardige systemen voor laadinfrastructuur kunnen verschillende systemen op elkaar worden aangesloten, waarbij meer kennisdeling over deze kwestie cruciaal is. De bedrijven in de bouwsector moeten beter communiceren over technologische ontwikkelingen, zodat verschillende bedrijven niet dezelfde machines gaan ontwikkelen op een andere manier. Er hoeft niet direct op een andere manier gewerkt te worden met de elektrische machines, maar het personeel moet wel wennen en meer plannen om tussentijds laden gedurende de werkdag mogelijk te maken bij een onvoldoende accucapaciteit. Er moet ruim voor de start van een project onderzocht worden wat de mogelijkheden van de laadinfrastructuur zijn, zodat hier tijdig op kan worden geanticipeerd.

De interne uitdagingen en risico’s zijn minder groot dan in het theoretisch kader werd verwacht. Het is belangrijk dat bedrijven de mogelijkheid krijgen om de hogere kosten door te rekenen aan de opdrachtgevers van projecten, waarbij de overheid dit kan stimuleren door subsidies toe te passen voor de inzet van de machines in plaats van voor de aanschaf en opdrachtgevers kan verplichten om werk emissieloos aan te besteden. De veiligheidsrisico’s en financiële risico’s voor restwaarde zijn minder groot dan bij aanvang van het onderzoek werd verwacht, doordat de ombouw van machines op een veilige manier gebeurt en er een tekort aan elektrische machines is richting de toekomst. Richting de toekomst zijn bedrijven zeer positief en ziet ieder bedrijf voldoende zekerheid van werk voor de elektrische machines.

De functie vereisten van het personeel veranderen door de overgang naar elektrische machines, waarbij vanuit het onderzoek duidelijk wordt dat het cruciaal is om het personeel direct vanaf het begin bij de overgang te betrekken. Het personeel moet voldoende tijd krijgen om te leren werken aan de elektrische machines onder duidelijke begeleiding en met het juiste omscholingstraject waarin de veiligheidsrisico’s, angst, onbekendheid en onwetendheid die nu bestaat wordt weggenomen. Als het personeel voldoende van de bovenstaande energiebronnen beschikbaar heeft ontstaat er minder weerstand en kunnen de stressoren worden weggenomen. Het personeel moet een duidelijke planning krijgen wanneer welke machines overgaan naar elektrisch, waarbij voldoende tijd beschikbaar is voor het wennen aan het werken met de machines om de stressoren weg te nemen. Vanuit het onderzoek wordt duidelijk dat de weerstand tegen elektrische machines langzaam afneemt, doordat er positieve ervaringen van monteurs en machinisten zijn die op dit moment met de machines werken. Vanuit het onderzoek kan ook de

conclusie worden getrokken dat er monteurs en machinisten zijn die op dit moment absoluut niet aan of met elektrische machines willen werken, waarbij hier nog veel uitdagingen liggen. Er moet nog gewerkt worden aan de realisatie van voldoende energiebronnen om de stressoren die de overgang meebrengt te verminderen, zodat er minder weerstand ontstaat tegen de overgang naar elektrische machines.

5.2 Aanbevelingen

Vanuit de conclusies die opgesteld zijn kunnen diverse aanbevelingen opgesteld worden voor bedrijven om een goede voorbereiding op de overgang naar elektrische machines tot stand te brengen. Er worden ook diverse aanbevelingen gegeven voor vervolgonderzoek, aangezien er door het actuele onderwerp voldoende ruimte is voor vervolgonderzoek en er continue nieuwe ontwikkelingen zijn.

5.2.1 Aanbevelingen vanuit resultaten

Aanbevelingen voor de technologische uitdagingen:

- Er moet binnen de bouwsector meer kennisdeling ontstaan over technologische ontwikkelingen, zodat bedrijven niet dezelfde machines om gaan bouwen op een andere manier.
- De bouwsector moet op grootte schaal voorbereidingen gaan treffen om de uitdagingen met de gebrekkige laadinfrastructuur en accucapaciteit op te lossen.
- Bedrijven moeten gedurende de dag voldoende tijd beschikbaar stellen voor het bijladen van machines met een onvoldoende accucapaciteit voor een gehele werkdag.
- Bedrijven moeten voor de aanvang van projecten onderzoeken wat de mogelijkheden van de laadinfrastructuur op de locatie zijn.

Aanbevelingen voor interne uitdagingen en risico's:

- Er moet binnen de bouwsector meer kennisdeling plaatsvinden over het standaardiseren van laadsystemen, zodat de verschillende systemen op elkaar aangesloten kunnen worden.
- De overheid moet bedrijven gaan stimuleren of verplichten om projecten emissieloos te gaan aanbesteden.
- Aannemers moeten in gesprek gaan met opdrachtgevers over de mogelijkheden om elektrische machines meerdere jaren tegen een rendabele prijs in te zetten op projecten.

Aanbevelingen voor de functie vereisten energiebronnen en stressoren:

- Bedrijven moeten uitvoerend personeel vanaf het begin betrekken bij de komst/ontwikkeling van elektrische machines om de angst, onbekendheid en onwetendheid te verkleinen.
- Bedrijven moeten personeel voldoende ruimte bieden om te wennen aan de elektrische machines en hier duidelijke instructies voor opstellen.
- Bedrijven moeten een duidelijke planning opstellen wanneer welke machines elektrisch worden, zodat er meer duidelijkheid ontstaat voor het personeel en onrust wordt weggenomen.
- Er moeten meer omscholingstrajecten beschikbaar worden gesteld voor monteurs, machinisten en ook sector breed is hier behoefte aan.

5.2.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek

Vanuit de conclusies en bijbehorende aanbevelingen is het ook mogelijk om aanbevelingen op te stellen voor vervolgonderzoek, waarbij dit de volgende aanbevelingen betreft:

- Het opstellen van enquêtes om aan meerdere uitvoerende werknemers van bedrijven vragen te stellen over angst, onbekendheid en onwetendheid vanwege de overgang naar elektrisch.
- Een vervolgonderzoek over de mogelijkheden van emissieloze waterstof aangedreven machines, omdat dit een alternatief kan zijn voor emissieloze elektrische machines.
- Een vervolgonderzoek over de beste mogelijkheden om elektrische machines op de bouwplaats te gaan laden in verschillende omgevingen en situaties.
- Een vervolgonderzoek naar de huidige mogelijkheden om emissieloze machines in te zetten op projecten en de vraag hiernaar.

Bibliografie

- Aal, m. d., & .. m. (2018). *Klimaatbeleid in wetgeving en akkoorden*. Den Haag: Afdeling advisering van de Raad van State. Opgeroepen op oktober 4, 2022, van https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/364987/RVS_Klimaatbijeenkomst.pdf?sequence=1
- Achtergrond Duurzaam GWW*. (sd). Opgeroepen op oktober 5, 2022, van Duurzaam GWW: <https://www.duurzaamgww.nl>
- ADVIES - werkafspraken en Standaards over de Connectiviteit van installaties op een Emissieloos Bouwplaats (SCEB)*. (2022, december 13). Opgeroepen op december 31, 2022, van Emissieloos Netwerk Infra: [https://www.emissieloosnetwerkinfra.nl/publicaties/40/advies---werkafspraken-en-standaards-over-de-connectiviteit-van-installaties-op-een-emissieloos-bouwplaats-\(sceb\)](https://www.emissieloosnetwerkinfra.nl/publicaties/40/advies---werkafspraken-en-standaards-over-de-connectiviteit-van-installaties-op-een-emissieloos-bouwplaats-(sceb))
- Bart Verheggen, H. C. (2020). *Huizen: prometheus*. Opgeroepen op Oktober 5, 2022, van https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=IzBLDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=hoe+stoppen+we+klimaatverandering&ots=5LPTr9adCu&sig=p1yrz5unOqRa2ePBOOpaxjYWBm&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Benders, L. (2020, juli 9). *Hoeveel interviews neem je af voor je scriptieonderzoek?* Opgeroepen op november 29, 2022, van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/veel-gestelde-vragen/wat-is-theoretische-saturatie/>
- Buijs, M., & .. C. (2019). *Stand van de Bouw*. ABN AMRO. Opgeroepen op oktober 4, 2022, van https://www.abnamro.nl/nl/media/Stand-van-de-Bouw-november-2019_tcm16-65319.pdf
- Een Europese Green Deal*. (sd). Opgeroepen op oktober 5, 2022, van Europese Commissie: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_nl
- Eerste volledig elektrische Ahlmann gestart op project van KWS in Amsterdam*. (2020, september 28). Opgeroepen op december 15, 2022, van Van Werven: <https://www.vanwerven.nl/nieuws/eerste-volledig-elektrische-ahlmann-gestart-op-project-van-kws-in-amsterdam>
- (2019). *Elektrische mobiele werktuigen in beeld*. Utrecht: Natuur en Milieu. Opgeroepen op november 7, 2022, van <https://natuurenmilieu.nl/app/uploads/Elektrische-mobiele-werktuigen-in-beeld.pdf>
- Hamilton, D. I., & .. O. (2020). *Global status report for buildings and construction*. Nairobi: United Nations Environment Programme. Opgeroepen op oktober 5, 2022, van https://globalabc.org/sites/default/files/2021-03/Buildings-GSR-2020_Report_24-03-21_0.pdf
- Hendricks, J., & .. R. (2022). *Veiligheid elektrisch rijden en laden in logistiek en bouw*. Utrecht: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Opgeroepen op oktober 12, 2022, van https://brandcentral.dnv.com/download/DownloadGateway.dll?h=BE1B38BB718539CC0AB58A5FF2EA7A83654B8D2504BABDE3CF381BA18D235AA3E92807D5455B67E6EF772F894C324C16&?utm_campaign=ES_GLOB_PROM_Download_Autoresponder&utm_medium=email&utm_source=Eloqua
- Kamphorst, D., & .. J. (2021). *Maatschappelijk debat naar aanleiding van het PAS Arrest en de mogelijke invloed op het natuurbeleid*. Wageningen: Wageningen University & Research. Opgeroepen op oktober 24, 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/547930>
- Keuringen Elektrificeren van Bouwmachines*. (sd). Opgeroepen op oktober 13, 2022, van Aboma: <https://aboma.nl/keuringen/elektrificeren-van-bouwmachines/>
- Mensch, P. v., & .. S. (2022). *Inventarisatie en categorisatie huidige en toekomstige aanbod duurzame mobiele werktuigen, bouwlogistieke voertuigen, spoorwerktuigen en vaartuigen die worden ingezet voor de waterbouw*. Den Haag: TNO innovation for live. Opgeroepen op oktober 12, 2022, van <https://cdn.opwegnaarseb.nl/media/TNO%202022%20R11048%20Inventarisatie%20en%20categorisatie%20van%20duurzame%20mobiele%20werktuigen%20en%20voertuigen%20voor%20de%20waterbouw.pdf>

- orisatie%20huidige%20en%20toekomstige%20aanbod%20duurzame%20mobiele%20werktuigen%20bouwlogistieke%20voertuigen%20spoorwerktuigen%20en%20vaartuigen.pdf
- Mos, P. d. (2019, oktober 17). *Aanbod elektrisch bouwmaterieel flink gegroeid*. Opgeroepen op oktober 12, 2022, van GWW Totaal: <https://www.gwwtotaal.nl/2019/10/17/aanbod-elektrisch-bouwmaterieel-flink-gegroeid/>
- Niewold, M. (2021, juni 24). *Te weinig capaciteit op stroomnet om nieuwe bedrijven aan te sluiten*. Opgeroepen op oktober 12, 2022, van RTL nieuws: <https://www.rtlnieuws.nl/economie/artikel/5238110/netbeheerder-liander-kan-niet-bolwerken-bedrijven-wachlijst>
- Oates, B. J. (2006). *Researching Information Systems and Computing*. London: SAGE publications.
- Ons doel: Zero emissie bouwmaterieel in 2026. (sd). Opgeroepen op oktober 5, 2022, van Emissieloos Netwerk Infra: <https://www.emissieloosnetwerkinfra.nl>
- Peeters, M. C. (2020). *Gedrag & Organisatie*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven. Opgeroepen op oktober 13, 2022, van https://www.aup-online.com/docserver/fulltext/09215077/33/3/GO_2020_033_003_001.pdf?expires=1665648601&id=id&accname=guest&checksum=42F10BE812A2C1F3A48EE0E99E8F7CFD
- Refa, N., & .. J. (2021). *Elektrisch bouwen De ontwikkelingen van de elektrische bouwplaats in Nederland t/m 2035*. Elaadnl. Opgeroepen op oktober 12, 2022, van https://elaad.nl/wp-content/uploads/2022/05/21Q1_Elaad_Outlook_Bouwmaterieel_def.pdf
- Reinhard, S., & .. R. (2022). *Doorwerking Programma Stikstofreductie en natuurverbetering*. Wageningen: Wageningen Economic Research. Opgeroepen op oktober 03, 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/566635>
- Remkes, J., & .. d. (2020). *Eindadvies over structurele aanpak Adviescollege stikstofproblematiek*. WUR. Amersfoort: Adviescollege stikstofproblematiek. Opgeroepen op oktober 5, 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/523657>
- Rijksoverheid. (sd). *50 Miljoen voor emissieloze bouw*. Opgeroepen op oktober 5, 2022, van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2021/11/14/50-miljoen-voor-emissieloze-bouw>
- Rijkswaterstaat. (2021, maart 29). *De emissieloze bouwplaats: 'Toon lef en zorg dat je meedoet!'*. Opgeroepen op oktober 5, 2022, van Rijkswaterstaat: <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2021/03/de-emissieloze-bouwplaats-toon-lef-en-zorg-dat-je-meedoet>
- rijnlanden, D. s. (2020, augustus 27). *Duurzaam dijkversterken: emissieloos en innovatief door unieke samenwerking*. Opgeroepen op oktober 5, 2022, van Hoogheemraadschap de stichtse rijnlanden: <https://www.hdsr.nl/buurt/sterke-lekdijk/nieuws/persberichten/duurzaam/>
- Schaufel, W., & .. T. (2010). *Het Job Demands-Resources model: overzicht en kritische beschouwing*. Utrecht: Boom Lemma Tijdschriften. Opgeroepen op oktober 28, 2022, van <https://www.wilmarschaufeli.nl/publications/Schaufeli/401.pdf>
- SEB. (2021). *Routekaart schoon en Emissieloos bouwen*. Rijksoverheid. Opgeroepen op oktober 4, 2022, van https://bouwcirculair.nl/wp-content/uploads/2021/05/Startdocument_Routekaart_Schoon_en_Emissieloos_Bouwen_def.pdf#:~:text=OVER%20DE%20ROUTEKAART%20Het%20doel%20van%20de%20aanpak,en%20koppelt%20deze%20aan%20een%20emissiereductiepad%20voor%20mobiele
- Smetsers, P. (sd). *Lithiumbatterijen: uitdagingen voor het bedrijfsleven*. Lithiumbatterijen: uitdagingen voor het bedrijfsleven. Evofenedex. Opgeroepen op oktober 13, 2022, van <file:///C:/Users/nlcrde/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/Content.Outlook/UEJ6G8WR/Vervoer%20en%20opslag%20van%20lithium%20batterijen.pdf>
- Smit, H.-H., & .. A. (2021, oktober 19). *Emissieloze bouw: kansen én uitdagingen*. Opgeroepen op oktober 4, 2022, van Rabobank: <https://www.rabobank.nl/kennis/s011164462-emissieloze-bouw-kansen-en-uitdagingen>

