

Elektrische installaties zonnepark Buiteneiland

**Voorlopig ontwerp
Gemeente Amsterdam**

24 februari 2025 - Confidential

Contactpersoon

F.A. HAZENOOT
Lead engineer

M +31 614401434
E freddy.hazenoot@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

Versiebeheer

Tabel 1: Overzicht van de versiehistorie.

Versie	Datum	Documentcode	Status	Opmerkingen
0.1	20-02-2025	W2MZQ7NVH3EV-1383475626-1959:0.1	Concept	Concept aangeboden voor interne review
1.0	24-02-2025	W2MZQ7NVH3EV-1383475626-1959:1.0	Concept	Eerste vrijgave

Tabel 2: Overzicht van de auteurs- en redactionele functies.

Functie	Naam	Functie	Paraaf
Auteur	Ir. F.A. Hazenoot	Elektrotechnisch ontwerper	Via SharePoint
Controle	Ir. B. Croes	Elektrotechnisch ontwerper	Via SharePoint
Vrijgave	Ir. D. de Wit	Projectmanager, Consultant	Via SharePoint

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
2	UITGANGSPUNTEN	6
2.1	Algemene uitgangspunten	6
2.2	Gebruikte documenten	7
2.3	Onderliggende documenten	8
3	ONDERZOEK	9
3.1	Bestaande situatie	9
3.2	Kabels & leidingen	9
3.3	Sondering	9
3.4	Bodemonderzoek	9
3.5	Knelpunten	9
4	BESCHRIJVING ONTWERP	11
4.1	Systeem	11
4.1.1	Verbruik Buiteneiland	11
4.1.2	Systeemopbouw met transformatoren	12
4.2	Deelinstallaties	15
4.2.1	Inkoopstation	15
4.2.2	Compactstation 1	17
4.2.3	Compactstation 2	19
4.2.4	Compactstation 3	20
4.2.5	Laadkasten	20
4.2.6	Groot grondverzet	21
4.2.7	Overige gebruikers	22
4.2.8	Kabels en kabelwegen	22
4.2.9	Ventilatie	23
4.3	Kosten	23
4.3.1	Eén compactstation (variant 1)	23
4.3.2	Twee compactstations (huidig ontwerp)	24
4.3.3	Drie compactstations (variant 2)	24

4.4	Veiligheid en gezondheid (V&G)	24
5	CONCLUSIE	25
5.1	Samenvatting	25
5.2	Advies	25
5.3	Aandachtspunten voor de vervolgfase	26
BIJLAGEN		
BIJLAGE A - VERMOGENSANALYSE 1 (800 KVA)		27
BIJLAGE B - VERMOGENSANALYSE 2 (2000 KVA)		28
BIJLAGE C - BLOKSCHEMA		29
BIJLAGE D - GRONDSHEMA		30
COLOFON		31

1 INLEIDING

De gemeente Amsterdam heeft hoge ambities op het gebied van duurzaamheid en specifiek voor duurzame energieopwekking. Buiteneiland (Figuur 1), het laatste eiland van IJburg fase 2, wordt circulair aangelegd. Fase 2 duurt ongeveer 20 jaar. Hierbij zal Buiteneiland, een stuk grond van het IJmeer afgesloten water van enkele hectares groot, gedurende een lange periode onbebouwd liggen. Dit biedt de mogelijkheid om van Buiteneiland een gronddepot te creëren en om een drijvend zonnepark aan te leggen dat het gronddepot en tijdelijke functies van elektriciteit kan voorzien. Het doel is om jaarlijks minstens de hoeveelheid zonnestroom op te wekken die op jaarbasis nodig is als al het materieel voor het gronddepot, zoals vrachtwagens, kranen, laders e.d. geëlektrificeerd is. Om de functies van het depot en het zonnepark te kunnen realiseren, is een energievoorziening noodzakelijk.

Het doel van het voorliggend document is het beschrijven van het voorlopig ontwerp (VO) voor de elektrische installaties op het gronddepot tijdens de eerste exploitatiefase. De aandacht bij de installaties is vooral gericht op de energievoorziening, het energietransport en de belangrijkste componenten daarvan die gebruikt worden voor de laadinfrastructuur van de werkmachines van het gronddepot.



Figuur 1: Scope van de elektrische installaties voor het gronddepot op Buiteneiland in Amsterdam tijdens de eerste exploitatiefase is blauw gemarkeerd. Het Buiteneiland ligt ten oosten van Amsterdam in het IJmeer en is verbonden met één hoofdweg met het Middeneiland. In het oosten van Buiteneiland ligt de projectie van het toekomstige zonnepark. In het westen ligt een exploitatiegebied van de toekomst wat voor het VO buiten de demarcatie ligt. (Google, 2024)

De werkwijze van het VO baseert zich op het creëren van een robuuste vermogensanalyse om te controleren of exploitatie mogelijk is binnen acceptabele voorwaarden. Tegelijkertijd zijn de uitgangspunten zoveel mogelijk specifiek gemaakt voor het huidige ontwerp als basis voor de vervolgfases inclusief de verdere uitwerking van het zonnepark. Hierbij zijn afwegingen gemaakt voor het energietransport op het eiland. Tegelijkertijd is er rekening gehouden met de belangrijkste componenten van de elektrische installaties voor de energievoorziening. De scope van dit document beschrijft de stappen vanaf het inkooppunt van de netbeheerder tot aan de laadpunten en bij de overige gebruikers tot aan de onderverdelers. Deze overige gebruikers worden geclassificeerd in eindgroepen, maar bij veel van deze gebruikers zullen de specificaties in een latere fase bekend worden gemaakt.

Voor het ontwerpproces is gestart met het vastleggen van de randvoorwaarden en uitgangspunten die van toepassing zijn voor het voorlopig ontwerp. Deze zijn beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt informatie gegeven over de bestaande situatie en de van toepassing zijnde onderzoeken voor het realiseren van het ontwerp. Een meer gedetailleerde beschrijving van het ontwerp met toelichting over de belangrijkste deelinstallaties is te vinden in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 4 wordt ook de kostenafweging beschreven. Aan het einde van het hoofdstuk worden de restpunten beschreven. Alle bijlagen zijn achterin het voorliggend document te vinden.

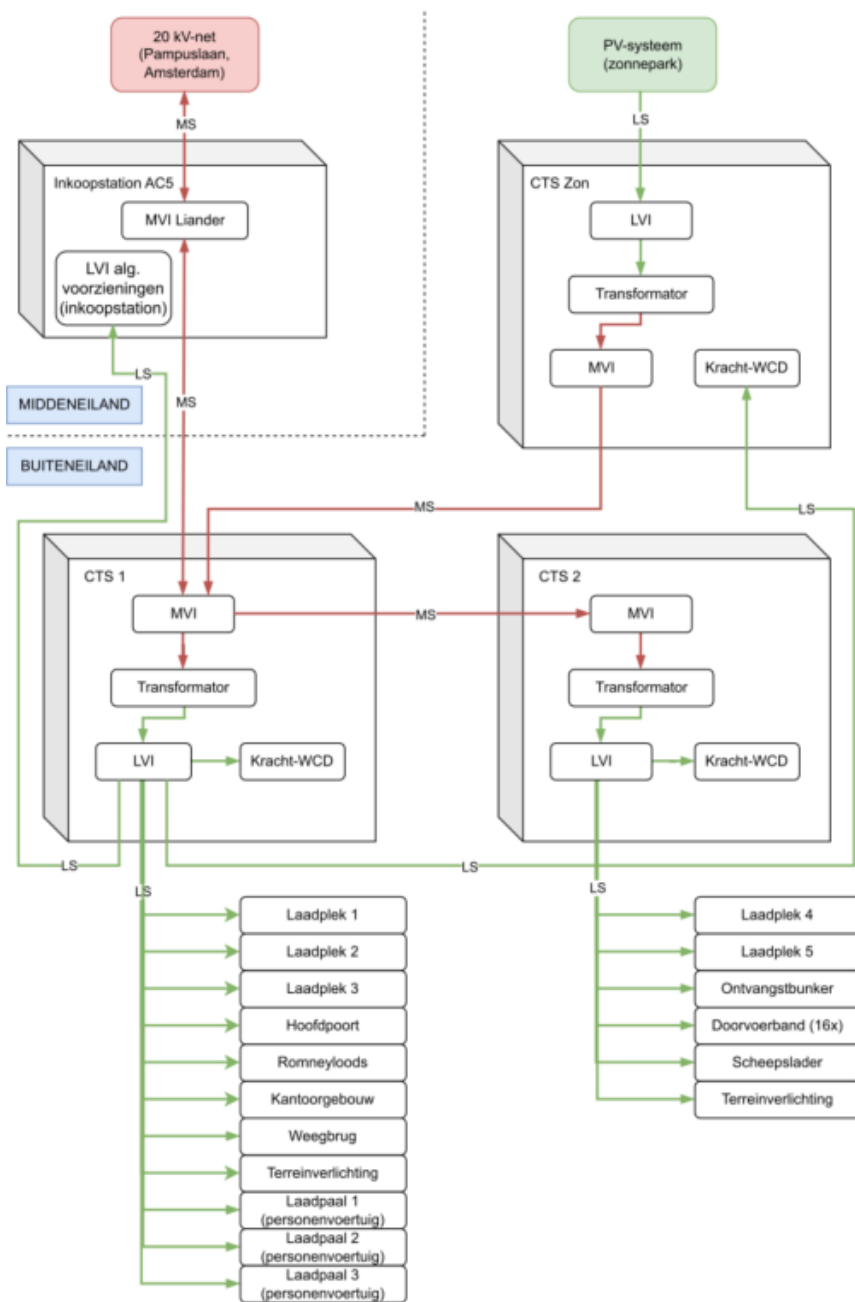
2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Algemene uitgangspunten

Bij de start van het voorlopig ontwerp zijn de volgende uitgangspunten vastgesteld:

- Omgeving
 - Het ontwerp baseert zich op een 'greenfield' gebied.
 - De ondergrond bestaat over het algemeen uit een zandgrond.
- Energieaansluiting en verbruik
 - De energieaansluiting is een nieuwe energieaansluiting met het 20 kV-net van netbeheerder Liander met een maximaal transportvermogen van 2 MVA
 - Het maximale gecontracteerd energieverbruik is 800 kW tijdens de eerste exploitatiefase.
 - In de toekomst na de eerste exploitatiefase zal het maximale gecontracteerd energieverbruik verhoogd worden naar 2000 kW. De selectie van kritische componenten van de energievoorziening houdt rekening met een energieverbruik van 2 MVA.
 - Het inkoopstation voor de energievoorziening is gesitueerd in een apart inkoopstation. Het inkoopstation ligt buiten het toegangshek van Buiteneiland. De beheerder van het inkoopstation is Liander.
 - Teruglevering van energie afkomstig van het zonnepark is mogelijk en gebeurt via een koppeling in een compactstation van Buiteneiland.
 - De huidige vermogensallocatie binnen de scope houdt geen rekening met mogelijke ontwikkelingen aan de westzijde van het eiland en mogelijk de verplaatsing van materieel naar dat gedeelte.
- Kabels en leidingen
 - Voedingskabels liggen zo veel mogelijk buiten de verharding.
 - Kabels die wegen kruisen liggen ter hoogte van die wegen in mantelbuizen.
 - Het inkoopstation en de transformatoren zijn verbonden met middenspanningskabels.
 - De eindgebruikers zijn verbonden met laagspanningskabels.
- Laadinfrastructuur werkmachines
 - In de eerste exploitatiefase is het maximale laadvermogen voor de werkmachines 150 kW per laadpunt.
 - Het maximale laadvermogen voor de werkmachines na de eerste exploitatiefase is 400 kW per laadpunt.
 - Vijf nieuwe laadplekken zijn voor de werkmachines.
 - De laadkasten voor deze laadplekken staan in een open opstelling.
 - Drie nieuwe laadpalen voor personenvoertuigen zijn aanwezig op het terrein.
- Zonnepark
 - Het zonnepark levert een maximaal vermogen van 2 MVA.
 - Het zonnepark sluit aan op een aparte transformator gesitueerd in een compactstation.
 - De eindgebruikers zijn volledig onafhankelijk van de energie afkomstig van het park.
- Overige gebruikers
 - De overige gebruikers sluiten aan op twee transformatoren gesitueerd in compactstations.
 - Het maximale laadvermogen voor de personenvoertuigen is 3,7 kW per laadpunt.
 - Van Trier is de leverancier voor de deelinstallaties van groot grondverzet (ontvangstbunker; transportbanden en scheepslader).
 - Dertien nieuwe lichtmasten zorgen voor terreinverlichting. Het aantal is een aanname.
 - Eén nieuwe CCTV-camera per lichtmast. Het aantal is een aanname.
 - Eén nieuwe weegbrug is aanwezig op het terrein.
 - Eindgebruikers voor het kantoorgebouw; de romneyloods en de toegangshek zijn niet gedefinieerd. Een aanname van apparaten en aantallen is gebruikt in de vermogensanalyses.

In het blokschema (Figuur 2) zijn de verbindingen tussen de elektrische installaties eenvoudig weergegeven om de relaties aan te geven. Het schema is ook weergegeven in bijlage C.



Figuur 2: Blokschema van het netwerk van de elektrische installaties. Op het schema weergegeven de rode lijnen de middenspanningskabels (MS) en de groene lijnen, de laagspanningskabels (LS). Van alle prefab gebouwen is alleen het inkoopstation gepositioneerd buiten het toegangshek van Buiteneiland. De afbeelding is een uitsnede van "Zonnepark Buiteneiland – Blokschema".

2.2 Gebruikte documenten

In de onderstaande tabel zijn documenten en tekeningen weergegeven die gebruikt zijn voor het creëren van het voorlopig ontwerp.

Tabel 3: Gebruikte documentatie voor het voorlopig ontwerp.

Kenmerk	Titel	Versie	Datum
MS4408A801	Diabolo 40H – Standaard 1000-2000 kVA	E	05-12-2017
MS4408A831	Diabolo 40H – Standaard 2500 kVA	B	-
N.v.t.	20240917_Maaiveldinrichting_depot_overzichtplan	0.1	17-09-2024
N.v.t.	20240917_Maaiveldinrichting_K&L_overzichtplan	0.1	30-08-2024
N.v.t.	EB13-120BL Link conveyor	-	-
23 0509-000	NB10-250H	-	-

Kenmerk	Titel	Versie	Datum
N.v.t.	Z26-120XW	-	-
-	Overeenkomst betreffende aansluiting en transport van elektriciteit voor grootverbruikers - Contractnummer: 1087 HP 517 / 0298600 / 0020430121	N.v.t.	19-12-2023
TKFP6	Prijslijst TKFP6	N.v.t.	28-01-2025

2.3 Onderliggende documenten

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de aangeleverde documentatie die als producten zijn ontstaan van het voorlopig ontwerp. Deze lijsten en tekeningen bevatten technische en ruimtelijke informatie en dienen als basis voor de verdere uitwerking en besluitvorming tijdens de vervolgfase.

Tabel 4: Opgeleverde documentatie van het voorlopig ontwerp.

Kenmerk	Titel	Versie	Datum
-	Overzichtstekening	-	-
BUI-ARC-VO-ELE-TEK-0001	Blokschema	1.0	19-02-2025
BUI-ARC-VO-ELE-TEK-0002	Single line diagram	1.0	21-02-2025
BUI-ARC-VO-ELE-BER-0001	Vermogensanalyse 1 – 800 kVA	1.0	30-01-2025
BUI-ARC-VO-ELE-BER-0002	Vermogensanalyse 2 – 2000 kVA	1.0	30-01-2025

3 ONDERZOEK

3.1 Bestaande situatie

Buiteneiland is in ontwikkeling. Op het moment van schrijven is de buitenste ring van zand aangelegd (Figuur 3). Deze ring functioneert als een dijk om het inwendige gebied van Buiteneiland verder te kunnen ontwikkelen.



Figuur 3: Overzichtsfoto van de buitenring van Buiteneiland welke functioneert als een dijk. (Amsterdam, 2025)

3.2 Kabels & leidingen

Voor de ondergrondse infrastructuur is onderzoek niet van toepassing. De grond van Buiteneiland is nieuw en onbebouwd, het is te verwachten dat er geen bestaande kabels en leidingen in de ondergrond aanwezig zijn.

3.3 Sondering

Op het moment van schrijven zijn er nog geen sonderingsgegevens bekend. Voor het plaatsen van gebouwconstructies, bijvoorbeeld compactstations zijn sonderingen vereist conform de huidige normeringen.

Door het lossen van grond op Buiteneiland zijn er ook nieuwe bodemsamenstellingen. Door deze nieuwe condities is het ook verstandig om aanvullend grondonderzoek uit te voeren.

3.4 Bodemonderzoek

Bodemonderzoek is niet van toepassing. De grond voor Buiteneiland is hergebruikt en is afkomstig uit andere bouwgebieden van de gemeente Amsterdam. De gemeente onderzoekt de kwaliteit van de grond voordat het gebruikt wordt op Buiteneiland.

3.5 Knelpunten

Tijdens het voorlopig ontwerp zijn twee belangrijke knelpunten geïdentificeerd.

Koppeling met het net (Liander)

Voeding is gedeeltelijk afkomstig van de koppeling met het net. Hiervoor is bij het inkooppunt een elektriciteitsaansluiting van 2 MVA aanwezig. Tijdens de eerste exploitatiefase is het maximaal gecontracteerd vermogen voor het verbruik 800 kW. Na deze exploitatiefase wordt het gecontracteerd vermogen mogelijk verhoogd naar 2000 kW.

Voor beide scenario's zijn vermogensanalyses uitgevoerd en zijn vermogensbalansen beschikbaar, zie bijlagen A en B. Hiermee zijn werkzame scenario's bepaald voor de exploitatie van Buiteneiland. Voor de

uitvoering van de inkoopverdelers stemt de opdrachtgever dit af met de opdrachtnemer en is er afstemming tussen de opdrachtnemer en de netbeheerder.

Koppeling met het zonnepark

Het zonnepark heeft een geschat totaal opgewekt vermogen van 2 MVA. De energie afkomstig van de panelen uit het park is op basis van LS. Distributie van deze opgewekte energie vindt verder plaats door de koppeling met een step-up transformator geïntegreerd in een compactstation 3, CTS Zon. De step-up transformator verhoogt het spanningsniveau naar MS waardoor de energie getransporteerd kan worden in het netwerk van Buiteneiland voor direct gebruik of het kan teruggeleverd worden via het inkooppunt. Het is niet toegestaan om langdurig de transformator 100% te belasten. Dit heeft een nadelig effect op de levensduur van de transformator.

Voor het knelpunt zijn oplossingen aanwezig. Een transformator met een vermogen van 2500 kVA is geschikt om de piekenergie van het zonnepark om te zetten. Er is verder een koppeling in het netwerk van Buiteneiland om energie terug te kunnen leveren aan het net van Liander.

4 BESCHRIJVING ONTWERP

Voor de elektrische installaties op Buiteneiland is de energievoorziening van belang om continu exploitatie te kunnen waarborgen. Voor de componenten is het belangrijk om het energieverbruik in kaart te brengen. Hierbij wordt rekening gehouden met de opstartfase van het gronddepot: de eerste exploitatiefase en de toekomstige fase. Op basis van de resultaten van het elektrisch vermogen kunnen de belangrijkste deelinstallaties en componenten geselecteerd worden voor de energievoorziening.