- Stöcker, T. (2021). *Stand van zaken emissieloos bouwen in de infra*. Emissieloos Netwerk Infra. Opgeroepen op oktober 5, 2022, van <https://unievannwaterschappen.nl/wp-content/uploads/2021/06/Emissieloos-Netwerk-Infra.pdf>
- Swinkels, V., & .. B. (2021). *Resultaten maatregellijst 2020*. SKAO. Opgeroepen op oktober 12, 2022, van <https://ska-skao.ams3.digitaloceanspaces.com/media/2021/Documenten%202021/Rapportage-maatregellijst-2020-skao-co2-prestatieladder.pdf>
- taakgroep, N. (2022). *Procesplaat elektrisch laden op de bouwlocatie*. TwynstraGudde. Opgeroepen op oktober 12, 2022, van https://cdn.opwegnaarseb.nl/media/Procesplaat%20elektrisch%20laden%20op%20de%20bouwlocatie_final.pdf
- Tims, M., & .. A. (2010). *Job crafting : towards a new model of individual job redesign : original research*. Rotterdam: Erasmus University Rotterdam. Opgeroepen op oktober 28, 2022, van <https://journals.co.za/doi/epdf/10.10520/EJC89228>
- Veel mensen staan in de weerstand als er iets verandert*. (sd). Opgeroepen op december 31, 2022, van Rabobank: <https://www.rabobank.nl/bedrijven/groei/duurzaamheid/elektrische-bedrijfsmiddelen/van-der-poel-over-elektrisch-rijden>
- Vollebergh, & .. E. (2019). *Elektrische mobiele werktuigen in beeld*. Utrecht: Natuur en Milieu. Opgeroepen op oktober 12, 2019, van <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=7b392db7cbab0906JmItdHM9MTY2NjU2OTYwMCZpZ3VpZD0wMWRmOTI2OS00NmRkLTU4NDQtMjY0My04MDJlNDdhNDY5MDUmaW5zaWQ9NTE4Mw&pntn=3&hsh=3&fclid=01df9269-46dd-6844-2643-802e47a46905&psq=elektrische+mobiele+werktuigen+in+beeld&u=a1aHR0cHM6Ly>
- We zijn het sectorplatform van de bouw, infra en Groenvoorzieners*. (sd). Opgeroepen op oktober 5, 2022, van De Groene Koers: <https://www.degroenekoers.nl/over-ons>
- Wouters, K., & .. L. (2021). *Kwantitatieve Evaluatie Green Deal Duurzaam*. Utrecht: GD Duurzaam GWW. Opgeroepen op oktober 4, 2022, van [file:///smt-it.network/UserHomes\\$/nlcrde/Downloads/TNO-2020-R12296.pdf](file:///smt-it.network/UserHomes$/nlcrde/Downloads/TNO-2020-R12296.pdf)

Bijlage 1 Checklist schriftelijk rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren

1. Het taalgebruik

- ☐ Voldoet aan de grammatica-, spellings- en stijlregels
- ☐ Kenmerkt zich door een actieve schrijfstijl
- ☐ Is zakelijk, formeel en objectief
- ☐ Is samenhangend (verwijs- en verbindingswoorden)
- ☐ Heeft een adequaat gebruik van persoonlijke en bezittelijke voornaamwoorden
- ☐ Is afgestemd op de doelgroep
- ☐ Heeft een uniforme stijl

2. De ordening

- ☐ Kenmerkt zich door een (inhoudelijk) logische opbouw
- ☐ Kenmerkt zich door juist opgebouwde thematische alinea's

3. Het rapport

- ☐ Heeft een uniforme opmaak
- ☐ Heeft een decimale hoofdstuk- en paragraafnummering met maximaal drie cijfers
- ☐ Heeft hoofdstukken/paragrafen met een passende titel
- ☐ Heeft een inleidende passage in alle hoofdstukken (m.u.v. hoofdstuk 1)
- ☐ Heeft een nieuw hoofdstuk op een nieuwe pagina
- ☐ Heeft genummerde bladzijden
- ☐ Is vrij van plagiaat

4. Figuren en tabellen

- ☐ Zijn zelfstandig te begrijpen
- ☐ Ondersteunen de tekst
- ☐ Hebben een passende titel (boven de illustratie)
- ☐ Zijn apart (door)genummerd
- ☐ Hebben een verwijzing in de tekst

Verslagopbouw

5. De omslag

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)
- ☐ Vermeldt eventueel opleiding of opdrachtgever

6. De titelpagina

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum

7. Het voorwoord

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes
- ☐ Beschrijft eventueel de taakverdeling binnen de groep en/of het opleidingskader

8. De inhoudsopgave

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport
- ☐ Vermeldt de samenvatting, bronnenlijst en de bijlage(n)
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

9. De samenvatting

- ☐ Is zelfstandig te begrijpen
- ☐ Is een beknopte versie van het rapport
- ☐ Bevat de conclusies en aanbevelingen
- ☐ Geeft suggesties voor verder onderzoek
- ☐ Bevat geen nieuwe informatie

10. De inleiding

- ☐ Is hoofdstuk 1
- ☐ Beschrijft de context en relevantie
- ☐ Bevat de hoofdvraag
- ☐ Bevat de deelvragen
- ☐ Vermeldt de doelstelling
- ☐ Bevat een leeswijzer

11. Materiaal en methode

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Motiveert de keuze voor deze onderzoeksmethode
- ☐ Beschrijft de variabelen en/of eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

12. De resultaten

- ☐ Zijn gestructureerd weergegeven
- ☐ Zijn correct geanalyseerd

13. De discussie

- ☐ Vermeldt de interpretatie(s) van de resultaten
- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen

14. De conclusies en aanbevelingen

- ☐ Bevatten antwoord(en) op de hoofdvraag
- ☐ Zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie

15. De APA-bronvermelding

- ☐ Is als verwijzing in de tekst correct vermeld
- ☐ Is als bronnenlijst op de juiste wijze vormgegeven

16. De bijlagen

- ☐ Ondersteunen de tekst
- ☐ Bevatten geen eigen analyse
- ☐ Hebben verwijzingen in de tekst
- ☐ Zijn voorzien van een passende titel en een letter
- ☐ Zijn overzichtelijk en leesbaar weergegeven

Bijlage 2 Interviewvragen technische kant en interne uitdagingen onderdeel vraagstuk

Interviewvragen voor vijf mensen die werkzaam zijn bij ontwikkelaars van elektrisch materieel, importeurs van elektrisch materieel en aannemers die gebruik maken van elektrisch materieel. De mensen die voor dit onderdeel geïnterviewd worden werken in de ontwikkeling, verkoop of inkoop van zwaar elektrisch materieel.

Eerst volgt een kort algemeen gesprek, waarbij de persoon die geïnterviewd wordt zich voorstelt, de interviewer zich voorstelt, de gang van zaken voor het interview wordt besproken, achtergrondinformatie over de scriptie wordt gegeven en er wordt toestemming gevraagd om het gesprek op te nemen. Na de introductie wordt er gestart met het interview, waarbij er door het semigestructureerde interview meer kan worden ingegaan op onderdelen die een persoon meer aanspreken. De dikgedrukte vragen zijn de hoofdvragen voor het interview de vragen daaronder worden gebruikt om door te vragen als dat benodigd is.

De interviewvragen als introductie zijn als volgt:

- 1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?**
- 2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?**
- 3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?**

De interviewvragen over technologische uitdagingen waar de bouwsector zich op moet voorbereiden zijn als volgt geformuleerd:

- 1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?**
 - Denkt u dat er nog extra technologische ontwikkelingen nodig zijn om dit te realiseren?
 - Moet er volgens u op een andere manier gewerkt worden met elektrische machines?
 - Hebben jullie aanpassingen in de manier van werken doorgevoerd of denkt u dat bedrijven met elektrische machines dit moeten gaan doen?
- 2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?**
 - Is er een voldoende laadinfrastructuur op de bouwplaatsen aanwezig om de elektrische machines op te laden?
 - Zijn er volgens u andere mogelijkheden dan enkel het aanwezige stroomnet op de bouwplaats om de elektrische machines op te laden?
 - Is er voldoende ruimte op het stroomnet om de elektrische machines op te laden?
 - Zijn er volgens u alternatieve mogelijkheden om extra oplaadcapaciteit te creëren?
- 3. Hoe kan ervoor gezorgd worden dat de zware elektrische machines met de technologische uitdagingen even betrouwbaar worden als de fossiel aangedreven machines?**
 - Zijn er volgens u meer storingen bij het gebruik van de elektrische machines ten opzichte van fossiel aangedreven machines?
 - Tegen welke technologische uitdagingen lopen jullie als bedrijf aan/lopen jullie klanten aan?
 - Vertrouwd het personeel volledig op de batterijcapaciteit van de machine of wordt er (te) vroegtijdig bijgeladen?
 - Moet er volgens u op een andere manier gewerkt worden om deze betrouwbaarheid te bereiken?
- 4. In hoeverre kan actieve kennisdeling over technologische ontwikkelingen binnen de bouwsector bijdragen aan de technologische ontwikkelingen?**
 - Zijn jullie aangesloten bij een instantie die actief aan kennisdeling doet?
 - Wordt er volgens u voldoende kennis over de elektrische machines in de bouwsector gedeeld?

- Vindt u dat er meer kennisdeling in de bouwsector nodig is?

De interviewvragen over hoe bedrijven om moeten gaan met de interne uitdagingen en risico's door overgang naar elektrische machines zijn als volgt geformuleerd:

- 1. Hoe moet de bouwsector omgaan met de hogere kosten die ontstaan door de aanschaf van elektrische machines die vaak 2 tot 3 keer duurder zijn dan fossiel aangedreven machines?**
 - Zijn er volgens u voldoende mogelijkheden om de hoge kosten door te rekenen aan klanten/opdrachtgevers?
 - Hoe reageren uw klanten op de hogere kosten van de elektrische machines?
 - Zijn er volgens u goede subsidieregelingen beschikbaar om de overgang te ondersteunen?
 - Welke subsidieregelingen maken jullie zelf gebruik van?
- 2. Hoe moeten bedrijven omgaan/gaan jullie om met de extra financiële risico's die ontstaan door de aanschaf van elektrische bouwmachines? Hoe kan dit worden beperkt?**
 - Hoe wordt er binnen jullie bedrijf geanticipeerd op onbekendheden van reparatiekosten, onderhoudskosten, afschrijving, restwaarde en andere financiële risico's?
 - Is er volgens u zekerheid van voldoende werk om te elektrische machines rendabel in te zetten?
 - Is er volgens u vooruitzicht op voldoende werk om de elektrische machines rendabel in te zetten?
 - Hoe kunnen volgens u de extra financiële risico's beperkt worden?
- 3. Hoe moeten bedrijven omgaan met de nieuwe veiligheidsrisico's/manier van werken die ontstaan door het werken met/aan elektrische machines?**
 - Hoe wordt binnen jullie bedrijf met de extra veiligheidsrisico's omgegaan?
 - Vinden er binnen jullie bedrijf preventieve maatregelen plaats en/of is er extra beschikbaarheid van veiligheidsmiddelen?
 - Wordt er vanuit jullie bedrijf extra omscholingen voor personeel op het gebied van veiligheid aangeboden?
 - Wordt het personeel van jullie bedrijf bijgeschoold over de nieuwe technologische ontwikkelingen?
 - Vindt u het nodig om het personeel extra bij te scholen op het gebied van veiligheid en technologische ontwikkelingen vanwege de zware elektrische machines?
- 4. Worden er vanuit opdrachtgevers voldoende beloningen/fictieve kortingen beschikbaar gesteld om het werken met elektrische machines te stimuleren?**
 - Stimuleren opdrachtgevers het gebruik van elektrisch materieel op de door hun aanbesteedde projecten?
 - Zijn er bepaalde instanties waar jullie mee werken die al deels of volledig emissieloos werken toepassen?
 - Zijn er volgens u al voldoende opdrachtgevers die elektrisch werken stimuleren?
 - Wat kan de overheid volgens u doen om opdrachtgevers extra aanleiding te geven om projecten emissieloos aan te besteden?

Er worden ook kort interviewvragen over het personeel gesteld wat met/aan de machines werkzaamheden uitvoert.

- 1. Is het huidige personeel volgens u voldoende technisch onderlegt om aan/met de elektrische machines te werken?**
- 2. Is er weerstand vanuit het personeel/u tegen het werken aan/met elektrische machines? Wat is/was de reden hiervoor?**
- 3. Is er volgens het personeel/u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met/aan de elektrische machines?**

Als alle vragen beantwoord zijn wordt de opname gestopt en is er nog ruimte om het interview na te bespreken, de geïnterviewde te bedanken en vast te leggen of de geïnterviewde op de hoogte wil worden gehouden van de uitkomsten van het onderzoek.

Bijlage 3 interviewvragen stressoren en energiebronnen

Interviewvragen voor 3 mensen die werkzaam zijn bij bedrijven die al actief gebruik maken van elektrisch materieel. De mensen die voor dit onderdeel geïnterviewd worden werken in de uitvoerende functies waar de overgang naar elektrische machines direct invloed op heeft. De mensen die voor dit onderdeel geïnterviewd worden zijn werkzaam in de uitvoerende functies als uitvoerder, monteur of machinist.

Eerst volgt een kort algemeen gesprek met elkaar, waarbij de persoon die geïnterviewd wordt zich voorstelt, de interviewer zich voorstelt, de gang van zaken voor het interview wordt besproken, achtergrondinformatie over de scriptie wordt gegeven en er wordt toestemming gevraagd om het gesprek op te. Na de introductie wordt er gestart met het interview, waarbij er door het semigestructureerde interview meer kan worden ingegaan op onderdelen die een persoon meer aanspreken. De dikgedrukte vragen zijn de hoofdvragen voor het interview de vragen daaronder worden gebruikt om door te vragen als dat benodigd is.

De interviewvragen als introductie zijn als volgt:

- 1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?**
- 2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?**
- 3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?**

De interviewvragen over het effect van de overgang naar elektrische machines ten opzichte van de functievereisten zijn als volgt geformuleerd:

- 1. Hoe kijkt het personeel/u als monteur/u als machinist naar de omscholingstrajecten die op dit moment voor u worden aangeboden om aan/met elektrische machines te mogen werken?**
 - Waarom heeft u wel of geen omscholingstrajecten gevolgd?
 - Wat voor omscholingstrajecten werden aangeboden?
 - Welke omscholingstrajecten heeft u gevolgd?
 - Hoe bevielen de omscholingstrajecten u?
- 2. Is er volgens het personeel/u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met/aan de elektrische machines?**
 - Is de juiste begeleiding voor u beschikbaar op ieder moment?
 - Worden er vanuit het bedrijf cursussen aangeboden om te leren werken aan/met elektrische machines?
 - Wordt er vanuit het bedrijf rekening gehouden met de complexiteit van de elektrische machines?
 - Ervaart u het werken aan/met elektrische machines als lastig?
- 3. Hoe denkt het personeel/u over de veiligheidsrisico's bij het werken aan/met de elektrische machines?**
 - Geeft het werken aan/met elektrische machines voor u meer veiligheidsrisico's?
 - Bent u door het bedrijf op de hoogte gesteld van alle veiligheidsrisico's?
- 4. Is er weerstand vanuit het personeel/u tegen het werken aan/met elektrische machines? Wat is/was de reden hiervoor?**
 - Wat vindt u van de overgang naar elektrische machines?
 - Vond u het lastig/vervelend om te leren werken met elektrische machines?
 - Was u gespannen om aan/met elektrische machines te gaan werken?
- 5. Biedt het bedrijf waarvoor u werkzaam bent u genoeg mogelijkheden om de overgang naar elektrisch succesvol door te maken?**
 - Krijgt u voldoende opleidingsmogelijkheden en tijd om de overgang door te maken?
 - Wordt er voldoende geluisterd naar ideeën die u inbrengt en is hier begrip voor?
 - Krijgt u in het algemeen voldoende middelen vanuit het bedrijf voor de overgang?

Er worden ook kort interviewvragen over het werken op de bouwplaats gesteld, aangezien het uitvoerende personeel hier direct mee te maken heeft en hier goed zicht op heeft.

- 1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?**
- 2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?**

Als alle vragen beantwoord zijn wordt de opname gestopt en is er nog ruimte om het interview na te bespreken, de geïnterviewde te bedanken en vast te leggen of de geïnterviewde op de hoogte wil worden gehouden van de uitkomsten van het onderzoek.

Bijlage 4 Interview 1 Jeroen Gijzen, De Vries & van der Wiel

Interview met Jeroen Gijzen GHSE-S manager bij de Vries & van de Wiel, adviseurs emissieloos bouwen voor Sterke Lekdijken en lid van het kernteam en de werkgroep uitvragen & aanbesteden van het Emissieloos Netwerk Infra.

De interviewvragen als introductie zijn als volgt:

1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?

Ik werk voor de Vries van de Wiel en De Vries & van de Wiel is een bedrijf binnen de DEME-groep. De DEME-groep is in de basis een grootte Belgische waterbouwer. De DEME-groep is opgebouwd uit diverse groepen voor dredging, infra, offshore en environmental. Wij zijn in Nederland actief en doen daar saneringen, reinigen van gronden, milieu, zandhandel, dijkwerkzaamheden en baggeren.

2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?

Ik ben binnen de Vries & van de Wiel QHSE-S manager. Dat is kwaliteit, veiligheid en milieu. Ik hou mij hierbij ook voor ongeveer de helft van de tijd bezig met duurzaamheid en dit is vooral op klimaat gericht.

3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?

De betrokkenheid bij elektrische machines is ontstaan door mijn functie bij de Vries & van de Wiel, waarbij ik al veel met duurzaamheid bezig was. Door een functie in het kernteam bij het Emissieloos Netwerk Infra en een adviseursfunctie emissieloos bouwen voor Sterke Lekdijken ben ik betrokken geraakt bij de elektrische machines.

Interviewvragen over technologische uitdagingen waar de bouwsector zich op moet voorbereiden:

1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?

Ik denk dat je goed moet gaan kijken met welke werkzaamheden je als bedrijf bezig gaat en wat een diesel machine in die situatie verbruikt. Dit verbruik kan dan omgerekend worden naar elektrisch vermogen. Als bedrijven deze gegevens niet goed beschikbaar hebben wordt dat lastiger. Wij dachten bij de eerste rupskraan een volledige werkdag te kunnen werken en dit bleek ook niet mogelijk. Bij sommige werkzaamheden verbruikt een machine veel meer kilowatts dan bij andere werkzaamheden hier moet de accucapaciteit machine wel op gebouwd zijn. Het is dus belangrijk om zo'n goed mogelijk beeld te hebben van het verbruik van de verschillende werkzaamheden die je uitvoert. Ik denk niet dat er op een andere manier gewerkt moet worden, maar het is voor de machinisten wel wennen dat de beleving anders is. We moeten wel meer vooruitdenken om eerder bij te gaan laden of een batterij alvast te gaan wisselen. Er moet ook beter gekeken worden of een machine wel echt past bij het werk wat wordt uitgevoerd, zodat deze niet na 6 uur al leeg is.

2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?

Ik dacht altijd dat een netaansluiting de beste oplossing was, maar door gesprekken met TenneT werd bekend dat er voorlopig geen stroomaansluitmogelijkheden meer zijn. Momenteel lijkt het werken met accu's wisselen en deze op een andere locatie opladen de beste mogelijkheid. We voeren zelf wel testen uit met andere manier van laden door het gebruik van waterstof, waterstof-containers en accu-containers. Ik denk wel dat we de laadinfra naar de machine moeten brengen en niet de machine naar het

Technologische uitdagingen

1 Volledige werkdag:

- In beeld brengen gebruik
- Niet anders werken dan diesel
- De beleving voor machinisten is anders
- Past de machine bij het werk
- Vooruitdenken over laden en accu-wisselen

2 Machines laden op de bouwplaats:

- Netaansluiting niet mogelijk
- Accu's wisselen beste optie
- Accu-opslag en waterstof container ook optie.
- Laadinfra naar de machine brengen
- Snel laden slecht levensduur batterijen

laadpunt. Snel laden lijkt mij met de huidige laadinfrastructuur en de levensduur van de batterijen geen goede oplossing, dan denk ik dat de keuze voor accu's wisselen beter is.

3. Hoe kan ervoor gezorgd worden dat de zware elektrische machines met de technologische uitdagingen even betrouwbaar worden als de fossiel aangedreven machines?

Ik denk dat dit vooral in de denkwijze van de mensen zit, aangezien ze naar ons idee niet minder betrouwbaar zijn. In het begin waren er meer storingen, maar dat is niet te voorkomen wanneer je met compleet nieuwe machines gaat werken. De betrouwbaarheid zit niet in de techniek, maar vooral in de kennis en ervaring van de mensen. De mensen die nu met de machines werken vertrouwen ook goed op de batterijcapaciteit van de machine.

4. In hoeverre kan actieve kennisdeling over technologische ontwikkelingen binnen de bouwsector bijdragen aan de technologische ontwikkelingen?

Ik denk dat dit cruciaal is om alle technologische ontwikkelingen snel genoeg door te kunnen maken, maar ik snap dat dit lastig is voor sommige bedrijven. Het gaat over kosten en dat is lastig als je normaalgesproken concurrenten van elkaar bent. Ik denk dat het op dit moment nog niet genoeg plaatsvindt, maar door het netwerk waar wij bij aangesloten zijn het Emissieloos Netwerk Infra lukt dit al steeds beter. Deze kennisdeling heeft er grotendeels voor gezorgd dat de ontwikkelingen de afgelopen jaren zo snel zijn gegaan.

Interviewvragen over hoe bedrijven om moeten gaan met de interne uitdagingen en risico's door overgang naar elektrische machines:

1. Hoe moet de bouwsector omgaan met de hogere kosten die ontstaan door de aanschaf van elektrische machines die vaak 2 tot 3 keer duurder zijn dan fossiel aangedreven machines?

Dat zit in de kostprijs deze is hoger en dit moet gewoon doorgerekend worden naar de klant, omdat bedrijven anders verlies gaan maken. Als er vanuit de opdrachtgevers niet genoeg waardering wordt gegeven voor de inzet van elektrische machines wordt het lastig om concurrerend in te schrijven. Er zijn op dit moment nog weinig opdrachtgevers die volledig emissieloos aanbesteden. Er zijn subsidieregelingen beschikbaar om de aanschafprijs te drukken de SSEB, maar die was vrij snel volgeschreven. Ik ben meer voorstander voor het belonen van opdrachtgevers om de inzet van de elektrische machines te subsidiëren. De inzet wordt dan beloond en niet de aanschaf van de machine. Door die zekerheid van werk kan de machine betaald worden.

2. Hoe moeten bedrijven omgaan of gaan jullie om met de extra financiële risico's die ontstaan door de aanschaf van elektrische bouwmachines? Hoe kan dit worden beperkt?

Het is denk ik belangrijk dat we transparant zijn richting klanten, waarbij je met de klant bespreekt wat de financiële risico's zijn en aangeeft dat het tarief hoger is door deze risico's. Er komen over 2 jaar namelijk ook machines op de markt die goedkoper zijn dan de machines die wij nu gebruiken, waardoor die het werk per uur goedkoper kunnen aanbieden. Door afspraken te maken voor projecten van meerdere jaren kun je die risico's ook prima indekken en doorrekenen. De restwaarde van accu's is waarschijnlijk hoger dan verwacht, waardoor dit ook grootte invloed heeft op je uurtarief. De aanschaf van accu's is namelijk verreweg het duurste onderdeel van de machine.

3 Betrouwbaarheid van de machines:

- De machines zijn niet minder betrouwbaar
- Uitdaging is kennis en ervaring van mensen

4 Actieve kennisdeling:

- Nog niet genoeg al wel beter
- Door de kennisdeling veel meer ontwikkelingen geweest

Interne uitdagingen en risico's

1 Hogere kosten:

- Doorrekenen naar de klant
- Nu te weinig projecten die opdrachtgevers emissieloos aanbesteden
- SSEB-subsidie
- Opdrachtgevers stimuleren i.p.v. de aanschaf

2 Omgang extra financiële risico's:

- Transparant richting klanten over tarief
- Afspraken maken
- zekerheid inzetbaarheid voor meerdere jaren

3. Hoe moeten bedrijven omgaan met de nieuwe veiligheidsrisico's en manier van werken die ontstaan door het werken met en aan elektrische machines?

Je moet de risico's goed doorvoeren in je bedrijfsvoering, maar we moeten er ook niet te zwaar aan wegen. **Er zijn risico's hier moeten we rekening mee houden en onze bedrijfsvoering deels aanpassen.** Er gaan ook nieuwe functies ontstaan binnen bedrijven, waarbij er mensen zijn die verantwoordelijk zijn voor het laden, wie er met een machine mag rijden en wie mag iets wel of niet schakelen. **Er vinden bijscholingen plaats op basis van de NEN-normen, maar er zullen meer opleidingen beschikbaar moeten komen om de mensen voldoende bij te scholen.**

4. Worden er vanuit opdrachtgevers voldoende beloningen en fictieve kortingen beschikbaar gesteld om het werken met elektrische machines te stimuleren?

Ik denk dat er een aantal opdrachtgevers zijn die dit al goed doen, maar ik denk niet dat er op dit moment al genoeg werk beschikbaar is wat je 100% elektrisch kan uitvoeren. Dit moet door de tijd heen groeien tot 100% in 2030. Bedrijven worden er door die regelgeving ook deels heen gedwongen. Wanneer **de overheid hier extra in gaat stimuleren door geld beschikbaar te stellen** voor de opdrachtgevers zal de stap naar emissieloos werken ook voor kleinere bedrijven sneller gezet worden. **Voor nu zullen de grotere bedrijven de kleinere bedrijven wat meer met zich mee moeten trekken.**

Interviewvragen over het personeel wat met/aan de machines werkzaamheden uitvoert.

1. Is het huidige personeel volgens u voldoende technisch onderlegt om aan/met de elektrische machines te werken?

In basis zijn ze dat wel bij ons, maar ik denk dat hier nog wel extra tijd voor beschikbaar moet worden gesteld om dit nog beter te realiseren. Bij ons vinden al omscholingen plaats en als er meer opleidingen beschikbaar worden gesteld dan kan dit nog beter gerealiseerd worden.

2. Is er weerstand vanuit het personeel of u tegen het werken aan/met elektrische machines? Wat is/was de reden hiervoor?

Als ik ook naar de bedrijven om ons heen kijk dan is er hier in het begin wel altijd wat weerstand of zijn mensen sceptisch, maar dat is enkel in het begin. Machinisten geven aan dat het toch anders voelt en wennen is. Je ziet vaak dat de weerstand binnen een week al bijna omslaat naar positiviteit.

3. Is er volgens het personeel en u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met/aan de elektrische machines?

Ik hoor van de machinisten dat er niet echt anders gewerkt moet worden, maar dat het vooral even wennen is. De machine werkt verder hetzelfde, waarbij het vooral even wennen is aan een andere machine die anders aanvoelt.

3 Omgang veiligheidsrisico's:

- Bedrijfsvoering op risico's aanpassen
- Nu bijscholen volgens NEN-normen
- Nog geen geschikte opleidingen beschikbaar

4 Voldoende stimuleren:

- Vanuit een aantal opdrachtgevers
- Te weinig opdrachtgevers stimuleren elektrisch
- Overheid extra geld beschikbaar stellen
- Grote bedrijven de kleine meetrokken

Interviewvragen over het personeel

1 Technisch onderlegt:

- Extra tijd voor benodigd
- Meer opleidingen benodigd

2 Weerstand van personeel:

- In het begin is er weerstand
- Personeel moet wennen
- Wordt snel positief

3 Voldoende tijd om te leren werken:

- Het is enkel wennen niet direct anders werken

Bijlage 5 Interview 2 Ger Kleine, SMT Netherlands

Interview met Ger Kleine Key Accountmanager bij SMT Nederland. Betrokken bij de verkoop voor elektrische machines van Volvo door SMT Nederland.

De interviewvragen als introductie zijn als volgt:

1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?