4.1 Systeem

4.1.1 Verbruik Buiteneiland

Voor de bepaling van het vermogen voor de exploitatie van Buiteneiland gaat het voorlopig ontwerp uit van de onderstaande uitgangspunten. Het energieverbruik van de eindgebruikers is ook weergegeven in de vermogensbalansen 1 en 2 in bijlagen A en B. De

- Het maximale contractueel verbruikt vermogen is 800 kW tijdens de eerste exploitatiefase.
- Het maximale contractueel verbruikt vermogen is 2000 kW na de eerste exploitatiefase.
- Het zonnepark levert een piekvermogen van 2000 kVA, maar de eindgebruikers van Buiteneiland zijn in staat om onafhankelijk te functioneren van het zonnepark.
- Vijf laadplekken zijn aangewezen voor het opladen van werkmachines met een maximaal laadvermogen van 400 kW per laadplek.
- Drie laadplekken zijn aangewezen voor het opladen van personenvoertuigen.
- De terreinverlichting bestaat uit dertien lichtmasten uitgerust met LED op basis van lichtmasten van leverancier Vocare of gelijkwaardig.
- Het kantoorgebouw is bestemd voor 15 werkplekken.
- Elk compactstation en de romneyloods zijn uitgerust met een krachtwandcontactdoos (kracht-WCD). In totaal zijn er vier krachtwandcontactdozen.
- Eén Breston NB10-250H Ontvangstbunker verbruikt 8,5 kW.
- 16 Breston EB13-120BL Doorvoerbanden verbruiken in totaal 176 kW (11 kW per stuk).
- Eén Breston Z26-120XW Scheepsbelader verbruikt 40 kW.
- De deelinstallaties van het groot grondverzet zijn 100% operationeel gedurende dag.
- Overige kleine gebruikers zijn terreinverlichting; CCTV-camera's; weegbrug; verwarming; intercom; acces points e.d. Gebundeld verbruiken zij +/-33,1 kW.

Eerste exploitatiefase

Tijdens de opstartfase van het gronddepot (eerste exploitatiefase) is het beschikbare vermogen van 800 kW ontoereikend om aan alle operationele eisen te voldoen zonder beperkingen. De oplossing om de exploitatie te garanderen is een strategische verdeling van het vermogen met behulp van load balancing en een tijdschema voor het gebruik van de laadinfrastructuur en andere eindgebruikers. De resultaten van de vermogensbalans tijdens de eerste exploitatiefase staan in de vermogensbalans – 800 kVA in bijlage A.

Het groot grondverzet is de primaire functie van het gronddepot op Buiteneiland. Hierdoor is het mogelijk dat de deelinstallaties van het groot grondverzet, zoals de doorvoerbanden volledig operationeel zijn op de dag. De gelijktijdigheid is daarom 100% en het totale vermogen is 224,5 kW.

De belangrijkste maatregel is het toepassen van een gelijktijdigheidsfactor (GLT) van 60% voor de vijf laadplekken voor de werkmachines en het beperken van het laadvermogen per laadplek tot 150 kW. Als de gelijktijdigheid verhoogt, dan daalt het laadvermogen per laadplek tot onder de 150 kW. Een voorbeeld, in het geval dat de GLT verhoogt naar 80% (vier van de vijf bezette laadplekken) dan is het maximale nieuwe laadvermogen per laadplek ongeveer 113 kW, zie de onderstaande berekeningen voor het bewijs.

$$\text{Max. laadvermogen per laadplek} = 450 / 3 = 150 \text{ kW (GLT: 60\%)}$$

$$\text{Max. laadvermogen per laadplek} = 450 / 4 = 113 \text{ kW (GLT: 80\%)}$$

Om het verbruik van vermogen te reguleren is een tijdschema nodig of een 'load balancing' systeem. Het vermogensbalans wordt dynamisch afgestemd op het beschikbare vermogen. Hierbij monitort het systeem

het verbruikte vermogen op een bepaald moment en vergelijkt dat met de ingestelde waarden. Als de ingestelde waarden dreigen te worden overschreden, zal het systeem het aangeboden vermogen automatisch beperken. Met een tijdschema zijn er afspraken met het personeel van het groot grondverzet over wie op welk moment mag laden.

Voor de kracht-WCD is de maximale stroom op basis van een 32 A-beveiliging. Hiermee kunnen de meeste werkzaamheden worden uitgevoerd, bijvoorbeeld onderhoudswerkzaamheden; aansluiten van een kleinere bouwverdelers e.d. Het ontwerp gaat uit van een GLT van 25% in combinatie met een GLT van 100% van het groot grondverzet en de maatregelen voor de laadplekken voor de werkmachines. Dit resulteert in de praktijk dat één kracht-WCD van de vier in totaal aanwezig in het gebied volledig kan worden benut.

De laadpalen voor personenvoertuigen hebben een beperkt laadvermogen gebaseerd op een 1-fase aansluiting. Het maximale laadvermogen is 3,6 kW per laadpaal. Hiermee kunnen alle laadpalen worden benut met een lage oplaadcapaciteit. Personeel van het gronddepot of bezoekers hebben een relatief kleine reisafstand vergeleken met de actieradius van het accupakket van het voertuig. Hierdoor is het niet nodig om het accupakket binnen een bepaalde tijd volledig op te laden. Het ontwerp houdt wel rekening met een steigende lijn van het gebruik van elektrische voertuigen en gaat er van uit dat alle plekken worden benut.

Overige eindgebruikers horen bij het onder meer bij de gebouwgebonden installaties van kantoorgebouw, de romneyloods, terreinverlichting e.d. Deze deelinstallaties horen bij de normale activiteiten van het Buiteneiland. De gelijktijdigheid is aangepast op het gebruik van de verschillende deelinstallaties. Voorbeelden zijn de wandcontactdozen, bij elke werkplek in het kantoor is een WCD aanwezig, maar het aangesloten vermogen zal naar verwachting in de praktijk niet volledig worden benut. Dit komt door spreiding van apparaten die mensen aansluiten op de WCD in de tijd en doordat vaak apparaten met een laag verbruik worden aangesloten, zoals opladers van laptops.

De opgewekte energie van het zonnepark draagt bij de analyse niet bij aan het totale beschikbare vermogen. Het uitgangspunt is het slechtste scenario tijdens een bewolkte dag in het najaar waarbij de omzetting van zonne-energie naar elektrische energie 0% bedraagt.

Eindsituatie

In de eindsituatie kan de volledige elektrische 2 MVA-aansluiting worden benut voor alle operationele behoeften. Deze fase volgt na de eerste exploitatiefase. De uitgangspunten zijn voor het overgrote deel hetzelfde vergeleken met de eerste exploitatiefase. Een belangrijk verschil is dat het laadvermogen voor de werkmachines significant groter is met enkele beperkingen. De resultaten van de vermogensbalans na de eerste exploitatiefase staan in de vermogensbalans – 2000 kVA in bijlage B.

De belangrijkste maatregel is het toepassen van een gelijktijdigheidsfactor (GLT) van 80% voor de vijf laadplekken voor de werkmachines met het gewenste maximale vermogen van 400 kW per laadplek. Als de GLT verhoogt naar 100% dan zal het beschikbare vermogen per laadplek reduceren, zie de onderstaande berekeningen voor het bewijs.

$$\text{Max. laadvermogen per laadplek} = 1600 / 4 = 400 \text{ kW (GLT: 80\%)}$$

$$\text{Max. laadvermogen per laadplek} = 1600 / 5 = 320 \text{ kW (GLT: 100\%)}$$

Om het doel te bereiken kunnen dezelfde oplossingen gebruikt worden als tijdens de eerste exploitatiefase: het toepassen van een tijdschema of een load balancing systeem.

De maatregelen voor de andere eindgebruikers blijven hetzelfde vergeleken met de startfase. Ook het uitgangspunt voor het zonnepark blijft ongewijzigd. De eindgebruikers werken onafhankelijk van de opgewekte energie van het park.

4.1.2 Systeemopbouw met transformatoren

Algemene functionaliteit van de transformator

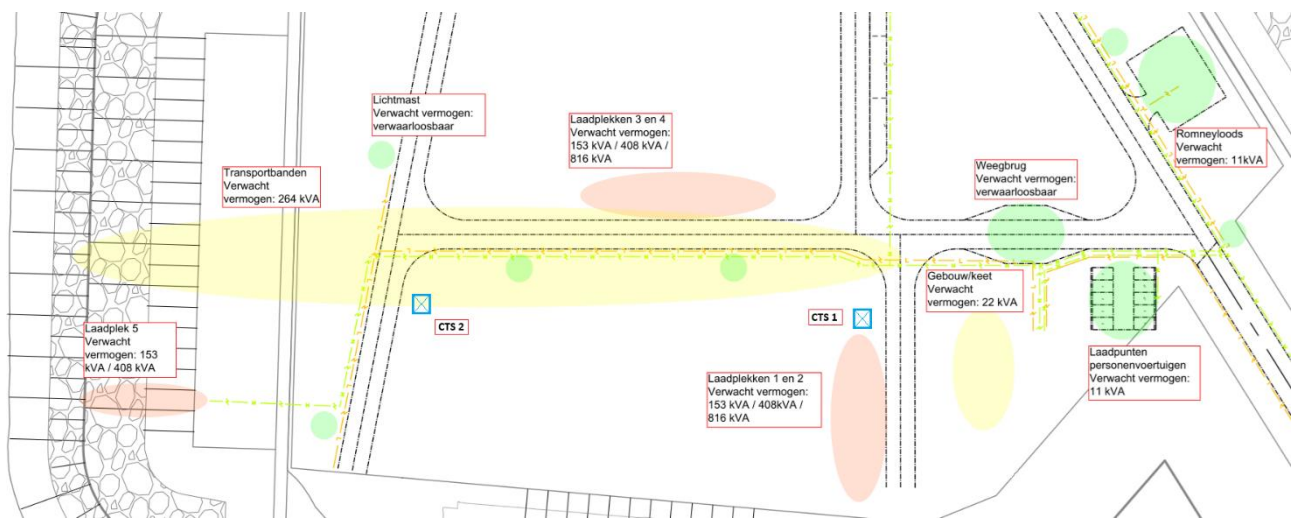
Transformatoren zijn noodzakelijk voor de energievoorziening om een relatief hoog elektrisch potentiaal, de zogehete middenspanning (MS) om te zetten in een lager potentiaal, de laagspanning (LS) en andersom. Laagspanning is het potentiaalniveau waarmee de eindgebruikers kunnen functioneren. In het geval van de

eindgebruikers op Buiteneiland die energie opnemen, worden step-down vermogenstransformatoren gebruikt die MS omzetten naar LS. De transformator die het zonnepark koppelt werkt andersom: deze zet LS om naar MS en is een zogehete step-up transformator.