SMT een full service distributiebedrijf voor de levering van Volvo Construction Equipment, Sennebogen en Holms. We leveren het totale concept van de transitie eigendom naar gebruik, waarbij we de klant compleet ontzorgen.

2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?

Ik ben Key Account manager voor alle Volvo machines in Nederland. Verantwoordelijk van de afhandeling van ons gehele concept en hierbij heb ik de verantwoordelijkheid voor de belangrijkste klanten van ons bedrijf. De klanten willen het liefst een aanspreekpunt voor alles en niet apart naar parts of service.

3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?

Vanuit de infra, aangezien dit de eerste groep was die erom vroeg. Vanuit een aantal aanbestedingen vanuit de overheid waren projecten opgesteld, waarbij geen of minder uitstoot plaats mocht vinden. Toen gingen we aan de slag met elektrische machines, waarbij de ontwikkeling van zwaar elektrisch materieel werd opgestart.

Interviewvragen over technologische uitdagingen waar de bouwsector zich op moet voorbereiden:

1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?

Door de aanleg van een zware stroomaansluiting van 3x250 ampère of door accu-opslag, waarbij je deze accu-opslag gedurende de dag oplaadt en hierin stroom opslaat om de machine te laden. Om een hele dag met deze machines te kunnen werken is het realiseren van een laadvoorziening noodzakelijk. Je moet nu projecten anders gaan benaderen en denken met welke machines kan ik deze klus gaan klaren op basis van de beschikbare machines en het beschikbare vermogen. Er moet meer gekeken worden welke voorzieningen er op een locatie beschikbaar zijn en welke machines hiermee geladen kunnen worden.

2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?

Het liefst door een grootte stroomaansluiting, maar dit is meestal niet mogelijk op de bouwlocaties. Het versnellen van de aanleg van laadvoorzieningen of dit in een eerder traject al meenemen zou de transitie ontzettend helpen. Voor nu zouden we met mobiele accu-opslag moeten gaan werken of met waterstof generatoren die elektriciteit opwekken, maar waterstof is nog niet heel rendabel. Ik denk dat accu-opslag op dit moment de meest serieuze optie is, maar als er zwaardere aansluitingen aangelegd kunnen worden is dit altijd een beter oplossing. Mensen moeten op een andere manier gaan werken, omdat de elektrische machines niet altijd 8 uur inzetbaar. Ze moeten tussen de middag gaan snel-laden of gaan laden als een machine een kwartier of halfuur geen werk heeft.

3. Hoe kan ervoor gezorgd worden dat de zware elektrische machines met de technologische uitdagingen even betrouwbaar worden als de fossiel aangedreven machines?

Technologische uitdagingen

1 Volledige werkdag:

- Aanleg 3x250 A zware stroomaansluitingen
- Accu-opslag als buffer
- Meer kijken naar de benodigde voorzieningen op de locatie

2 Machines laden op de bouwplaats:

- Voorkeur zware aansluiting, vaak niet mogelijk
- Mobiele accu-opslag of waterstofgeneratoren
- Gedurende de werkdag snel-laden

Ik denk dat de elektrische machines juist minder storingen gaan geven dan de diesel aangedreven machines die we nu gebruiken. Ik denk dat de betrouwbaarheid vooral zit in het leveren van stroomaansluitingen, genoeg vullen van de accu's die de machines gebruiken, het wisselen van kabels en de capaciteit van de machines. Verder verandert er nog niet dusdanig veel aan de techniek, doordat er op dit moment voor gekozen is om alleen de dieselmotor en brandstoftank te vervangen voor een elektrische motor en accupack. Als wij later machines volledig elektrisch op gaan bouwen kan dat nog veranderen maar op dit moment wordt alleen de bron, de motor aangepast.

4. In hoeverre kan actieve kennisdeling over technologische ontwikkelingen binnen de bouwsector bijdragen aan de technologische ontwikkelingen?

Ik denk dat je wel kennis met elkaar moet gaan delen, omdat je het nodig hebt om verder te komen. Er is sowieso kennisdeling nodig om met dezelfde aansluitingen te werken en ook om de gehele branche sneller om te vormen naar elektrisch. Wij zijn aangesloten bij het Emissieloos Netwerk Infra en de branchevereniging BMWT en hier wordt ook al veel kennis in gedeeld door de aangesloten bedrijven. Ik denk dat er nog wel meer kennis gedeeld mag worden, maar ook om gezamenlijk tot eenheid te komen in laadinfrastructuur en aansluitingen. Iedereen ontwikkelt nu een eigen concept en dit maakt het lastig om machines met elkaar te combineren of met elkaar te laten werken.

Interviewvragen over hoe bedrijven om moeten gaan met de interne uitdagingen en risico's door overgang naar elektrische machines:

1. Hoe moet de bouwsector omgaan met de hogere kosten die ontstaan door de aanschaf van elektrische machines die vaak 2 tot 3 keer duurder zijn dan fossiel aangedreven machines?

Dit moet zeker meegenomen worden in de begroting van een opdracht, waarbij de opdrachtgever misschien beter geïnformeerd moet worden over deze hogere kosten. Het zou goed zijn als de overheid opdrachtgevers gaat verplichten om meer met elektrische machines te gaan werken op projecten. In overheidsbestekken is voldoende ruimte om de kosten van elektrisch door te rekenen, maar daarbuiten is dit nog niet helemaal het geval.

2. Hoe moeten bedrijven omgaan of gaan jullie om met de extra financiële risico's die ontstaan door de aanschaf van elektrische bouwmaschinen? Hoe kan dit worden beperkt?

Wij verwachten juist dat de levensduur langer is, omdat de dieselmotor eruit gaat, maar hier wordt financieel gezien nog geen rekening mee gehouden. De technische en financiële levensduur wordt op dit moment nog niet verlengd, waardoor de kosten hoog blijven. De markt zal eerst overtuigd moeten worden dat de financiële risico's van elektrische machines juist kleiner zijn. Er komt langzamerhand ook meer zekerheid van werk, vooral wanneer de overheid met strengere regels komt wordt dit beter. Het is nu vooral nog overheid, Rijkswaterstaat en provincies die hierom vragen, maar het vooruitzicht is dat er zeker voldoende emissieloos werk aan komt. Ik verwacht geen grootte risico's voor afschrijvingen of restwaarde, maar dit zou een leverancier ook weg kunnen nemen door de machines na een bepaalde levensduur terug te nemen.

3. Hoe moeten bedrijven omgaan met de nieuwe veiligheidsrisico's en manier van werken die ontstaan door het werken met en aan elektrische machines?

3 Betrouwbaarheid van de machines:

- Verwachting minder storingen bij elektrisch
- Betrouwbaarheid in de netaansluiting

4 Actieve kennisdeling:

- Meer kennisdeling benodigd
- Geeft eenheid voor de laadinfrastructuur
- Ieder bedrijf ontwikkelt een ander aspect

Interne uitdagingen en risico's

1 Hogere kosten:

- Meenemen in de begroting van opdracht
- Opdrachtgevers informeren over hoger kosten
- Vanuit overheid voldoende ruimte daarbuiten niet

2 Omgang extra financiële risico's:

- Markt nog niet overtuigd van langere levensduur
- Voldoende zekerheid werk is groeiende
- Verwachten geen grootte financiële risico's

Ik denk dat een VCA of andere machinist gebruikerstraining over het weken met elektriciteit hoog op de agenda moet komen te staan. We hebben het hier natuurlijk wel over een hoge spanning en ampère waarmee gewerkt wordt. Ik weet dat de monteurs bij SMT een opleiding volgen, maar ik denk dat vooral bij het ombouwen ieder persoon die bij de machine in de buurt komt een goede opleiding moet hebben gehad. Ik denk dat verkopers ook een basistraining moeten hebben gehad wat je wel en niet mag doen. Dit geldt ook voor transporteurs, onze verhuurafdeling en de gebruikers van de machines. Het opleiden moet dus echt sector breed gedaan worden.

4. Worden er vanuit opdrachtgevers voldoende beloningen en fictieve kortingen beschikbaar gesteld om het werken met elektrische machines te stimuleren?

De overheid stelt subsidies beschikbaar, maar dit is enkel om de transitie aan te jagen. Het zou ook interessant zijn om subsidies te verlenen wanneer je een oudere machine inruilt, omdat je dan langs 2 kanten stimuleert om te verduurzamen. Je brengt elektrische machines in de markt en je haalt vervuilde machines uit de markt. Ik denk dat zo'n subsidieregeling zeker helpt, maar uiteindelijk wordt dit snel volgeschreven en zal het vooral door de markt geaccepteerd moeten worden dat er met elektrische machines gewerkt gaat worden. In bestekken vanuit de overheid is hier al ruimte voor, maar in zijn algemeen nog niet.

Interviewvragen over het personeel wat met/aan de machines werkzaamheden uitvoert.

1. Is het huidige personeel volgens u voldoende technisch onderlegt om aan/met de elektrische machines te werken?

Ik denk dat het huidige personeel nog niet voldoende technisch onderlegt is om aan en met de elektrische machines te werken. Wij zouden hierin als SMT naast het opleiden van ons eigen personeel zeker in kunnen helpen waar nodig en mogelijk.

2. Is er weerstand vanuit het personeel of u tegen het werken aan/met elektrische machines? Wat is/was de reden hiervoor?

Het is niet direct de weerstand ertegen, maar vooral de onbekendheid ervan. De onbekendheid zorgt ervoor dat mensen een beetje afstand houden van de machine. We merkten in eerste instantie wel weerstand vanuit de mensen die met de machine gingen werken, maar na een periode wennen zijn ze wel enthousiast. Dit had vooral weer met de onbekendheid ervan te maken.

3. Is er volgens het personeel en u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met/aan de elektrische machines?

Ik denk dat hier niet voldoende tijd voor is, want hij wordt gewoon in het productieproces gezet. Dit kan voor het personeel lastig zijn, omdat de overgang dan heel direct plaatsvindt. Wij merken dit vooral bij klanten, aangezien die tegen uitdagingen aanlopen met het laden. Ik denk niet dat er voor de gebruikers voldoende tijd is om hierop in te spelen en eraan te wennen.

3 Omgang

veiligheidsrisico's:

- Toepassen VCA en gebruikerstraining
- Betrokkenen bij ombouw goed opgeleid maken
- Sector breed bijscholen

4 Voldoende stimuleren:

- Overheid stelt subsidies beschikbaar
- Regeling nodig om juist oude machines uit de markt te krijgen
- In bestekken van de overheid ruimte voor elektrisch
- In de meeste projecten onvoldoende ruimte voor elektrisch

Interviewvragen over het personeel

1 Technisch onderlegt:

- Op dit moment nog niet
- Als bedrijf eigen personeel opleiden en klanten helpen benodigd

2 Weerstand van personeel:

- Vooral de onbekendheid geeft afstand
- Na het wennen worden ze enthousiast

3 Voldoende tijd om te leren werken:

- Op dit moment onvoldoende tijd voor
- Klanten ondervinden veel uitdagingen bij het laden
- Toepassing van een gebruikerstraining

Bijlage 6 Interview 3 Sijmen Staadegaard en Frank Eugelink, Staad groep

Interview met Sijmen Staadegaard Commercieel directeur en aandeelhouder van de Staad groep en Frank Eugelink vertegenwoordiger vooral ook voor het elektrische materieel wat Staad verkoopt. Beide nauw betrokken bij de ontwikkeling en verkoop van elektrisch materieel.

De interviewvragen als introductie zijn als volgt:

1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?

Staad is importeur en dealer van Doosan en we maken onze eigen elektrische machines. Wij ontzorgen de klant volledig, zodat de klant maar met een partij hoeft te werken en hierbij kijken wij ook hoe we de machines op de bouwplaats kunnen laden in het geval van de elektrische machines.

2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?

Ik ben Sijmen Staadegaard, commercieel directeur en aandeelhouder van Staad. Ik ben Frank Eugelink en ik ben vertegenwoordiger, waarbij ik ook vooral actief ben in de verkoop van elektrische machines.

3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?

Een klant van ons Ploegam had emissieloos werk aangenomen en die was daarvoor op zoek naar emissieloze machines en toen hebben wij dit samen opgepakt. We zijn hier in 2018 al mee begonnen in samenwerking met Ploegam en UMS en in 2019 hadden we het eerst model hiervan klaar. In 2020 hebben we de beslissing om het gehele proces zelf te gaan doen. Vanaf het schrijven van de software tot aan het tekenen van de onderdelen en de after sales.

Interviewvragen over technologische uitdagingen waar de bouwsector zich op moet voorbereiden:

1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?

Door de juiste machines aan te schaffen die passend zijn voor het werk wat ermee uitgevoerd gaat worden. De techniek verandert op dit moment natuurlijk enorm snel, maar door de juiste keuze te maken in accucapaciteit kan er een hele werkdag met de machine gewerkt worden. Er hoeft niet op een andere manier gewerkt te worden, omdat het uitgangspunt is dat de machinist op dezelfde manier moet kunnen werken als met een diesel machine. De werkervaring van de machinist moet nagenoeg gelijk zijn ondanks de overgang naar een elektrische machine.

2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?

Het zou mooi zijn om combinaties voor laden te zoeken met zonne-energie en windenergie voor het laden in de toekomst. Wij hebben accu-pakketten die uit de machine gehaald kunnen worden dit zijn verwisselbare accu's. De accu's kunnen dan naar een laadpunt toegebracht worden om te laden terwijl de machine verder werkt, maar de machine kan ook nog steeds naar het laadpunt toe. Er is op dit moment nog niet op ieder project voldoende laadinfrastructuur beschikbaar om de elektrische machines op locaties te laden, maar door de inzet van onze verwisselbare accu's kan het laden op een andere locatie gebeuren en dit is ook zeer goed toepasbaar in de natura 2000 gebieden waar helemaal geen laadinfrastructuur beschikbaar is.

3. Hoe kan ervoor gezorgd worden dat de zware elektrische machines met de technologische uitdagingen even betrouwbaar worden als de fossiel aangedreven machines?

Technologische uitdagingen

1 Volledige werkdag:

- Machines aanschaffen die passen bij het werk
- Kiezen voor een grootte accucapaciteit
- Machinist op dezelfde manier laten werken

2 Machines laden op de bouwplaats:

- Accu's wisselen, laden op andere locatie
- Niet de machine naar het laadpunt brengen
- Onvoldoende laadinfra op locatie
- Natuurgebieden laden op locatie onmogelijk

Ze zijn al zeker net zo betrouwbaar als diesel aangedreven machines, wij denken dat ze zelf al betrouwbaarder zijn. Het enige punt is de capaciteit van de accu's, aangezien dit de beperkende factor is. Als er langer gewerkt kan worden met hetzelfde volume accu's is het dieseltijdperk snel voorbij. Op de dieselmotor zitten veel meer componenten die storingen kunnen krijgen en het onderhoud ligt veel hoger dan bij elektrische machines. De komst van biodiesel is ook slecht voor de levensduur van de motor, waardoor het vervangen van de dieselmotor voor een elektrische motor een stuk onbetrouwbaarheid weg haalt en de machine betrouwbaarder maakt. De levensduur van de elektromotor is ook aanzienlijk langer dan bij een dieselmotor.

4. In hoeverre kan actieve kennisdeling over technologische ontwikkelingen binnen de bouwsector bijdragen aan de technologische ontwikkelingen?

Het is vooral het laden op de bouwplaats wat problemen geeft, waarbij dit op de juiste manier georganiseerd zou moeten worden. Wij gaan volgend jaar zelf meedoen aan een project bij een dijkverzwaring met laad-plein voor 36 elektrische machines, waarbij wij samenwerken met andere partijen en kijken hoe het laden van de toekomst georganiseerd moet worden. Hier vindt dus al meer kennisdeling plaats. Er is al voldoende kennisdeling, maar iedereen is nog zoekende wat de beste oplossing kan zijn en hier is nog veel onbekendheid over. Er zou vooral meer kennisdeling richting de gebruiker moeten zijn, omdat hier vaak te weinig kennis zit over het werken met en laden met de machine.

Interviewvragen over hoe bedrijven om moeten gaan met de interne uitdagingen en risico's door overgang naar elektrische machines:

1. Hoe moet de bouwsector omgaan met de hogere kosten die ontstaan door de aanschaf van elektrische machines die vaak 2 tot 3 keer duurder zijn dan fossiel aangedreven machines?

We moeten de hogere kosten voor de machines aan de opdrachtgever van het project doorberekenen. De overheid stimuleert de inzet van elektrische machines daarvoor ook zeker, waardoor onze klanten die duurdere elektrische machines kunnen kopen. Er zijn echter nog veel partijen die hier geen geld aan willen uitgeven en dat houdt het op dit moment nog voor een deel tegen. Dit wordt langzaam wel beter, omdat we uiteindelijk ook volledig emissieloos moeten gaan werken.

2. Hoe moeten bedrijven omgaan of gaan jullie om met de extra financiële risico's die ontstaan door de aanschaf van elektrische bouwmaschinen? Hoe kan dit worden beperkt?

Er zijn geen naar ons idee juist geen extra risico's, maar het stuk onzekerheid zit in de accu wat ook verreweg het duurste component is. Mensen vragen zich af wat er met de accu's gebeurt na een aantal jaar, hoeveel dit nog waard is en of de accu goed blijft. Dit ligt vooral aan de manier waarop mensen de accu gebruiken, waarbij het bijvoorbeeld niet goed is om elke dag te gaan snel-laden. Als de machine op een juiste manier gebruikt wordt levert dit een stabielere restwaarde op aan het einde van de levensduur, omdat de accu nog goed gebruikt kan worden voor andere doeleinden.

3. Hoe moeten bedrijven omgaan met de nieuwe veiligheidsrisico's en manier van werken die ontstaan door het werken met en aan elektrische machines?

3 Betrouwbaarheid van de machines:

- Machines zeker net zo betrouwbaar als bij diesel
- Probleem zit in de accucapaciteit
- Vervanging dieselmotor haalt onbetrouwbaarheid weg

4 Actieve kennisdeling:

- Meer eenheid voor laadinfra nodig
- Meer kennisdeling richting gebruiker nodig

Interne uitdagingen en risico's

1 Hogere kosten:

- Doorrekenen naar de opdrachtgever
- Nog niet voldoende partijen die hier geld aan uitgeven

2 Omgang extra financiële risico's:

- Wij zien geen extra risico's enkel onzekerheid voor de accu's
- Machine juist gebruiker geeft stabielere restwaarde

Om de veiligheid van machinisten en monteurs te kunnen waarborgen hebben wij ervoor gekozen om met een systeem te werken, waarbij het hoog-voltage systeem direct wordt uitgeschakeld wanneer wij de batterijen loskoppelen, waarbij deze enkel weer in werking treedt bij contact met de stekker en er dus geen risico's zijn bij het verplaatsen, maar ook niet tijdens werken aan het systeem. De machine is dan direct spanningsvrij en een normale monteur kan er dan ook aan werken. Wij hebben al het personeel een hoog-voltage opleiding gegeven van de NEN. We geven alle monteurs ook een opleiding die wij zelf hebben ontwikkeld binnen Staad om de veiligheid te waarborgen, omdat we overgaan van diesel monteurs naar elektromonteurs.

4. Worden er vanuit opdrachtgevers voldoende beloningen en fictieve kortingen beschikbaar gesteld om het werken met elektrische machines te stimuleren?

Er wordt vooral gestimuleerd vanuit de overheid, omdat die in projecten echt vragen naar emissieloze machines en hier wordt dan ook het juiste tarief beschikbaar voor gesteld, maar sector breed kan dit nog beter. Er komen wel langzamerhand meer subsidieregelingen beschikbaar om dit extra te ondersteunen. Ik denk dat de overheid hier wel slecht in kan contoleren of de machines ook worden ingezet als voor de SSEB is afgesproken. Er zou een vaste regel moeten zijn dat je zeker bent van subsidie en niet zoals nu waar geen zekerheid is. Het geeft ook onrust op de markt die onzekerheid, als er meer zekerheid van subsidie zou zijn wordt de markt stabiel. Wij vinden de huidige opzet van de subsidieregelingen wel goed.

Interviewvragen over het personeel wat met/aan de machines werkzaamheden uitvoert.

1. Is het huidige personeel volgens u voldoende technisch onderlegt om aan/met de elektrische machines te werken?

Bij ons binnen Staad zeker, maar sector-breed is het personeel dit nog niet. Binnen Staad konden we iedereen intern opleiden, maar dit is voor andere bedrijven soms lastiger. Wij helpen hier wel bij, zodat er wel veilig met onze machines gewerkt wordt.

2. Is er weerstand vanuit het personeel of u tegen het werken aan/met elektrische machines? Wat is/was de reden hiervoor?

Er was geen weerstand vanuit het personeel het merendeel was hier zelfs enthousiast over, omdat wij als eerste de uitdaging aan gingen. Het past natuurlijk wel beter bij de ene monteur dan bij de andere, maar over het algemeen werd dit goed ontvangen.

3. Is er volgens het personeel en u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met/aan de elektrische machines?

Wij zijn er al in 2018 mee begonnen en hebben dit door de jaren heen verder opgebouwd en uitgebreid. Het personeel is hier volledig in betrokken, waardoor het meer een groeiproses is. We hebben alles zelf ontwikkeld en daardoor was er genoeg tijd en ruimte om eraan te wennen en erover te leren.

3 Omgang

veiligheidsrisico's:

- Werken met veilige systemen zonder spanning
- Personeel juist opleiden
- Eigen opleiding ontwikkeld

4 Voldoende stimuleren:

- Vind plaats vanuit projecten door overheid
- Sector breed nog niet voldoende
- Meer zekerheid van subsidie nu onzeker
- huidige opzet subsidieregeling goed

Interviewvragen over het personeel

1 Technisch onderlegt:

- Binnen ons bedrijf wel
- Sector breed nog niet
- Intern opleiden benodigd
- Andere bedrijven helpen met veilig werken

2 Weerstand van personeel:

- Merendeel was enthousiast, waren de eerste
- Past niet bij iedere monteur

3 Voldoende tijd om te leren werken:

- Wij zijn langzaam opgeschaald en ontwikkelen zelf
- Gaf voldoende ruimte voor het personeel

Bijlage 7 Interview 4 Ben Möhlmann, SMT Netherlands

Interview met Ben Möhlmann Commercieel directeur bij SMT Nederland en bestuurslid en lid van het kernteam energievoorziening van het Emissieloos Netwerk Infra.

De interviewvragen als introductie zijn als volgt:

1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?

SMT is een full service distributiebedrijf voor Volvo Construction Equipment, Sennebogen en Holms. We bieden niet alleen verkoop aan, maar ook verhuur, lease, reparaties en onderhoud.

2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?

Ik ben Commercieel manager, waarbij ik verantwoordelijk ben voor het commerciële beleid en de commerciële operatie. Hierbij hou ik mij bezig met de verkoop van nieuwe machines en ook gebruikte machines.

3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?

Wij zijn in 2019 door de stikstofuitspraak van de Raad van State tot de ontdekking van de noodzaak gekomen om emissieloos te gaan werken. Vanaf dit punt gaven grootte aannemers aan dat ze onze hulp wilde om versneld emissieloos materieel beschikbaar te krijgen.

Interviewvragen over technologische uitdagingen waar de bouwsector zich op moet voorbereiden:

1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?

Dat kunnen ze doen door met verschillende oplossingen te werken en te realiseren dat er in verschillende situaties op een andere manier gewerkt moet worden. Het merendeel zal batterij-elektrisch zijn en hierbij gaan we batterijen wisselen of tussentijds snel-laden gedurende de werkdag. Het is belangrijk dat de accu's beter worden, meer accucapaciteit in een kleinere ruimte. We moeten ook onderzoeken of we dit kunnen realiseren met minder of andere grondstoffen. Bedrijven moeten er rekening mee houden dat er gedurende de dag misschien moet worden bijgeladen in een pauze, maar er zijn ook bedrijven die tussen het werk door kunnen gaan bijladen wanneer de machine niet de hele dag intensief gebruikt wordt. Bedrijven zullen moeten gaan wennen aan een andere manier van denken, waarbij je soms al bij 60% gaat bijladen i.p.v. bij 10% van het dieselniveau zoals wij dat nu gewend zijn.

2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?

Dit kan door middel van accu-opslag container met batterijen, met waterstofaggregaten of waterstofdragers. Dit zijn nu de meeste voorkomende oplossingen, omdat er op bouwplaatsen in het begin nooit voldoende stroom aanwezig is. Het aanleggen van voldoende stroomcapaciteit gebeurt altijd pas gedurende het project met lange aanlooptijden. Er zijn ook bouwlocaties langs snelwegen of natuurgebieden waar helemaal geen stroomaansluitingen gaan komen. Ik zie op dit moment geen andere mogelijkheden, omdat de overheid niet open staat voor HVO of biogas, omdat dit NOx uitstoot geeft. We moeten echt naar volledig emissieloze oplossingen toe werken.

3. Hoe kan ervoor gezorgd worden dat de zware elektrische machines met de technologische uitdagingen even betrouwbaar worden als de fossiel aangedreven machines?

Technologische uitdagingen

1 Volledige werkdag:

- Per situatie passende oplossing zoeken
- Batterij wisselen en snel-laden mogelijk
- Bedrijven wennen andere manier van denken

2 Machines laden op de bouwplaats:

- In begin nooit voldoende stroom op bouwplaats
- Mobiele accu-opslag of waterstofgeneratoren
- Locaties langs snelwegen of natuurgebieden waar nooit een aansluiting komt

Ik denk dat een elektromotor betrouwbaarder is dan de toepassingen van een dieselmotor. Er zijn ook geen signalen dat er meer storingen plaatsvinden in elektrische machines dan bij diesel aangedreven machines. Wij hebben geen technologische uitdagingen, omdat we de fabrikant laten ombouwen en dit niet zelf doen. Wij kijken alleen hoe we naast de machine de klant ook in laadinfra kunnen ontzorgen en daar zijn wel nog technische issues voor laden bij ons eigen pand bijvoorbeeld.

4. In hoeverre kan actieve kennisdeling over technologische ontwikkelingen binnen de bouwsector bijdragen aan de technologische ontwikkelingen?

Dit draagt zeker bij en wij zijn ook lid van het Emissieloos Netwerk Infra, waarbij 33 partijen met elkaar kennis delen over de onderwerpen die spelen. Dit loopt uiteen van leveranciers, aannemers, hogescholen, netwerkleveranciers, netwerkbedrijven en eigenlijk de hele keten is hierin vertegenwoordigd. Er wordt al heel veel kennis gedeeld, maar er zijn ook nog veel bedrijven die hun eigen plan trekken en dan wordt er door 3 bedrijven dezelfde machine ontwikkeld op een andere manier. Het is nuttiger om allemaal een ander soort machine te ontwikkelen i.p.v. dezelfde op een andere manier. Hier valt zeker nog terreinwinst voor onze sector te behalen.

Interviewvragen over hoe bedrijven om moeten gaan met de interne uitdagingen en risico's door overgang naar elektrische machines:

1. Hoe moet de bouwsector omgaan met de hogere kosten die ontstaan door de aanschaf van elektrische machines die vaak 2 tot 3 keer duurder zijn dan fossiel aangedreven machines?

Dit moeten ze op dezelfde manier doen als altijd al gedaan is met een hogere kostprijs. Ze moeten dit doorrekenen aan de opdrachtgevers en de markt moet dan wennen aan deze hogere prijzen. Het effect van deze kostprijsstijging op het gehele project is maar een paar procent. Er zijn nog niet voldoende mogelijkheden om dit door te rekenen, omdat de opdrachtgevers vaak overheidsinstanties zijn en die zijn nog niet gewend om ruimere budgetten op te stellen voor hun projecten. Wij werken nu vooral met koplopers als klanten, waarbij deze partijen begrijpen dat de machines aanzienlijk duurder zijn. De kleinere bedrijven vinden de hogere investeringen niet erg, maar die zoeken garanties om de machines 6 jaar tegen een goede prijs te kunnen inzetten en dat wordt steeds beter. De SSEB subsidieert de aanschaf en ik denk dat de opdrachtgevers juist moeten worden gestimuleerd, zodat de opdrachtgevers projecten emissieloos gaan aanbesteden en wennen aan de nieuwe hogere prijzen.

2. Hoe moeten bedrijven omgaan of gaan jullie om met de extra financiële risico's die ontstaan door de aanschaf van elektrische bouw machines? Hoe kan dit worden beperkt?