De transformatoren zijn geïntegreerd in prefab betonnen gebouwen, zogeheten compactstations. De constructies dienen om de transformator te beschermen in een buitenomgeving. Tegelijkertijd biedt de constructie bescherming tegen directe of indirecte aanraking van actieve stroomgeleidende onderdelen.

Locatie van de compactstations

De locaties van de compactstations 1 en 2 (CTS 1 en CTS 2) zijn gekozen op basis van optredende spanningsverliezen bij laagspanning tijdens het energietransport. Door veel energie te transporteren over een langer tracé op basis van middenspanning worden spanningsverliezen geminimaliseerd. Allocaties waar veel energie naar toe gaat komt door eindgebruikers met het grootste elektrische vermogen. Deze allocaties zijn geïdentificeerd en weergegeven in Figuur 4.



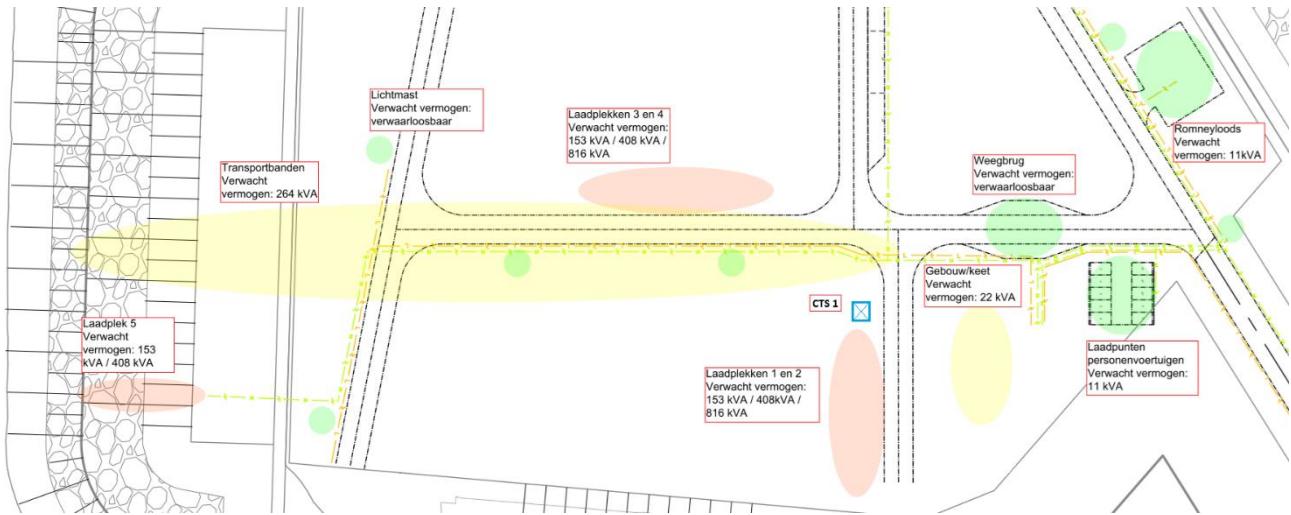
Figuur 4: Vlekkentekening met vermogensallocaties. De rode vlekken weergeven gebieden met eindgebruikers met een zeer hoog verwachte energieverbruik. Geel vertegenwoordigt clusters van eindgebruikers met een redelijk hoog energieverbruik en de groene vlekken laten clusters zien met een laag tot zeer laag verbruik aan. De afbeelding is bewerkt en een uitsnede van de originele tekening "20240917_Maaiveldinrichting_K&L_overzichtplan".

Uiteindelijk is een koppeling met een transformator stroomafwaarts richting de eindgebruikers noodzakelijk om een werkzame laagspanning te creëren. Om deze redenen zijn compactstations 1 en 2 gepositioneerd dichtbij de gebieden met gebruikers met een relatief hoog verbruik van energie. De vraag naar vermogen wordt hiermee voor een overgroot deel overbrugd door MS-kabels en dit leidt tot kleinere spanningsverliezen.

Het resultaat is de locatie van CTS 1 met een extra compactstation CTS 2 ten noorden van CTS 1. Het derde compactstation, genaamd CTS Zon ligt in het oosten op Buiteneiland en koppelt het zonnepark. Uiteindelijk is er een drempelwaarde waarbij de kosten voor grotere LS-kabels zwaarder wegen in vergelijking met de kosten van een extra transformator. De kostenafweging voor compactstation 2 is te vinden in par.4.3.

Alternatieven: variant 1

Een alternatief is de verliezen te compenseren door het gebruik van zwaardere LS-kabels met als uitgangspunt de inzet van één compactstation met een 2500 kVA transformator. Dit is variant 1 en de locatie van het compactstation is weergegeven in de vlekentekening in Figuur 5.



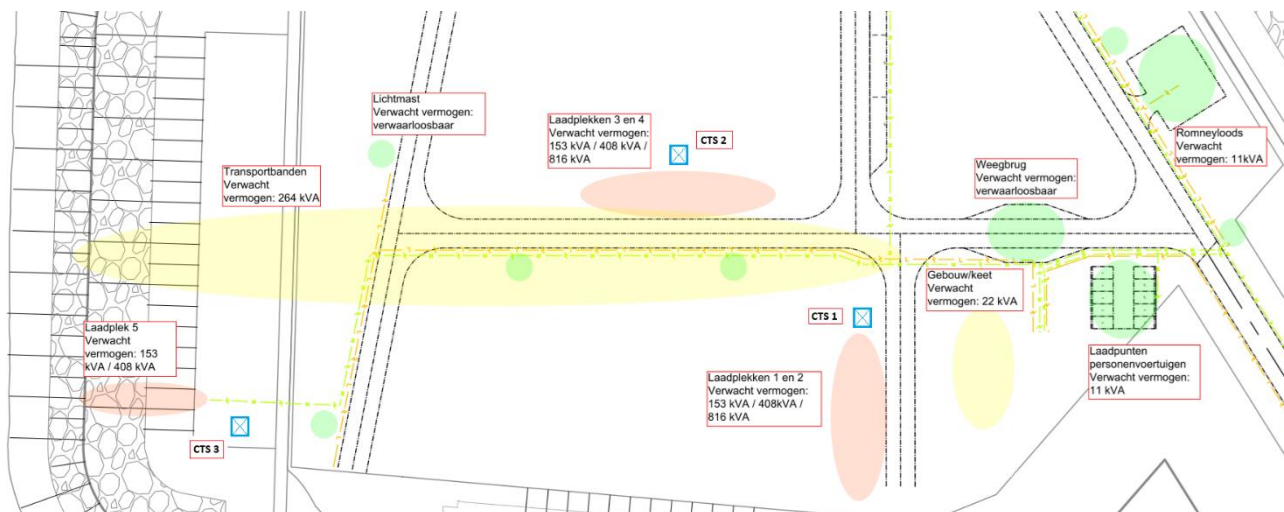
Figuur 5: Vlekentekening met alternatieve locaties waarbij één compactstation met een transformator wordt gebruikt om de eindgebruikers te voeden (variant 1). De afbeelding is bewerkt en een uitsnede van de originele tekening "20240917_Maaiveldinrichting_K&L_overzichtplan".

Door de optredende spanningsverliezen zijn grotere kabeldimensies nodig voor het kabeltracé richting laadplek 5. Voor het relatief hoge vermogen van de laadplekken zijn er standaard ook zwaardere LS-kabels nodig om de laadplekken 1-4 van energie te voorzien zonder te veel spanningsverlies. Uiteindelijk is er een drempelwaarde waarbij de kosten voor grotere LS-kabels zwaarder wegen in vergelijking met de kosten van een extra transformator. De kostenafweging is te vinden in par.4.3.

Het resultaat bij variant 1 is dat de LS-kabel van het compactstation naar laadplek 5 een veel grotere dimensie heeft vergeleken met de overige tracés voor LS. Concept kabelcalculaties laten zien dat het gaat om een kabeltype (2x)4x185 mm² Cu. LS-kabels richting laadplekken 1-4 hebben het kabeltype (2x)4x150 mm² Cu. De zwaardere LS-kabel naar laadplek 5 is noodzakelijk om de spanningsverliezen te kunnen dragen. Dit zorgt dat de kosten voor de LS-kabels steigen naar een schatting van +/-€275.000. Dit is een steiging van meer dan 50% vergeleken met de inzet van LS-kabels voor een combinatie van CTS 1 en CTS 2. De steiging is veel groter dan de kosten voor de inzet van een tweede compactstation.

Alternatieven: variant 2

Een tweede alternatief is om te zien of meerdere compactstations de kosten van LS-kabels verder kunnen compenseren of zelfs kosten kunnen besparen. Bij variant 2 is de vergelijking gemaakt tussen de inzet van drie compactstations en de inzet van twee compactstations. De locaties van de compactstations is te zien in Figuur 6.



Figuur 6: Vlekkentekening met met alternatieve locaties waarbij drie compactstations met een transformator worden gebruikt om de eindgebruikers te voeden (variant 2). De afbeelding is bewerkt en een uitsnede van de originele tekening "20240917_Maaiveldinrichting_K&L_overzichtplan".

Optredende spanningsverliezen bij LS worden sterk gereduceerd wanneer een tracé korter is dan 200 m. Een kantelpunt wordt bereikt wanneer de bedrijfsstroom (I_b), de zogehete nominale stroom leidend is voor de kabeldimensionering in plaats van de spanningsverliezen. In par.4.3 is te zien dat bij uitbreiding van de distributiepunten met transformatoren dichtbij de eindgebruikers de relatieve besparing voor de kabels kleiner wordt. Dit komt omdat het toepassen van kleinere kabels niet meer is toegestaan door de stroom die nodig is om de laadkasten te voorzien van energie.

Het resultaat bij variant 2 is dat de LS-kabels naar de verschillende laadplekken kort zijn vergeleken met de andere opties, maar dat de dimensies hetzelfde blijven omdat zij de nominale stroom moeten kunnen geleiden. Concept kabelcalculaties laten zien dat alle LS-kabels zijn van het type (2x)4x150 mm² Cu. Hierdoor valt de mogelijke besparing door gebruik van steeds lichtere kabels weg, maar worden de kosten hoger door de inzet van CTS 3. De tweede variant is uiteindelijk +/-€45.000 duurder dan het gekozen ontwerp en voegt meer complexiteit toe aan de elektrische installaties.