We kijken hierbij naar de afschrijving van de machine en van de batterij. De grootste bedrijven schrijven de machines versneld af om de risico's in te dekken, aangezien er nieuwe goedkoper machines geproduceerd worden die over een aantal jaar op de markt komen en de omgebouwde machines verliezen dan sneller hun waarde. Wanneer er meer productie plaats vindt moeten we wel wennen aan een hogere afschrijving, maar dan komt dit weer op een normaler niveau. Wij anticiperen hierop door de eerste elektrische machines alleen in

3 Betrouwbaarheid van de machines:

- Elektromotor betrouwbaarder dan dieselmotor
- Geen signalen meer storingen bij elektrisch

4 Actieve kennisdeling:

- Dit draagt bij en is nodig
- Meer eenheid bij ontwikkeling i.p.v. allemaal een machine

Interne uitdagingen en risico's

1 Hogere kosten:

- Doorrekenen aan de opdrachtgevers
- Nog niet voldoende ruimte om door te rekenen opdrachtgevers nog wennen
- kleinere bedrijven zoeken garanties rendabel inzetten langere tijd

2 Omgang extra financiële risico's:

- Grootte bedrijven schrijven versneld af
- Nieuwe machines worden goedkoper
- Anticiperen door eerst alleen lease aan te bieden

lease aan te bieden, waarbij de risico's bij ons en Volvo liggen. Ja er is genoeg ruimte om de machines rendabel in te zetten, vooral op de lange termijn komt dit goed.

3. Hoe moeten bedrijven omgaan met de nieuwe veiligheidsrisico's en manier van werken die ontstaan door het werken met en aan elektrische machines?

De machines die lokaal worden omgebouwd gebeurt door professionals, maar enkel bij fabrikanten wordt er getest wat er gebeurt bij vallen te water raken en andere manieren van inslag. Bij lokale ombouwers gebeurt dit niet en hier zit dan ook het eerste risico. **Voor de risico's bij gebruik komen we vooral op het punt dat machinisten gewend zijn om bij een diesel motor zelf aanpassingen door te voeren wanneer iets niet goed klinkt, waarbij dit bij elektrische machines van 600 volt niet meer kan.** Hier moet bewustwording plaatsvinden en de huidige NEN-normen passen niet bij de nieuwe elektrische machines, maar hier wordt bij een VCA ook nog niet voldoende rekening mee gehouden. Wij anticiperen hierop door onze mensen intern op te leiden om hier veilig mee te werken, maar we gaan ook onze verkopers en demonstrateurs opleiden. We kijken ook binnen het Emissieloos Netwerk Infra hoe we dit het beste kunnen gaan vormgeven.

4. Worden er vanuit opdrachtgevers voldoende beloningen en fictieve kortingen beschikbaar gesteld om het werken met elektrische machines te stimuleren?

De subsidies komen niet vanuit de opdrachtgever, maar vanuit het rijk die ook vaak opdrachtgever is. De projecten waar het rijk verantwoordelijk is zijn er zeker wel mogelijkheden. De Waterschappen geeft vaak ook dekking voor de extra hoge kosten die emissieloos werken met zich meebrengt. **Er zijn nog niet voldoende opdrachtgevers die dit stimuleren, maar dit komt ook omdat er onvoldoende materieel beschikbaar is.** De Rijkswaterstaat heeft een route gemaakt richting 2030, waarin ze een steeds hogere stage norm hanteren en uiteindelijk diesel machines verbieden

Interviewvragen over het personeel wat met/aan de machines werkzaamheden uitvoert.

1. Is het huidige personeel volgens u voldoende technisch onderlegt om aan/met de elektrische machines te werken?

Het zijn monteurs die verstand hebben van dieseltechniek, waarbij deze mensen het niet erg vinden om vieze handen te krijgen. Een elektromonteur die we steeds meer nodig gaan hebben is juist het tegenovergestelde en er zit hier ook een uitdaging om vakbekwame mensen te behouden en te werven. Het is niet voor iedere dieselmonteur weggelegd om elektromonteur te worden.

2. Is er weerstand vanuit het personeel of u tegen het werken aan/met elektrische machines? Wat is/was de reden hiervoor?

In de verkoop wordt dit vooral gezien als kans om ons weer meer in te onderscheiden en voor de monteurs merk ik dit ook niet direct, maar hier ben ik ook niet nauw genoeg bij betrokken om hier goed over te kunnen oordelen.

3. Is er volgens het personeel en u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met/aan de elektrische machines?

Ik vind dit moeilijk te beoordelen, maar naast de komst van de elektrische machines worden er over het algemeen al zeer veel nieuwe systemen gelanceerd. Hier ligt voor ons al een uitdaging, omdat dit voor sommige mensen al lastig genoeg is om hiermee om te gaan.

3 Omgang veiligheidsrisico's:

- Bewustwording niet zonder opleiding aan systemen werken
- Mensen bijscholen voor elektrisch werken
- Sector breed bijscholen

4 Voldoende stimuleren:

- Er zijn subsidies vanuit de overheid
- Voldoende ruimte op projecten overheid
- Sector breed nog niet voldoende ruimte

Interviewvragen over het personeel

- ##### **1 Technisch onderlegt:**
- Meer elektromonteurs nodig
 - Niet iedere dieselmonteur geschikt

- ##### **2 Weerstand van personeel:**
- Wordt meer gezien als kans in de verkoop
 - Merk geen directe weerstand personeel

- ##### **3 Voldoende tijd om te leren werken:**
- Dit is al nu ook al een uitdaging voor sommige mensen lastig

Bijlage 8 Interview 5 Gerard van der Veer, GMB Beheer B.V.

Interview met Gerard van der Veer hoofd materiaalbeheer bij GMB Beheer, lid van het kernteam van het Emissieloos Netwerk Infra en werkgroep trekker van de werkgroep techniek en gebruik materieel bij het Emissieloos Netwerk Infra.

De interviewvragen als introductie zijn als volgt:

1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?

Ik werk voor GMB en dit is een bedrijf wat bestaat uit 6 onderdelen. We hebben een bio-energiefabriek, een rioleringstechniek bedrijf, we hebben 1 civiel bedrijf die dijken bouwt, 1 civiel bedrijf die drinkwaterstations bouwt en 1 civiel bedrijf voor de ondergrondse infra en bestrating in de Rotterdamse haven en we bouwen hiermee ook windmolen fundaties en we hebben een servicebedrijf voor het onderhouden en kleine klussen.

2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?

Ik werk voor GMB als hoofd materiaalbeheer en ik ben hierbij verantwoordelijk voor al het materieel wat bij GMB gebruikt wordt. Ik heb hierbij de verantwoordelijkheid voor de investeringen en het onderhoud van de machines. Ik hou mij hierbij niet alleen bezig met de aankoop en het vervangen van de machines, maar ook de diesel en energie-inkoop.

3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?

Door mijn functie waarin ik verantwoordelijk ben voor de investeringen in machines en het onderhouden hiervan. Ik heb zelf een vervangingsagenda uitgezet tot aan 2030 toen in 2019 de eerste stikstofuitspraak was en hierbij gekeken welk materieel wanneer vervangen kon worden voor elektrisch materieel. We zijn met van der Spek naar een ombouwer gegaan (UMS Urban Mobility Systems) en hier zijn we gezamenlijk het eerste ombouwtraject gestart voor de ombouw van een Hyundai.

Interviewvragen over technologische uitdagingen waar de bouwsector zich op moet voorbereiden:

1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?

Wij hebben het gemiddelde verbruik van een machine gedaan en het aantal liters diesel keer 4 gedaan en daar de accucapaciteit gebaseerd, maar door het verschillende verbruik van andere werkzaamheden bleek dit te weinig. Om een dag te kunnen draaien moet je hier marge in hebben en kijken naar het maximale verbruik, ook door de invloed van weersomstandigheden en capaciteit die in de accu blijft zitten. We hadden ook meer IDL time verwacht, maar dit klopte niet volledig. Er hoeft niet op een andere manier gewerkt te worden, omdat de productie wel gemaakt moet kunnen worden. Wij vinden dat er een accu met genoeg capaciteit op een machine moet zitten om een gehele dag te kunnen draaien.

2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?

Technologische uitdagingen

1 Volledige werkdag:

- Goed nadenken over de benodigde accucapaciteit
- Niet op een andere manier werken
- Genoeg capaciteit op de machines voor 1 werkdag

2 Machines laden op de bouwplaats:

- Mobiele machine naar de laadinfra mobiele niet
- Toepassing accu-opslag of wisselbatterijen
- Per situatie bekijken
- Op de bouwplaats onvoldoende laadinfra aanwezig
- Dezelfde laadinfra

Dit is heel erg verschillend, waarbij wij vinden dat een mobiele machine naar een laadpunt kan maar een immobiele machine niet. Bij een immobiele machine kan dit niet, hierbij kun je werken met een accu-opslag die je hierheen brengt of gebruik maken van wisselbatterijen. Wij kiezen per situatie wat benodigd is, waarbij we nu vooral wisselbare accu's toepassen. Het nadeel van accu-opslag is dat je 1 werklading 2 keer moet laden eerst in de batterij en daarna in de machine. Dit geeft ook 2 keer zo veel grondstoffenbeslag en dit is niet passend op het gebied van duurzaamheid. We passen het wel toe, omdat het op dit moment niet anders kan. Op de bouw zijn onvoldoende geschikte aansluitingen aanwezig. We kunnen de aansluitingen ook niet altijd volledig benutten, waardoor de toepassing van een batterij als buffer of het wisselen van accu's voor nu de beste oplossing is. Wij doen ook aan de toepassing van biogas als alternatief dit is emissievrij en voor nu ook een oplossing. Het is cruciaal dat de verschillende laadinfra van fabrikanten op elkaar kan worden aangesloten.

3. Hoe kan ervoor gezorgd worden dat de zware elektrische machines met de technologische uitdagingen even betrouwbaar worden als de fossiel aangedreven machines?

Ik denk dat deze machines op dit moment al betrouwbaarder zijn, aangezien het ombouwen op dit moment in de wereld al op een goeie manier gebeurt. We moeten bij de ombouw goed letten op de veiligheid, maar een elektrische aandrijflijn is veel betrouwbaarder dan een mechanische aandrijflijn. De onbetrouwbaarheid zit nog in de software, aangezien dit complex is en hierbij ligt het vooral aan de componenten die je toepast. We hebben nu nagenoeg geen storingen meer, maar de stekkerverbindingen moeten wel goed zijn. Het zou naar de toekomst toe nog beter zijn als de machines vanaf de tekenafel worden uitgedacht in plaats van alleen de motor en dieseltank vervangen voor een elektromotor en batterijpakket. In het begin werd soms wel te vroeg bijgeladen, maar dat is enkel in het begin. Wij willen hetzelfde overzicht als in een auto, waarbij je kan zien hoe lang je op de huidige manier van werken nog kan draaien op de accu.

4. In hoeverre kan actieve kennisdeling over technologische ontwikkelingen binnen de bouwsector bijdragen aan de technologische ontwikkelingen?

Dit kan enorm bijdragen aan de ontwikkelingen en dat is de reden waarom wij kennis delen als GMB. Ontwerpers ontwerpen een machine vanuit techniek en niet vanuit gebruik, waardoor er ook aannemers en veiligheidsmensen bij betrokken moeten worden. Door verschillende disciplines te betrekken gaan die ontwikkelingen beter en sneller. Door ook te overleggen over storingen en uitdagingen komen we gezamenlijk sneller tot een beter product. Je moet met elkaar samen innoveren om het beste product te kunnen krijgen. Bij het Emissieloos netwerk Infra vindt welk voldoende kennisdeling plaats en dit brengt ons echt verder, maar er kan door sommige bedrijven nog meer kennis gedeeld worden.

Interviewvragen over hoe bedrijven om moeten gaan met de interne uitdagingen en risico's door overgang naar elektrische machines:

1. Hoe moet de bouwsector omgaan met de hogere kosten die ontstaan door de aanschaf van elektrische machines die vaak 2 tot 3 keer duurder zijn dan fossiel aangedreven machines?

3 Betrouwbaarheid van de machines:

- Elektrisch op dit moment al betrouwbaarder
- Goed op veiligheid letten bij de ombouw
- In de toekomst elektrisch vanaf de tekenafel

4 Actieve kennisdeling:

- Kan enorm bijdragen aan de ontwikkelingen
- Betrekken verschillende disciplines geeft snellere ontwikkeling
- Er mag door sommige bedrijven meer kennis gedeeld worden

Er moet niet gekeken worden naar de aanschaf, maar juist naar de exploitatiekosten. Aanschafsubsidies hebben hierbij ook weinig nut, aangezien de klant aan deze prijzen moet wennen. Het is hierbij belangrijk dat opdrachtgevers gestimuleerd worden om deze machines in te zetten. Wij spelen hierbij ook open kaart met opdrachtgevers en laten zien wat het kost en wat wij nodig hebben om deze machine rendabel in te zetten. Er moet gewoon een goed tarief komen voor de emissieloze machines om deze goed in te kunnen zetten en dit is duurder dan diesel machines. Het is per branche afhankelijk of er genoeg mogelijkheden zijn om de kosten door te rekenen en de machines rendabel in te zetten. Bij projecten met natuur waar emissieloos werken nodig is hebben de opdrachtgevers geen keus, maar de opdrachtgevers in de bebouwde omgeving zijn niet bereid dit te betalen en in de rioleringstechniek ook nog niet. Ik zie meer voor een inzetsubsidie, waarbij de projecten emissieloos worden uitgevraagd in plaats van het stimuleren van de aankoop van deze machines.

2. Hoe moeten bedrijven omgaan of gaan jullie om met de extra financiële risico's die ontstaan door de aanschaf van elektrische bouwmaschinen? Hoe kan dit worden beperkt?

Ik zie hier geen risico's voor, aangezien wij een extra set batterijen hebben per machine en deze gaan 3000 cycli mee per stuk. De machine gaat 10000 uur mee en de batterijen een keer zo lang, waarbij ze hierna ook nog kunnen worden ingezet voor piekshaving. De batterijen zijn recyclebaar, waardoor end of life ook geregeld is. Dit is belangrijk omdat de batterijen verreweg het meeste waard zijn aan de machine. Het enige risico zien mensen in de komst van nieuwe machines, omdat deze beter gaan zijn. Ik denk echter dat er voldoende ruimte blijft om deze machines rendabel in te zetten. De aandrijflijn blijft hetzelfde en de elektromotor is betrouwbaarder dan de dieselmotor, waardoor er ook geen risico's zijn voor reparaties en onderhoud. De machines zijn de toekomst, waardoor er meer dan genoeg vooruitzicht is op voldoende werk. De komende 5 tot 10 jaar zal hier altijd werk voor zijn.

3. Hoe moeten bedrijven omgaan met de nieuwe veiligheidsrisico's en manier van werken die ontstaan door het werken met en aan elektrische machines?