Koppeling zonnepark

Energie wordt opgewekt door zonne-energie op te vangen en om te zetten in elektrische energie bij het PV-systeem van het zonnepark. Deze opgewekte energie verlaat het park in de vorm van LS en kan worden gebruikt voor Buiteneiland of het kan worden teruggeleverd aan het net. Hiervoor is een koppeling nodig met een aansluitend netwerk. Een derde nieuwe compactstation, CTS Zon zorgt voor deze koppeling. Het piekvermogen van het zonnepark is 2 MVA. Het uitgangspunt is dat het piekvermogen kan optreden tijdens een warme voorjaarsdag gedurende een dagdeel of langer. Een aangesloten transformator mag niet 100% verzadigd zijn tijdens deze momenten, omdat de levensduur dan verkort zal worden. Om de gevolgen voor de levensduur te vermijden is een 2500 kVA step-up transformator geschikt.

4.2 Deelinstallaties

De koppeling van de deelinstallaties inclusief het zonnepark op middenspanningsniveau is weergegeven in het single line diagram in bijlage D.

4.2.1 Inkoopstation

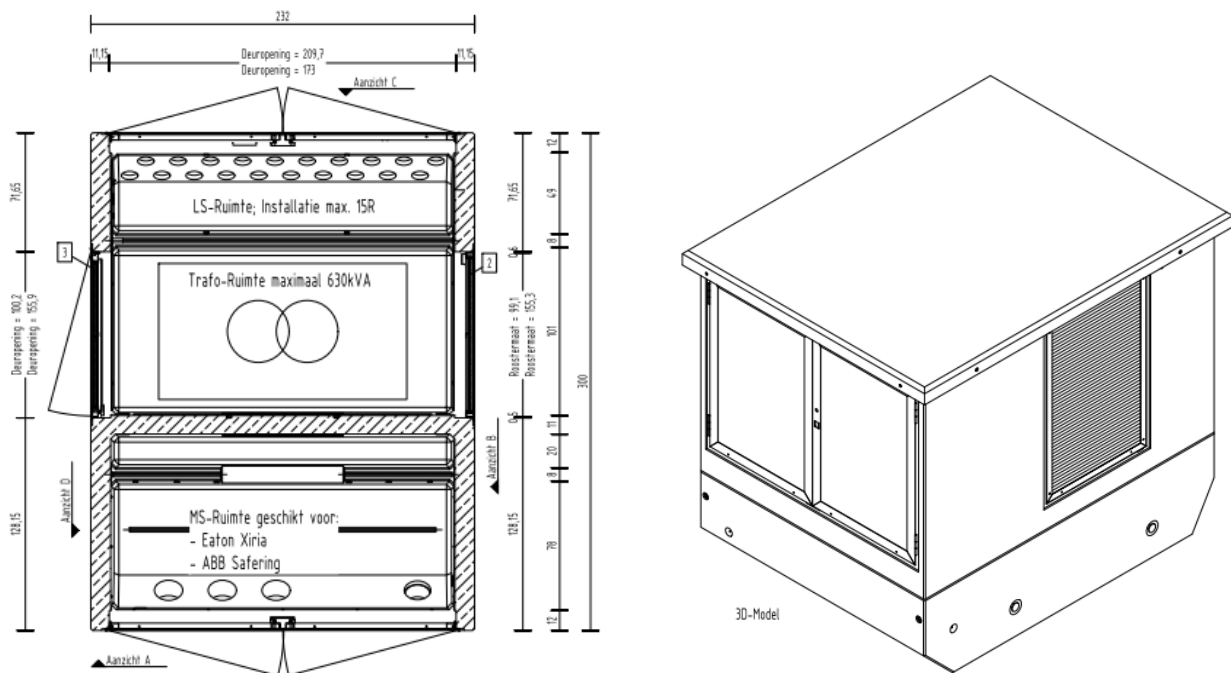
De energievoorziening wordt verzorgd door een nieuwe 2 MVA elektriciteitsaansluiting met het net. De netbeheerder in de regio is Liander. De elektriciteitsaansluiting is een inkooppunt op de inkoopverdelers welke is geïntegreerd in een betonnen prefab constructie, het zogehete inkoopstation waardoor het aangesloten netwerk van Buiteneiland gevoed kan worden.

Het maximale aansluitvermogen volgens de netbeheerder is 2 MVA. Het gecontracteerd transportvermogen voor elektriciteit is 2 MW voor teruglevering van energie aan het net en 800 W voor verbruik door de gebruikers op Buiteneiland, zie het ondertekende document "Overeenkomst betreffende aansluiting en transport van elektriciteit voor grootverbruikers - Contractnummer: 1087 HP 517 / 0298600 / 0020430121". De inkoopverdeler in het inkoopstation wordt verbonden door een knip in het 20 kV-netwerk van Liander. De locatie van de knip is ter hoogte van de Pampuslaan in Amsterdam (Figuur 7). Het inkoopstation wordt geplaatst door de opdrachtnemer. Liander coördineert samen met de opdrachtnemer over het plaatsen van de inkoopverdeler. Het afgaande kabelveld op de inkoopverdeler binnen het compactstation vormt de demarcatie tussen de 20 kV-aansluiting van het net en het netwerk van Buiteneiland. Ook de meettransformator voor adequate middenspanningsmetingen worden door Liander verzorgd.



Figuur 7: Schets met de locatie van de knip en MS-kabels richting de locatie van het inkooppunt van Buiteneiland. De afbeelding is bewerkt en een uitsnede uit het originele document "Overeenkomst betreffende aansluiting en transport van elektriciteit voor grootverbruikers - Contractnummer: 1087 HP 517 / 0298600 / 0020430121".

De inkoopverdeler is gesitueerd in een nieuw inkoopstation. Het inkoopstation is categorie AC5 van het fabricaat AKA, type GBU630S (Figuur 8). De locatie van het inkoopstation ligt net buiten het toegangshek van Buiteneiland. De plaatsing buiten het hek zorgt er voor dat de installatie bereikbaar is voor Liander tijdens een storing of normaal onderhoud. De specificaties van het compactstation zijn conform het programma van eisen van Liander voor inpanidige aansluitingen (AC5). Verder worden de MS-verdeler; componenten voor de aardingsvoorziening; stroombeveiliging; energiemonitoring; verlichting e.e.a die te maken hebben met de energievoorziening of met algemene voorzieningen geïntegreerd in het inkoopstation. In Tabel 5 zijn de specificaties van het inkoopstation weergegeven.



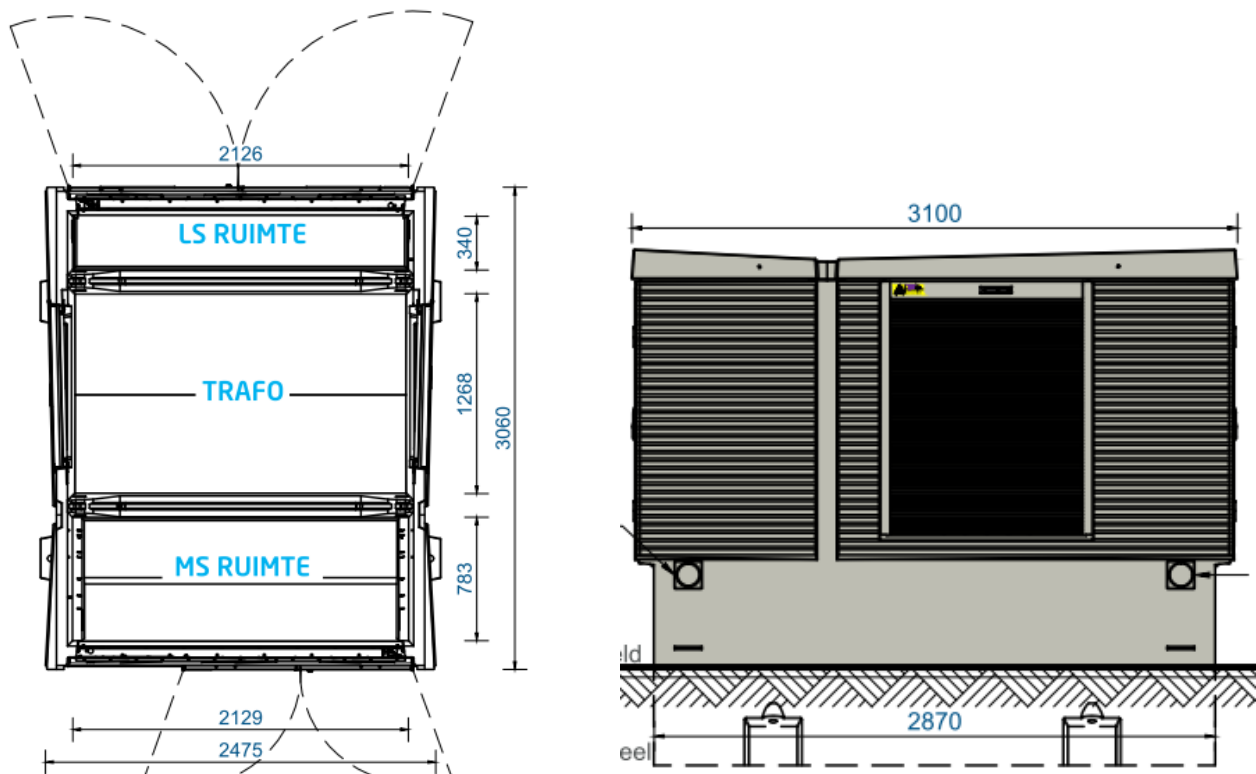
Figuur 8: Plattegrond (links) en een 3D-model (rechts) van het inkoopstation, type GBU630S van AKA. De afbeeldingen zijn uitsneden van de originele detailtekening "VKD00041 – GBU630S".

Tabel 5: Algemene specificaties van het inkoopstation van het fabricaat AKA, type GBU630S met een categorie AC5 elektrische aansluiting met een aansluitvermogen > 1 MVA; =< 2 MVA.

Inkoopstation AC5		
Nr	Omschrijving	Specificatie
1	Fabricaat	AKA
2	Type	GBU630S
3	Dimensies	Hoogte: 2015 mm (hoogte boven maaiveld) Breedte: 2320 mm Diepte: 3000 mm
4	Materiaal constructie	Beton
5	Gewicht bij benadering	Behuizing incl. dak: 10.000 kg Met installatie: 11.000 kg
6	Aantal groepen MS	1 Binnenkomend veld (Liander) 1 Afgaand veld (CTS 1)
7	Aantal groepen LS	2 (2x16 A met B-beveiligingsautomaat)
8	Compartimentering	De compartimentering is bestemd voor de inkoopverdelers zonder transformator. Een laagspanningsverdeler is nodig voor de secundaire installaties van het inkoopstation zelf. Kabels kunnen worden doorgevoerd via de kabelkelder.
9	Fundatie	Fundatie wordt bepaald in de vervolgfase.

4.2.2 Compactstation 1

Compactstation 1 (CTS 1) is een nieuw betonnen prefab gebouw met een transformator (Figuur 9). Het gaat om het type Diabolo 40H van het fabricaat Alfen.



Figuur 9: Plattegrond (links) en een zijaanzicht (rechts) van het compactstation, type Diabolo 40H van Alfen. De afbeeldingen zijn uitsnedes van de originele detailtekening "MS4408A831 – Diabolo 40H – Standaard 2500 kVA".

In Tabel 6 zijn de specificaties opgegeven van CTS 1. In het compactstation zijn de middenspanningsverdeelinrichting (MVI), de transformator en de laagspanningsverdeelinrichting (LVI) geïntegreerd.

Tabel 6: Algemene specificaties van het compactstation (CTS 1). Dit compactstation is geschikt voor transformatoren met een vermogen tussen 1000-2500 kVA.

Nr	Omschrijving	Specificatie
Compactstation (CTS 1)		
1	Fabricaat	Alfen
2	Type	Diabolo 40H
3	Dimensies	Hoogte: 2135 mm (hoogte boven maaiveld) Breedte: 2511 mm Diepte: 3100 mm
4	Materiaal constructie	Beton
5	Gewicht bij benadering	Behuizing incl. dak: 8.250 kg Inclusief installatie (2000 kVA transformator): 14.100 kg
6	Transformator	1600 kVA
7	Aantal groepen MS	1 Binnenkomend veld (Liander) 1 Binnenkomend veld (CTS Zon) 1 Afgaand veld (CTS 2) 1 Afgaand veld (transformator)
8	Aantal groepen LS	19 inclusief 8 1-fase aansluitingen en 4 reservegroepen
9	Compartimentering	MS-ruimte; transformatorruimte; LS-ruimte inclusief kabelkelder
10	Fundatie	Fundatie wordt bepaald in de vervolgfase.

MVI

Energie op middenspanningsniveau (21 kV) komt binnen en wordt gedistribueerd op de middenspanningsverdeler (MVI). De MVI is gesitueerd in de MS-ruimte. Het binnenkomend veld "Liander" van de verdeler sluit aan op de MS-kabel vanaf het inkoopstation. Ten tweede, is er een MS-koppeling met het zonnepark tussen veld "CTS Zon" en het corresponderende veld in CTS Zon. Hierdoor is het mogelijk om opgewekt vermogen van het PV-systeem te distribueren voor Buiteneiland of om het terug te leveren aan het net via het eerder genoemde Liander veld. De twee afgaande velden zijn voor CTS 2 en voor de eigen

transformator in CTS 1 en zijn bestemd voor energiedistributie en -omzetting voor de eindgebruikers van Buiteneiland. Een meer gedetailleerde uitvoering van de MVI wordt verder uitgewerkt in de volgende ontwerpfase.

Transformator

Een 1600 kVA step-down transformator is gesitueerd in het transformatorcompartiment. De transformator zet middenspanning om in laagspanning. Het vermogen van de transformator baseert zich op het aangesloten vermogen van de eindgebruikers inclusief reservevermogen. Het reservevermogen zorgt er voor dat de transformator niet in verzadiging raakt tijdens een nominale belasting en zorgt voor het behoud van de levensduur van transformator. De transformator is aan de primaire zijde gekoppeld met MS-kabels aan het MS-veld "transformator" en aan de secundaire zijde is deze gekoppeld met LS-kabels aan de LVI.

LVI

Vanaf de secundaire zijde (400 V) van de transformator is de laagspanningsverdeelinrichting (LVI) aangesloten. De LVI is gesitueerd in de LS-ruimte. De LVI distribueert de energie aan de eindgebruikers verspreid over 12 groepen, zie bijlage C. Elke afgaande groep wordt door middel van LS-bekabeling verbonden met de desbetreffende gebruiker. Een opmerking hierbij, lichtmasten zijn in een reeks aangesloten en niet per mast. Een meer gedetailleerde uitvoering van de LVI wordt verder uitgewerkt in de volgende ontwerpfase.

4.2.3 Compactstation 2

Compactstation 2 (CTS 2) is een nieuw betonnen prefab gebouw met een transformator vergelijkbaar met CTS 1 (Figuur 9). In Tabel 7 zijn de specificaties opgegeven van CTS 2. In het compactstation zijn de MVI, de transformator en de LVI geïntegreerd.

Tabel 7: Algemene specificaties van het compactstation (CTS 2). Dit compactstation is geschikt voor transformatoren met een vermogen tussen 1000-2500 kVA.

Nr	Omschrijving	Specificatie
Compactstation (CTS 2)		
1	Fabricaat	Alfen
2	Type	Diabolo 40H
3	Dimensies	Hoogte: 2135 mm (hoogte boven maaiveld) Breedte: 2511 mm Diepte: 3100 mm
4	Materiaal constructie	Beton
5	Gewicht bij benadering	Behuizing incl. dak: 8.250 kg Inclusief installatie (2000 kVA transformator): 14.100 kg
6	Transformator	1600 kVA
7	Aantal groepen MS	1 Binnenkomend veld (CTS 1) 1 Afgaand veld (transformator)
8	Aantal groepen LS	29 inclusief 2 1-fase aansluitingen en 6 reservegroepen
9	Compartimentering	MS-ruimte; transformatorruimte; LS-ruimte inclusief kabelkelder
10	Fundatie	Fundatie wordt bepaald in de vervolgfase.

MVI

De MVI is gesitueerd in de MS-ruimte. Energie op middenspanningsniveau (21 kV) wordt ontvangen via een MS-kabel en het veld "CTS 1". Het afgaande veld "transformator" is bestemd voor de eigen transformator in CTS 2.

Transformator

Een 1600 kVA step-down transformator is gesitueerd in het transformatorcompartimenten. De transformator zet middenspanning om in laagspanning. Het vermogen van de transformator baseert zich op het aangesloten vermogen van de eindgebruikers inclusief reservevermogen. Het reservevermogen zorgt er voor dat de transformator niet in verzadiging raakt tijdens een nominale belasting en zorgt voor het behoud van de levensduur van transformator. De transformator is aan de primaire zijde gekoppeld met MS-kabels aan het MS-veld "transformator" en aan de secundaire zijde is deze gekoppeld met LS-kabels aan de LVI.

LVI

Aan de secundaire zijde (400 V) van de transformator is de LVI aangesloten. De LVI is gesitueerd in de LS-ruimte. De LVI distribueert de energie aan de eindgebruikers verspreid over 22 groepen, zie bijlage C. Elke afgaande groep wordt door middel van een LS-kabel verbonden met de desbetreffende gebruiker. Een opmerking hierbij, lichtmasten zijn in een reeks aangesloten en niet per mast.

4.2.4 Compactstation 3

Het derde compactstation is bestemd voor de koppeling met het zonnepark en is genaamd CTS Zon. Het gaat om een nieuw betonnen prefab gebouw met een 2500 kVA transformator (Figuur 9). Het grote verschil met de overige compactstations is dat CTS Zon een step-up transformator bevat met een hoger nominaal vermogen. In Tabel 8 zijn de specificaties opgegeven van CTS Zon. In het zijn de MVI, de transformator en de laagspanningsverdeelinrichting LVI geïntegreerd.

Tabel 8: Algemene specificaties van het compactstation (CTS Zon). Dit compactstation is geschikt voor transformatoren met een vermogen tussen 1000-2500 kVA.

Nr	Omschrijving	Specificatie
Compactstation (CTS Zon)		
1	Fabricaat	Alfen
2	Type	Diabolo 40H
3	Dimensies	Hoogte: 2135 mm (hoogte boven maaiveld) Breedte: 2511 mm Diepte: 3100 mm
4	Materiaal constructie	Beton
5	Gewicht bij benadering	Behuizing incl. dak: 8.250 kg Inclusief installatie (2500 kVA transformator): 14.750 kg
6	Transformator	2500 kVA
7	Aantal groepen MS	1 Binnenkomend veld (transformator) 1 Afgaand veld (CTS 1)
8	Aantal groepen LS	2 inclusief 1 reservegroep
9	Compartimentering	MS-ruimte; transformatorruimte; LS-ruimte inclusief kabelkelder
10	Fundatie	Fundatie wordt bepaald in de vervolgfase.

LVI

Energie op laagspanningsniveau afkomstig van het zonnepark komt binnen via een LS-kabel bij de LVI. De LVI is gesitueerd in de LS-ruimte.

Transformator

Een 2500 kVA step-up transformator is gesitueerd in het transformatorcompartiment. Aan de primaire zijde is de transformator verbonden via LS-kabels met de LVI en aan de secundaire zijde is de transformator verbonden via MS-kabels aan het MS-veld "transformator" op de MVI.

MVI

Aan de secundaire zijde van de transformator is de MVI (21 kV) aangesloten. De MVI is gesitueerd in de MS-ruimte. Energie op laagspanningsniveau wat is omgezet door de transformator naar middenspanning komt binnen op het veld transformator. Deze energie wordt getransporteerd via een MS-kabel vanaf veld CTS 1 naar de MVI in het compactstation CTS 1. Vandaar kan de energie gedistribueerd worden aan de eindgebruikers van Buiteneiland of wordt het teruggeleverd aan het net.