Vanuit de fabrikant moet geregeld zijn dat de machine veiligheid op orde is en wij als gebruikers moeten de machines veilig gebruiken. BMWT heeft een handreiking gemaakt met veilig werken, ENI heeft standaarden opgesteld en bouwland Nederland stelt ook richtlijnen op. Wij hebben zelf ook bijgedragen aan machineveiligheid door aan te geven dat we enkel werken met veilige geschikte landpalen, waarbij alles beveiligd en afgeschermd is. Wij hebben aan leveranciers gevraagd hoe we wisselbatterijen moeten vervoeren om veiligheid te waarborgen. Er zijn nu nog te weinig opleidingen beschikbaar om personeel om te scholen, maar een machinist krijgt bij ons wel een training hoe er veilig met de machine gewerkt kan worden. De trainingen voor monteurs wordt wel echt heel belangrijk en sector breed moet ook scholing plaatsvinden. Richting de toekomst hebben we meer monteurs nodig die opgeleid zijn om met dit soort machines te werken.

Interne uitdagingen en risico's

1 Hogere kosten:

- De klant moet aan de hogere kostprijs wennen
- Nog niet voldoende ruimte om door te rekenen
- Doorreken kan op projecten waar opdrachtgevers moeten

2 Omgang extra financiële risico's:

- Ik zie hier geen risico's
- toepassen recyclebare batterijen
- Risico door nieuwe goedkopere machines
- Door tekort blijven machines rendabel

3 Omgang veiligheidsrisico's:

- Vanuit fabrikant veiligheid gewaarborgd
- Nog niet voldoende opleidingen beschikbaar
- trainingen over veilig werken
- Sector breed personeel bijscholen

4. Worden er vanuit opdrachtgevers voldoende beloningen en fictieve kortingen beschikbaar gesteld om het werken met elektrische machines te stimuleren?

In aanbestedingen gebeurt dit door de noemer duurzaamheid, maar dit is een klein onderdeel. Pas als er expliciet gevraagd wordt om elektrische machines wordt dit ingezet. Opdrachtgevers zijn ook nog zoekende om dit op de juiste manier uit te vragen. De overheid kan dit stimuleren door verplichtingen op te stellen aan opdrachtgevers, waarbij de inzet van elektrisch materieel te verplichten en projecten op een andere manier niet meer toe te staan.

Interviewvragen over het personeel wat met/aan de machines werkzaamheden uitvoert.

1. Is het huidige personeel volgens u voldoende technisch onderlegt om aan/met de elektrische machines te werken?

Ja dat zijn ze zeker, aangezien wij ze hierop uitkiezen. De machinist maakt of breekt de machine, waarbij we ervoor zorgen dat de machinist vanaf het begin betrokken is, gaven tijd om te gaan proevendraaien, lieten hem meebeslissen bij de afstelling van hydrauliek en over veiligheid. De machinist was enorm betrokken en daardoor ook voldoende opgeleid. Een machine kopen en er zomaar iemand op laten werken is absoluut niet de juiste manier en dit werkt ook niet.

2. Is er weerstand vanuit het personeel of u tegen het werken aan/met elektrische machines? Wat is/was de reden hiervoor?

In het begin zijn sommige mensen sceptisch, maar wanneer men er mee werkt slaat dit over naar enthousiasme. De machine draait zeker net zo goed en ze krijgen het gevoel van vertrouwen, omdat de machines enorm duur in aanschaf zijn en dit toevertrouwd wordt. Zodra men ermee werkt vindt de overtuiging plaats.

3. Is er volgens het personeel en u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met/aan de elektrische machines?

Het is heel belangrijk dat je dit goed voor een machinist inricht. In het begin draait de machine niet direct 8 uur, waarbij iedereen hieraan moet wennen en aan het leren is. Duidelijke afspraken hierover maken is zeer belangrijk, zodat iedereen er op de juiste manier in staat.

4 Voldoende stimuleren:

- Nog niet genoeg ruimte voor in normale aanbestedingen
- Overheid kan opdrachtgevers gaan verplichten

Interviewvragen over het personeel

1 Technisch onderlegt:

- Wij kiezen de meest geschikte personen hierop uit
- Gaven veel tijd en ruimte voor proefdraaien
- Machinisten vanaf het begin betrekken

2 Weerstand van personeel:

- Sommige waren sceptisch
- Door betrouwbaarheid ontstaat vertrouwen
- Tijdens werken vindt overtuiging plaats

3 Voldoende tijd om te leren werken:

- Richten dit goed voor de machinist in
- Draaien niet direct 8 uur
- Geven iedereen tijd om te wennen

Bijlage 9 Interview 6 Stefan Spits, Ploegam B.V.

Interview met Stefan Spits werkvoorbereider bij Ploegam B.V. en actief in het regelen van laadvoorzieningen en de inzet van de eerste elektrische machines op projecten bij Ploegam.

Stefan Spits gaf eerst zelf een korte introductie over de manier waarop Ploegam met elektrische machines bezig is en het project waar deze nu op worden ingezet.

Dijkversterking Wolveren Sprok is een opdracht van het Waterschap Rivierenland. Is een combinatie van Ploegam, Dura Vermeer en GMB. In het afgelopen jaar 4 kilometer dijk versterkt van de 13 kilometer in totaal. Dit is vooral veel grondverzet en het plaatsen van damwanden. Zijn 60 of 70 machines op het project bezig waarvan een aantal elektrisch. Ploegam heeft door een samenwerking met Staad de beschikking over zeer veel elektrisch materieel. Wij zijn samen met Staad begonnen met de ombouw van de eerste elektrische mobiele kraan. De eerste elektrische machines worden getest op projecten van Ploegam, aangezien Ploegam naast de nauwe samenwerking ook een belang heeft in Staad.

De interviewvragen ter introductie

1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?

Ik ben werkzaam voor Ploegam, dit is nog een echt familiebedrijf wat uitgegroeid is tot een bedrijf met 350 werknemers. We zijn actief op projecten op het gebied van grondwerk, infra, waterbouw, innovatie en transport. Het is een zeer vooruitstrevend bedrijf nu ook met elektrisch materieel en we hebben steeds meer grotere projecten waar wij in meewerken of nu zelf ook volledig in eigen beheer uitvoeren.

2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?

Ik ben werkvoorbereider en ik ben hier vooral actief in het regelen van grondstromen en ik ben actief in de aankoop van overig materieel. Ik hou mij ook bezig met het elektrische materieel, waarbij we een subsidie hebben binnengehaald om op dit project deels emissieloos te werken en ik hou mij bezig met de mogelijkheden van opladen. Ik kijk hoe we kunnen laden en waar we dit het beste kunnen gaan doen.

3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?

Dat begon met de komst van een mobiele kraan op dit project, waarbij ik moest gaan zoeken naar een geschikte oplaadlocatie en toen zijn we gezamenlijk met het waterschap op zoek gegaan naar de mogelijkheid voor een subsidie hiervoor. Begin volgend jaar komen er 3 elektrische machines op dit project beschikbaar en gaan we daar verder mee werken.

Interviewvragen over het effect van de overgang naar elektrische machines ten opzichte van de functievereisten:

1. Hoe kijkt het personeel en u als werkvoorbereider naar de omscholingstrajecten die op dit moment voor u worden aangeboden om aan elektrische machines te mogen werken?

Het lastige is dat de ontwikkelingen hiervoor erg snel gaan. Door de snelle ontwikkeling is dit niet altijd te volgen, waardoor het volgen van de juiste omscholingstrajecten lastig is. De machinisten weten daardoor ook niet precies wat ze moeten verwachten. Door een uitgebreide samenwerking die we nu hebben met Staad kunnen machinisten ook al eerder bij de productie kijken en wordt een deel van de onwetendheid weggenomen. We gaan instructies geven hoe machinisten de machines moeten gaan gebruiken, hoe ze accu's moeten koppelen en wat er nodig is bij transport. Er worden nog geen echte omscholingstrajecten aangeboden die machinisten nu al kunnen gaan volgen. Door de samenwerking met Staad kunnen machinisten naar Staad en worden ze daar al deels opgeleid over de omgang met de machine.

Effect van de overgang naar elektrisch

1 Omscholingstrajecten:
 -Door snelle ontwikkeling omscholen moeilijk
 -Machinisten weten niet wat te verwachten
 -Opstellen instructies hoe machines te gebruiken
 -Nog geen omscholing beschikbaar

2. Is er volgens het personeel en u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met de elektrische machines?

Doordat wij geleidelijk aan meer elektrische machines beschikbaar krijgen kunnen de machinisten hieraan wennen. Wij hadden laatst een test van 2 weken met de elektrische machines, waarbij ik kon gaan kijken hoe het laden ging en wat hiervoor nodig was en de machinist op zijn gemak kon wennen aan de nieuwe machine. We houden er voor de start rekening mee dat machinist hier voldoende tijd voor krijgt, omdat dit zeer belangrijk is om te weten hoe de machine functioneert, hoe we moeten laden en hoelang de machine op een acculading meegaat in verschillende situaties. Het personeel ervaart het werken met de machines niet als lastig, alleen de accu's en het laden is nieuw en wennen. We zorgen er ook voor dat de machines ruim 9 uur kunnen draaien, zodat het werk voor de machinist gelijk blijft. De machinisten vinden het direct vermogen juist heel mooi en ervaren het ook niet als lastig.

3. Hoe denkt u over de veiligheidsrisico's bij het werken met de elektrische machines?

Dit bespreken we vooral openlijk met elkaar, zodat dit tijdens de bouw duidelijk in beeld is en we precies weten of alles aan de juiste normen voldoet. We hebben hiervoor een werkinstructie wat te doen in welke situatie en hoe er met veiligheid moet worden omgegaan. We hebben hier een bepaald veiligheidsbeleid voor opgesteld, zodat we veilig kunnen werken. Er is extra aandacht voor, omdat het iets compleet nieuws is en we extra moeten opletten op wat we doen.

4. Is er weerstand vanuit het personeel of u tegen het werken met elektrische machines? Wat is of was de reden hiervoor?

Er was in het begin zeker wel weerstand, maar dat is het afgelopen jaar enorm verbeterd, ook omdat we machinisten veel meer bij de ontwikkeling betrekken en als bij Staad langs laten gaan om erover te leren. In het begin zei het personeel dat het niks ging worden en dat ze het niet wilde en dat hoor je eigenlijk al veel minder. Het is vooral de spanning onzekerheid en onwetendheid, maar door een duidelijkere planning is hier alweer meer rust in gekomen. En niet iedereen zal het uiteindelijk willen om elektrisch te werken. Ik vind het zelf leuk, omdat het iets nieuws is, maar het laden en regelen van voorzieningen hiervoor kost zeer veel tijd. Als het laden straks soepel verloopt denk ik dat het goed bevalt.

5. Biedt het bedrijf waarvoor u werkzaam bent u genoeg mogelijkheden om de overgang naar elektrisch succesvol door te maken?

Ploegam biedt hier zeker mogelijkheden voor en we pakken dit gezamenlijk per onderdeel op. Er wordt ook voldoende naar ons geluisterd, aangezien wij hier ook veel in mogen pionieren en zelf mogen ontdekken hoe we het beste kunnen laden. Ik ben vooral ook zelf veel aan het testen op wat voor manier de laadvoorziening het beste geregeld kan worden en ik krijg hier zelf veel ruimte in om dit uit te zoeken. We zijn natuurlijk erg zoekende, maar er is nog niemand die precies weet hoe een stroomvoorziening op de bouwplaats het beste geregeld kan worden.

Interviewvragen over het werken op de bouwplaats:

1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?

2 Voldoende tijd en ruimte:

- Door de geleidelijke overgang voldoende tijd om te wennen
- Houden hierop voor de start rekening mee
- Personeel ervaart de overgang niet als lastig
- Laden is wennen

3 Veiligheidsrisico's:

- Bespreken risico's voor we beginnen met elkaar
- Werkinstructies wat te doen per situatie
- Veiligheidsbeleid is altijd beschikbaar

4 Weerstand vanuit het personeel:

- In het begin veel weerstand verbeterd snel
- Weerstand vooral vanuit spanning en onzekerheid
- Personeel vanaf begin betrokken
- Niet iedereen wil elektrisch werken

5 Mogelijkheden voor de overgang:

- Er zijn voldoende mogelijkheden
- Ruimte om zelf te pionieren
- Wordt voldoende naar het personeel geluisterd

Dat zit puur in de accu's, waarbij het cruciaal is om ervoor te zorgen dat de machines op 1 acculaden zeker 9-10 uur moet kunnen werken. Het is ook afhankelijk per machine, waarbij een trekker makkelijk een accu kan wisselen en hier ook wel tijd voor is. Een trekker is mobiel, maar een rupskraan moet de hele dag kunnen draaien. Het wisselen van accu's voor een rupskraan is niet handig, omdat deze vaak op lastige plekken staat en de hele dag moet kunnen draaien.

2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?

Het is het beste om op vaste stroomaansluitingen te laden, omdat dit het goedkoopste is. De toepassing van stroomnet en zware laadpaal is hierin zeer bruikbaar, maar dit is op veel projecten vaak niet mogelijk. Als we geen vaste stroomaansluiting hebben kijken we naar mogelijkheden om te werken met een waterstofaggregaat, biogas, accu's wisselen of een batterij-opslag. Er is hier ook nog voldoende ruimte om hier verder in te ontwikkelen en ik denk dat dit op het moment de grootste uitdaging is. Het wordt vooral een uitdaging als we straks nog meer elektrische machines op 1 projecten hebben, maar dit gaat gelukkig geleidelijk.

**Interviewvragen over
werk op bouwplaats**

1 Volledige werkdag kunnen werken:

- Machines met voldoende accucapaciteit
- Per machine mogelijkheden bekijken

2 Beste manier van opladen:

- Vaste stroomaansluiting vaak niet mogelijk
- accuwissels, biogas, batterijopslag of waterstofaggregaat
- Uitdagingen bij meer machines op 1 project

Bijlage 10 Interview 7 Corné de Graaij

Interview met Corné de Graaij monteur technische ondersteuning werkplaats bij de Staad groep.
 Betrokken bij de eerste ombouw machines van diesel naar elektrisch bij de Staad groep.

De interviewvragen ter introductie

1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?

Ik werk bij Staad een importeur en dealer van Doosan machines, waarbij wij actief zijn in midden en zuid Nederland en met de elektrische machines door heel Nederland.

2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?

Technische ondersteuning van de werkplaats, maar ik ben vooral actief met de prototypes. Ik werk aan de eerste elektrische machines die wij op de markt gaan brengen en op wat voor manier de ombouw in de praktijk het beste passend kan worden gemaakt.

3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?

Staad kocht 2 elektrische machines bij een bedrijf waar ik werkte en toen vroegen ze aan mij of ik bij hen wilde gaan werken als elektrische opbouwmonteur, waarbij ik mee mocht gaan helpen met het ontwikkelen van de elektrische machines.