4.2.5 Laadkasten

Nieuwe laadkasten zijn aanwezig voor de vijf laadplekken van de werkmachines. Een laadkast (Figuur 10) is nodig om wisselstroom (AC) gelijk te richten naar gelijkstroom (DC). Met aparte connectoren kan de laadkast energie in de vorm van DC uiteindelijk overbrengen van het net naar de accu van de werkmachine. Elke laadplek heeft een individuele laadkast of een combinatie van kasten met een minimale laadcapaciteit van 400 kW. De uitvoering, de posities en de afmetingen zijn een indicatie, omdat een leverancier nog niet is bepaald. Hierbij is rekening gehouden met een gereserveerde ruimte van 1,6 m² per laadplek voor de laadkast of een combinatie van laadkasten.



Figuur 10: Opstelling van een laadkast in een bouwgebied. De laadkast heeft een vrije opstelling. De componenten zijn voorbeelden, een leverancier voor de laadkasten is nog niet bepaald. (Yescharge.me, 2023)

De laadkasten staan in de dichte nabijheid van de laadplekken in een vrije opstelling. Hierbij maken de machines die geladen moeten worden een directe verbinding met de desbetreffende kast met behulp van een korte DC-kabel. Portalen of laadmasten zijn niet toegestaan. Door aanrijdgevaar van hoge voertuigen is het risico op materiële schade zeer hoog.

De laadkast is in staat om dynamisch te laden. Tijdens de eerste exploitatiefase is het niet toegestaan om volledig gebruik te maken van de maximale laadcapaciteit. In plaats daarvan is het maximale laadvermogen 150 kW per laadplek of maximaal 450 kW verspreid over alle laadplekken. Hiervoor is dynamisch laden een optie van de laadkast. Een 'load balancing' systeem dient het laadvermogen te controleren en aan te passen voor de aangesloten machines tijdens verschillende momenten waarbij het netwerk meer of minder wordt belast.

4.2.6 Groot grondverzet

De doorvoerband is een cruciale schakel in het logistieke proces en vereist een constante en betrouwbare stroomvoorziening om materialen efficiënt te verplaatsen. Bij volledig gebruik zal de doorvoerband 207,1 kVA verbruiken, wat een aanzienlijk deel van het beschikbare vermogen in beslag neemt. Dit betekent dat tijdens de werking van de doorvoerband minder vermogen beschikbaar is voor andere systemen. Met name het gelijktijdig opladen van zware machines kan de laadcapaciteit en efficiëntie aanzienlijk verminderen. Daarom is het essentieel om het gebruik van de doorvoerband en de laadinfrastructuur goed op elkaar af te stemmen, bijvoorbeeld door de doorvoerband buiten piekuren te laten draaien of door het laadvermogen dynamisch aan te passen aan de beschikbare capaciteit.

De laadvoertuigen die materialen op de doorvoerbanden laden, vormen een essentieel onderdeel van het logistieke proces. Aangezien deze voertuigen direct betrokken zijn bij het laden, kunnen we ervan uitgaan dat wanneer de doorvoerbanden in werking zijn, één of meerdere laadvoertuigen eveneens operationeel zijn. Dit betekent dat deze voertuigen zich op dat moment niet aan de laadinfrastructuur bevinden en dus niet worden opgeladen. Dit natuurlijke gebruikspatroon helpt bij het efficiënt verdelen van het beschikbare vermogen, omdat de vermogensvraag van de laadvoertuigen en de doorvoerbanden op die manier gedeeltelijk gespreid wordt. Desondanks blijft het belangrijk om een strategisch laadplan op te stellen om ervoor te zorgen dat voertuigen voldoende oplaadtijd hebben buiten hun operationele uren.

4.2.7 Overige gebruikers

Het voorlopig ontwerp richt zich op de meest kritische eindgebruikers voor de exploitatie van het gronddepot. Naast deze eindgebruikers zijn er meer deelinstallaties en overige eindgebruikers op Buiteneiland die van energie moeten worden voorzien. Alle bijbehorende vermogens zijn weergegeven in de vermogensbalansen in bijlagen A en B.

Terreinverlichting

13 Nieuwe lichtmasten met LED-armaturen van leverancier Vocare of gelijkwaardig zijn aanwezig op het terrein. Het aantal is een aanname. De lichtmasten zijn nodig om het terrein te verlichten voor de zichtbaarheid en om veilig werkzaamheden te kunnen uitvoeren. Het bijbehorende elektrisch vermogen is verwaarloosbaar. Lichtberekeningen en een gedetailleerde uitwerking van de constructie van de lichtmasten volgen in een latere ontwerpfase.

Krachtwandcontactdoos

In totaal zijn 4 nieuwe krachtwandcontactdozen (kracht-WCD) aanwezig op het terrein. Deze krachtstroomaansluitingen zijn geïntegreerd in de drie compactstations en de vierde is gesitueerd in de romneyloods. Elke kracht-WCD heeft een drie-fase aansluiting en is beveiligd met een 32 A-beveiligingsautomaat.

Weegbrug

Eén nieuwe installatie voor een digitale weegbrug is aanwezig op het terrein. De weegbrug is bedoeld voor zwaar werkverkeer. Het bijbehorende elektrisch vermogen van de weegbrug is verwaarloosbaar. Een gedetailleerde uitwerking van de componenten van de toegangspoort volgt in latere ontwerpfase.

Romney loods

Een nieuwe laagspanningsinstallatie inclusief een laagspanningsverdeler is aanwezig voor de romneyloods. In de romneyloods zijn binnenverlichting en wandcontactdozen. Een drie-fase aansluiting is nodig voor een kracht-WCD. Het geschatte elektrisch vermogen van de elektrische installatie voor de romneyloods is 11,6 kVA

Kantoor

Een nieuwe laagspanningsinstallatie inclusief een laagspanningsverdeler is aanwezig voor het kantoorgebouw. Het kantoor bevat onder meer groepen voor binnenverlichting; noodverlichting; dataverbinding; verwarming en wandcontactdozen. Het geschatte elektrisch vermogen van de elektrische installatie voor het kantoorgebouw is 21,5 kVA

Toegangspoort

Eén nieuwe installatie voor de toegangspoort is aanwezig bij de verbindingsweg tussen Middeneiland en Buiteneiland. De installatie bevat onder meer een beweegbaar hek; CCTV; intercom e.e.a. om de toegang tot Buiteneiland te verzorgen en te bewaken. Het bijbehorende elektrisch vermogen van de toegangspoort is verwaarloosbaar. Een gedetailleerde uitwerking van de componenten van de toegangspoort volgt in een latere ontwerpfase.

4.2.8 Kabels en kabelwegen

Alle voedingskabels liggen bloot in de grond door een open ontgraving. Een uitzondering zijn de kabels die in de compactstations liggen en intern de componenten met elkaar verbinden. Kabels die verharde wegen kruisen liggen ter hoogte van de verharding in mantelbuizen. De kabeldoorsnede en het type van de laagspanningskabels worden in de vervolgfase verder uitgewerkt.

Van inkoopstation naar CTS 1

Vanaf het inkoopstation bij het toegangshek van Buiteneiland is een 21 kV-kabel die de energie transporteert naar CTS 1. Het kabeltype is (3x)1x95 mm² Al, zie het grondschema in bijlage D.

Een tweede LS-kabel verbindt CTS 1 met het inkoopstation. Deze is voor de voeding van de algemene voorzieningen in het inkoopstation. Bij vertrek en binnenkomst van de kabels bij het inkoopstation en het compactstation, gaan de kabels onderlangs via de kabelkelder.

Van CTS Zon naar CTS 1

Vanaf CTS Zon is een 21 kV-kabel die de energie transporteert naar CTS 1. Het kabeltype is is (3x)1x95 mm² Al, zie het grondschem in bijlage D.

Een tweede LS-kabel verbindt CTS 1 met CTS Zon. De LS-kabel is voor de voeding van de kracht-WCD in CTS Zon. Bij vertrek en binnenkomst van de kabels bij de compactstations, gaan de kabels onderlangs via de kabelkelder.

Van CTS 1 naar CTS 2

Vanaf CTS 1 is een 21 kV-kabel die de energie transporteert naar CTS 2. Het kabeltype is (3x)1x95 mm² Al, zie het grondschem in bijlage D.

Van CTS 1 en 2 naar de eindgebruikers

Vanaf de LVI van CTS 1 en 2 transporteren LS-kabels de energie naar de eindgebruikers. Kabels vertrekken de compactstations onderlangs via de kabelkelder.

4.2.9 Ventilatie

De laadkasten en de transformatoren produceren warmte, waarbij warmteafgifte naar de omgeving plaats vindt. Het is belangrijk om opbouw van warmte-energie binnen de componenten tegen te gaan. De laadkasten en de transformatoren maken beide gebruik van natuurlijke ventilatie. Actieve ventilatie door gebruik van externe ventilatoren of koelunits zijn niet van toepassing.

De laadkasten voor de werkmachines staan vrij in een open ruimte. De kasten hebben geïntegreerde roosters in de behuizing die zorgen voor ventilatie en koeling.

Het compactstation betreft een prefab gebouw waarin roosters zijn opgenomen die specifiek zijn aangehouden voor de ventilatie van de transformator.

4.3 Kosten

De kosten zijn geanalyseerd om een afweging te kunnen maken tussen het inzetten van een extra compactstation en het verlengen van kabelroutes met zwaardere laagspanningskabels richting de laadplekken. Bij de analyse zijn indexprijzen uit 2024 gebruikt van kabelleverancier TKF en zijn prijzen voor compactstations uit het verleden teogepast. Voor de lengte van de kabels wordt rekening gehouden met slingerverlies en extra aansluitlengte, de getallen zijn afgerond op 5 m. Verder zijn alle prijzen aannames en deze zijn niet gebaseerd op actuele prijzen.

4.3.1 Eén compactstation (variant 1)

Als vergelijking is de inzet van één compactstation, CTS 1 gebruikt. Hierbij is de slechtste scenario gekozen waarbij laadplek 5 in het noorden van Buiteneiland gevoed moet worden met een LS-kabel. Hierbij zijn de onderstaande uitgangspunten gebruikt.