Interviewvragen over het effect van de overgang naar elektrische machines ten opzichte van de functievereisten:

1. Hoe kijkt het personeel en u als monteur naar de omscholingstrajecten die op dit moment voor u worden aangeboden om aan elektrische machines te mogen werken?

Het personeel bij Staad is hier enigszins terughoudend in, omdat ze direct al schrikken wanneer ze horen dat er 800 volt door de machine heen gaat en dit niet gewend zijn. We werken in een sector waar monteurs actief zijn die allemaal gewend zijn om met diesel aangedreven machines te werken en hier reparaties aan uit te voeren, waardoor ze in het begin sceptisch zijn over de elektrische machines. Er zijn veel monteurs die het wel willen leren, maar er is ook een groot deel die aangeeft dat ze liever met diesel aangedreven machines werken. Er worden geen omscholingstrajecten aangeboden, omdat deze er gewoon nog niet zijn, maar er zijn wel NEN-normen waarin wij uitleg krijgen over veiligheid. Het werken aan elektrische machines hebben wij verder wel echt zelf als bedrijf moeten leren. Elektrisch staat nog te veel in de kinderschoenen om er nu al opleidingen beschikbaar voor te hebben, waarbij er nog niet voldoende machines omgebouwd worden om dit te ontwikkelen.

2. Is er volgens het personeel en u voldoende tijd en ruimte om te leren werken aan elektrische machines?

Ik denk dat hier op dit moment nog niet voldoende tijd en ruimte beschikbaar voor is. In 2035 moeten alle machines emissieloos zijn, waardoor er enorm veel haast is en er ook weinig ruimte is om te leren werken aan elektrische machines. Dit speelt sector breed en dus niet specifiek bij Staad. Wij zijn 7 of 8 weken bezig met de ombouw van een machine en we doen er heel veel. Je merkt dat er sector breed te weinig personeel beschikbaar is om de ombouw van elektrische machines te realiseren. Er is op dit moment te weinig personeel beschikbaar om alle machines voor 2035 om te bouwen. Er wordt wel goed rekening gehouden met de complexiteit van de machines, maar het is vooral gewoon veel werk en dit is ook lastig als er nieuwe collega's bij komen die hieraan moeten wennen.

Effect van de overgang naar elektrisch

1 Omscholingstrajecten:

- Er zijn op dit moment nog geen geschikte omscholingstrajecten
- Krijgen uitleg over NEN-normen en veiligheid
- Niet alle monteurs willen elektrisch
- Over elektrisch is het Personeel terughoudend

2 Voldoende tijd en ruimte:

- Op dit moment nog niet voldoende tijd voor
- Sector breed te weinig ruimte leren werken aan elektrische machines
- Personeelstekort zorgt voor minder tijd
- Wordt wel goed rekening gehouden met de complexiteit

3. Hoe denkt u over de veiligheidsrisico's bij het werken aan de elektrische machines?

Ik denk niet dat het werken aan elektrische machines extra veiligheidsrisico's geeft voor ons als monteurs, aangezien het werken aan de machines zeer veilig is. Ik werk al 8 jaar aan elektrische machines, waardoor ik precies weet wat ik moet doen op welk moment, maar dit kan voor nieuw personeel in het begin wel lastig zijn. Op de lange termijn denk ik dat het werken aan diesel machines misschien zelfs wel gevaarlijker is dan het werken aan elektrische machines. Het is wel cruciaal om de juiste materialen en gereedschappen beschikbaar te hebben om aan de machines te werken. Zonder de juiste gereedschappen moet je hier absoluut niet aan beginnen.

4. Is er weerstand vanuit het personeel of u tegen het werken aan elektrische machines? Wat is of was de reden hiervoor?

Er is in het begin wel weerstand vanuit het personeel tegen het werken aan de elektrische machines, maar ik denk dat dit vooral de onwetendheid is en de angst om met elektrisch te werken. Je hebt gewoon monteurs die liever aan diesel machines werken en de overgang is dat lastig. Het is vooral de angst dat elektrische machines lastiger of minder veilig zijn, waarbij een cultuuromslag plaats moet vinden voor het personeel. Het is vooral lastig voor de monteurs die altijd met diesel gewerkt hebben. Die monteurs willen graag een dieselkraan horen en op die manier ervaren wat er met een machine gebeurt. Het is vooral wennen en groeien, waarbij dit over de hele sector binnen een aantal jaren zeker beter zal zijn.

5. Biedt het bedrijf waarvoor u werkzaam bent u genoeg mogelijkheden om de overgang naar elektrisch succesvol door te maken?

Ik kreeg zeker voldoende mogelijkheden voor vanuit Staad, maar het was wel lastig omdat het voor iedereen nieuw is. Er wordt goed geluisterd naar mijn inbreng, doordat ik overkwam van een bedrijf waar ze al met elektrische machines werken. Binnen Staad werd zeer goed nagedacht over de ontwikkeling van de elektrische machines en hoe we dit het beste konden doen. In de theorie worden er dingen bedacht en ik maak dit dan mogelijk op de eerste machines of ik geef aan dat het anders moet en dan kijken wij hier samen aan. Ik krijg hier veel kansen en ruimte om aan de elektrische machines te werken, maar ik werk hier ook aan de prototypes en hiervoor is dat ook zeer belangrijk.

Interviewvragen over het werken op de bouwplaats:

1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?

Ik denk dat bedrijven vooral moeten zorgen voor voldoende accu's op de machine, zodat er een gehele werkdag mee gedraaid kan worden. Als dit niet mogelijk is moet er gezocht worden naar goede oplaadmogelijkheden. Het wisselen van de accu's is op dit moment ook een goede oplossing om te kunnen blijven werken met de machine.

2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?

Ik denk dat er op dit moment het beste gewerkt kan worden met accu wisselingen, waarbij er andere volle accu's klaarstaan om te wisselen tegen de lege accu's die op de machine zitten. Gedurende de werkdag kunnen de andere accu's weer geladen worden en dan worden deze weer gewisseld wanneer dit nodig is.

3 Veiligheidsrisico's:

- Geeft geen extra veiligheidsrisico's is zeer veilig
- Gebruik van juiste gereedschap cruciaal

4 Weerstand vanuit het personeel:

- In het begin is er weerstand door angst en onwetendheid
- Angst dat elektrisch lastiger of minder veilig is
- Grootste cultuuromslag voor dieselmonteurs
- Wennen en groeien

5 Mogelijkheden voor de overgang:

- Voldoende ruimte, maar lastig door onbekendheid
- Veel ruimte voor eigen inbreng
- Wordt goed nagedacht over ontwikkelingen

Bijlage 11 Interview 8 Ton Zoet, Van Werven

Interview met Ton Zoet machinist bij Van Werven op 's werelds eerste volledig elektrische zwenklader, de Ahlmann AZ 95 Electric (Eerste volledig elektrische Ahlmann gestart op project van KWS in Amsterdam, 2020).

De interviewvragen ter introductie

1. Kan u een korte omschrijving geven van het bedrijf waarvoor u werkzaam bent?

Van Werven, een aannemersbedrijf gespecialiseerd in dienstverlening op het gebied van infra en recycling.

2. Wat is uw functie en welke taken/verantwoordelijkheden vallen onder uw functie?

Ik ben Shovel machinist op de volledig elektrische Ahlmann AZ 95 Electric. Ik voer veel werkzaamheden binnen uit, vooral in de infra en de bouw vanwege de zero emissie van de machine.

3. Op wat voor manier bent u betrokken geraakt met elektrische machines?

Het werd aan mij gevraagd of ik ervoor open stond om met een elektrische machine te gaan werken en dat leek mij wel een goed idee, omdat je toch veel vervuiling en stikstof hebt tegenwoordig.

Interviewvragen over het effect van de overgang naar elektrische machines ten opzichte van de functievereisten:

1. Hoe kijkt het personeel en u als machinist naar de omscholingstrajecten die op dit moment voor u worden aangeboden om aan elektrische machines te mogen werken?

Dat is wel erg belangrijk, aangezien er een groot verschil zit tussen diesel en elektrisch vooral de veiligheidsrisico's. **Vroeger deed ik alle controles aan de machine zelf, maar door de overgang naar elektrisch veranderde dit. Het motorische gedeelte is nu echt afgesloten en ze hebben liever dat je hier als machinist niet meer aankomt vanwege de gevaren. Ik heb geen omscholingstraject gevolgd, omdat er nog geen opleidingen waren hiervoor. De machine is mij wel volledig uitgelegd en ook wat de gevaren zijn en waar ik op moete letten.** De nieuwe manier van werken is uitgelegd, maar we werken pas anderhalf jaar met de machine en bij vragen bellen wij direct naar de leverancier. De omscholing vindt niet echt plaats het is vooral de ondersteuning van de Ahlmann. **Een ander verschil tussen diesel en elektrisch is dat je alles nog meer in de gaten moet houden, zodat je direct kan ingrijpen. Het is een zeer dure machine.**

2. Is er volgens het personeel en u voldoende tijd en ruimte om te leren werken met de elektrische machines?

Ik werkte bij een vorige werkgever op dezelfde machine, maar dan een diesel variant. Ik wist daardoor al precies wat de handelingen van de machine waren en hoe alles werkte. **Een diesel machine voel je wel beter aan, omdat je tegendruk voelt als je iets raakt in de grond en bij een elektrische machine heb je dit niet. De elektrische machine gaat alleen maar door en je voelt de weerstand daarbij niet meer. Je moet goed opletten en hier wel echt aan wennen. Ik startte direct met de machine en er waren geen eerdere ervaringen mee, waardoor we gezamenlijk hebben geleerd hoe we ermee moesten werken en hier was voldoende ruimte voor.** Ik moest er wel echt aan wennen het was een hele andere manier van werken. De begeleiding voor het leren werken kwam vooral vanuit de Ahlmann, doordat hun de kennis hebben en wij niet. Ze waren anderhalf jaar geleden nog niet in staat om precies te zeggen je moete de

Effect van de overgang naar elektrisch

1 Omscholingstrajecten:
 -Geen omscholingstraject gevolgd
 -Gevaren en werking is uitgelegd
 -Bewustwording anders omgaan bij gebreken

2 Voldoende tijd en ruimte:
 -Wennen aan de andere manier van werken
 -Gezamenlijk geleerd hoe ermee te werken
 -Voldoende tijd en ruimte beschikbaar

Afstudeerwerkstuk

machine op deze manier behandelen. Tegenwoordig gaat dit harstikke goed, omdat ik er volledig gewend aan ben.

3. Hoe denkt u over de veiligheidsrisico's bij het werken met de elektrische machines?

Je moet gewoon echt heel goed opletten, omdat je met zeer hoge spanningen werkt en er zijn ook risico's met koelelementen die door de elektrische motor lopen dit moet allemaal niet te warm worden. De motor kan wel 40 graden worden, waardoor koelen cruciaal is en risico's geeft. Ik ben goed op de hoogte gesteld van de veiligheidsrisico's. Onze monteurs krijgen nu ook opleidingen hoe ze hiermee om moeten gaan en wat de gevaren zijn. Hierin moet een dieselmonteur wel echte worden omgeschoold en dat gebeurt ook. Je hebt andere storingen en risico's en je moet wel weten hoe je hiermee om moet gaan.

4. Is er weerstand vanuit het personeel of u tegen het werken met elektrische machines? Wat is of was de reden hiervoor?

Vanuit mij was er geen weerstand, omdat ik het leuk vond dat de elektrische machines eraan komen en het ook als een kans zag om hier als eerste mee te werken. Ik merk wel dat collega's om mij heen er weerstand tegen hebben, waarbij er mensen zijn die zeggen dat ze de elektrische machines absoluut niet willen en dat het niks wordt. Ik probeer ze ook wel te overtuigen, omdat het allemaal steeds beter gaat. Het heeft alleen wel tijd nodig om ermee te leren werken eraan te wennen en over de uitdagingen heen te komen. Er waren ook problemen met het laden en dan worden anderen er minder positief over, maar ik vond het belangrijk om hier overheen te stappen en verder te gaan. Ik merk wel dat er nog steeds weerstand van collega's is, waarbij ze aangeven dat ze er niet mee hoeven werken en stroom te gevaarlijk vinden.

5. Biedt het bedrijf waarvoor u werkzaam bent u genoeg mogelijkheden om de overgang naar elektrisch succesvol door te maken?

Ik kreeg hier voldoende mogelijkheden voor, maar het nadeel was dat iedereen eraan moest wennen en er veel onbekend was. Ik merkte tijdens de overgang ook weerstand van aannemers die zeiden ik wil liever geen elektrische machine, maar het moet maar. Een aannemer kijkt vooral naar het werk klaarkrijgen en niet naar de uitstoot. Er werd goed geluisterd naar mijn inbreng en ideeën, omdat ik aanvoelde wat de machine deed en wat er gebeurde.

Interviewvragen over het werken op de bouwplaats:

1. Hoe kunnen bedrijven er volgens u voor zorgen dat er een volledige werkdag met de zware elektrische machines gewerkt kan worden?

Door het regelen van een goede laadinfrastructuur. In het begin hebben we hier zeker problemen mee gehad, omdat er geen goede mogelijkheden voor laden waren. We haalde dan de stroom uit de laadinfra die beschikbaar was, maar dit was vaak geen groene stroom en dan ben je eigenlijk ook verkeerd bezig.

2. Hoe denkt u dat de zware elektrische machines op de bouwplaats het beste opgeladen kunnen worden?

Er komt nu een grootte zeecontainer met een accu, zonnepanelen en een aggregaat, waarmee wij onszelf kunnen gaan voorzien in stroom en ik denk dat dit een hele goede oplossing is. Dit is een volledige schone oplossing en dit kan straks ook zonder aggregaat. Ik gebruik een container met stroom en zonnepanelen dan 1 week en daarna wordt deze omgewisseld door een volle accu.

3 Veiligheidsrisico's:

- Goed opletten i.v.m. hoge spanningen
- Goed op de hoogte gesteld van risico's
- Eigen monteurs worden ook omgeschoold over de gevaren

4 Weerstand vanuit het personeel:

- Collega's hebben weerstand en willen soms niet
- Personeel vindt het elektrische gevaarlijk

5 Mogelijkheden voor de overgang:

- Voldoende mogelijkheden nadelig dat iedereen eraan moest wennen
- Weerstand vanuit aannemers tegen elektrisch

Interviewvragen over werk op bouwplaats

1 Volledige werkdag kunnen werken:
 -Regelen goede laadinfrastructuur

2 Beste manier van opladen:
 -Grootte accu-opslag
 -Werken zonder aggregaat
 -Accu-opslag met zonnepanelen