- De geschatte kosten van compactstation 1 zijn €150.000 inclusief componenten, fundatie, plaatsingskosten; montage e.e.a. voor een volledige oplevering.
- De transformator heeft een vermogen van 2500 kVA.
- Eén afgaande LS-kabel richting laadplek 5 met een afstand van +/-205 m.
- Twee afgaande LS-kabels richting laadplekken 3 en 4 met een afstand van +/- 85 m.
- Twee afgaande LS-kabels richting laadplekken 1 en 2 met een afstand van +/- 25 m.
- Het kabeltype van de kabel richting laadplek 5 is is 3F+N 185 mm² Cu met 2 parallele ketens.
- Het kabeltype richting de overige laadplekken is 3F+N 150 mm² Cu met 2 parallele ketens.
- De geschatte kosten van de LS-kabels zijn €275.000. Deze kosten zijn exclusief graafwerkzaamheden en het doorvoeren van de kabels.
- De totale geschate kosten zijn €425.000.

4.3.2 Twee compactstations (huidig ontwerp)

Het uitgangspunt in het voorlopig ontwerp is het gebruik van een extra compactstation, CTS 2. Voor de inzet van compactstion 2 als aanvulling op compactstation 1 gebruiken wij de volgende uitgangspunten.

- De geschatte kosten van compactstation 2 zijn €120.000. Deze kosten zijn inclusief componenten, fundatie, plaatsingskosten; montage e.e.a. voor een volledige oplevering.
- Twee afgaande LS-kabels vanaf CTS 2 richting laadplekken 4 en 5 en één LS-kabel van CTS 1 naar laadplek 3 met elk een vergelijkbare totale afstand van +/- 85 m.
- Twee afgaande LS-kabels vanaf CTS 1 richting laadplekken 1 en 2 met een afstand van +/- 25 m.
- Het kabeltype van alle kabels is 3F+N 150 mm² Cu met 2 parallelle ketens.
- De geschatte kosten van de LS-kabels zijn +/-€177.000. Deze kosten zijn exclusief graafwerkzaamheden en het doorvoeren van de kabels.
- De totale kosten zijn +/-€297.000 op basis van bovengenoemde factoren.

4.3.3 Drie compactstations (variant 2)

Als tweede vergelijking is de inzet van een derde compactstation gebruikt. Hierbij zijn de transformatoren verspreid geplaatst in de nabije omgeving van alle laadplekken voor zwaar materieel. Hierbij zijn de onderstaande uitgangspunten gebruikt.

- De geschatte kosten van compactstations 1; 2 en 3 zijn €90.000 per stuk inclusief componenten, fundatie, plaatsingskosten; montage e.e.a. voor een volledige oplevering.
- Elke transformator heeft een vermogen van 1000 kVA.
- Vijf afgaande LS-kabel verspreid vanaf de drie compactstations met een afstand van +/-25 m.
- Het kabeltype van alle kabels is 3F+N 150 mm² Cu met 2 parallelle ketens.
- De geschatte kosten van de LS-kabels zijn €73.000.
- De totale kosten zijn +/-€343.000 op basis van bovengenoemde factoren.

Het resultaat is dat de kosten voor de inzet van alleen CTS 1 tussen €120.000-€130.000 significant hoger zijn vergeleken met de voorkeursvariant. De belangrijkste reden hiervoor zijn de hogere kosten voor de LS-kabels die groter gedimensioneerd zijn en de materialen die gebruikt worden voor de transformator.

De kosten bij variant 3 steigen met +/-€45.000 vergeleken met de voorkeursvariant. Bij de inzet van een derde compactstation in de derde variant is een kantelpunt bereikt. De kosten voor het toevoegen van een extra CTS wegen zwaarder dan de kostenbesparing van de kleinere kabeltracés.

Overige kosten zullen in een later stadium worden aangevuld. Bij het selecteren van leveranciers is het mogelijk om offertes aan te vragen en kunnen de kosten meer nauwkeurig worden bepaald.

4.4 Veiligheid en gezondheid (V&G)

Het onderwerp veiligheid en gezondheid zal in een later stadium worden aangevuld.

5 CONCLUSIE

5.1 Samenvatting

Voor het voorlopig ontwerp zijn de volgende belangrijke conclusies bereikt:

- Energieaansluiting en verbruik
 - Het totale energieverbruik van Buiteneiland is 795 kVA tijdens de eerste exploitatiefase en 1970 kVA in de toekomst. Deze waarden liggen binnen de grenzen voor exploitatie van het gronddepot.
 - Het maximale laadvermogen bij de laadplekken voor de werkmachines na de eerste exploitatiefase is 400 kW per laadplek. Tijdens de eerste exploitatiefase is max. 150 kW per laadplek toegestaan of bij gebruik van meer laadplekken, een gereduceerd laadvermogen afhankelijk van de ratio van de gebruikte laadplekken.
 - Een dynamisch 'load balancing' systeem is nodig om te zorgen dat het maximale laadvermogen niet wordt overschreden tijdens verschillende momenten waarbij het netwerk van Buiteneiland meer of minder wordt gebruikt. Het load balancing systeem functioneert automatisch.
 - De energieaansluiting is een nieuwe energieaansluiting met het net van netbeheerder Liander met een maximaal transportvermogen van 2 MVA.
 - Het inkooppunt voor de energievoorziening is gesitueerd in een inkoopstation categorie AC5. De beheerder van het inkoopstation is Liander.
 - Het inkoopstation is gekoppeld aan een binnenkomend veld van compactstation 1 (CTS 1) op Buiteneiland.
- Compactstations
 - Twee nieuwe compactstations, CTS 1 en CTS 2 met een 1600 kVA transformator zijn nodig voor de energieomzetting voor de eindgebruikers op Buiteneiland. Een derde compactstation, CTS Zon is verbonden met het zonnepark. In CTS Zon is een 2500 kVA transformator gesitueerd om laagspanning (LS) van het zonnepark om te zetten in middenspanning (MS).
 - Compactstations zijn van het type Diabolo 40H van het fabricaat Alfen.
- Kabels
 - Voedingskabels liggen bloot ingegraven in een open ontgraving. Mantelbuizen zijn van toepassing ter hoogte van kruisingen van kabels met verharde wegen.
 - Het inkoopstation is verbonden met CTS 1 door een MS-kabel. De compactstations zijn verbonden met MS-kabels en LS-kabels. De MS-kabels zijn voor energiedistributie over het terrein; de LS-kabels zijn voor eigen verbruik van de compactstations. De eindgebruikers op Buiteneiland zijn verbonden met LS-kabels (zie bijlage C).
- Laadinfrastructuur
 - De laadplekken 1-3 zijn gekoppeld aan CTS 1; laadplekken 4 en 5 zijn gekoppeld aan CTS 2.
 - De drie nieuwe laadpalen bestemd voor personenvoertuigen hebben een beperkt laadvermogen van 3,7 kW per laadpaal met een 1-fase aansluiting. Hierdoor kan het personeel gebruik maken van alle aangewezen laadplekken voor personenvoertuigen.
- Zonnepark
 - Teruglevering van energie afkomstig van het zonnepark is mogelijk en gebeurt via een koppeling tussen CTS Zon en CTS 1. De koppeling is weergegeven in het blokschema in bijlage C.
 - De eindgebruikers zijn volledig onafhankelijk van de energie afkomstig van het park en exploitatie is mogelijk zonder energieopwekking van het PV-systeem. Dit wordt onderbouwd door de vermogensbalansen 1 en 2 in bijlagen A en B.
- Overige gebruikers
 - De overige gebruikers zijn verdeeld aangesloten op CTS 1 en CTS 2. De verdeling is te zien in blokschema in bijlage C.
 - De volledige deelinstallatie van groot grondverzet (ontvangstbunker; doorvoerbanden en scheepslader) zijn aangesloten op CTS 2. Dit zorgt voor bedrijfszekerheid in het geval dat de transformator in CTS 1 uit bedrijf is door onderhoud of een storing.

5.2 Advies

Bij verplaatsing van de werkzaamheden van het gronddepot naar het westen van Buiteneiland is verder onderzoek nodig voor het elektrisch netwerk. Het is mogelijk dat de aanrijroutes van de werkmachines veranderen en dat de huidige posities van de laadplekken niet efficiënt zijn voor de diensten. In dat geval is het een kans om te onderzoeken of de compactstations met de transformatoren verplaatst kunnen worden.

Een voordeel voor het verplaatsten van bijbehorende kabeltracés is dat het gebied is aangewezen als een greenfield en dat er zeer weinig bebouwing aanwezig is. Hierdoor zijn er geen raakvlakken met ondergrondse infrastructuur; kunstwerken en verhardingen.

5.3 Aandachtspunten voor de vervolgfase

In de huidige fase zijn er zaken die in het definitief ontwerp aandacht vereisen. Het gaat om de onderstaande zaken.

- Uitvoeren van lichtberekeningen voor de terreinverlichting en voor de binnenverlichting.
- Uitvoeren van sonderingen.
- Uitwerken en afstemmen van de energievoorziening bij het inkooppunt met de netbeheerder inclusief de werkzaamheden voor de inkoopverdelers.
- Uitwerken van de fundatie van het inkoop en de compactstations.
- Uitvoeren van kabel- en kortsluitberekeningen voor MS en LS.
- Uitwerken van het ontwerp voor het datanetwerk in het kantoorgebouw.
- Uitwerken van het ontwerp voor de installatie van de toegangspoort.
- Selecteren van de leverancier voor de laadkasten.

BIJLAGE A - VERMOGENSANALYSE 1 (800 KVA)

BIJLAGE B - VERMOGENSANALYSE 2 (2000 KVA)

BIJLAGE C - BLOKSCHEMA

BIJLAGE D – SINGLE LINE DIAGRAM

COLOFON

ELEKTRISCHE INSTALLATIES ZONNEPARK BUITENEILAND
VOORLOPIG ONTWERP

KLANT

Gemeente Amsterdam

AUTEUR

F.A. Hazenoot

PROJECTNUMMER

30211546

ONZE REFERENTIE

2YXDZW26UFYT-616537018-269:1.0

DATUM

24 februari 2025

STATUS

Concept

GECONTROLEERD DOOR

B. Croes
Elektrotechnisch ontwerper

VRIJGEGEVEN DOOR

D. de Wit
Projectmanager

OVER ARCADIS

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro.
www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

T +31 (0)88 4261 261