




HEDGEHOG
Applications

A revolution in energy savings



***“Zonder CO₂ eliminatie geen business case.
Zonder lef geen energietransitie.”***



Arjan Heinen – CEO Hedgehog Applications



Agenda

1

Wie zijn wij en wat is onze visie?

2

Remenergie van treinen

3

Opslag remenergie van treinen: Hedgehog Systeem

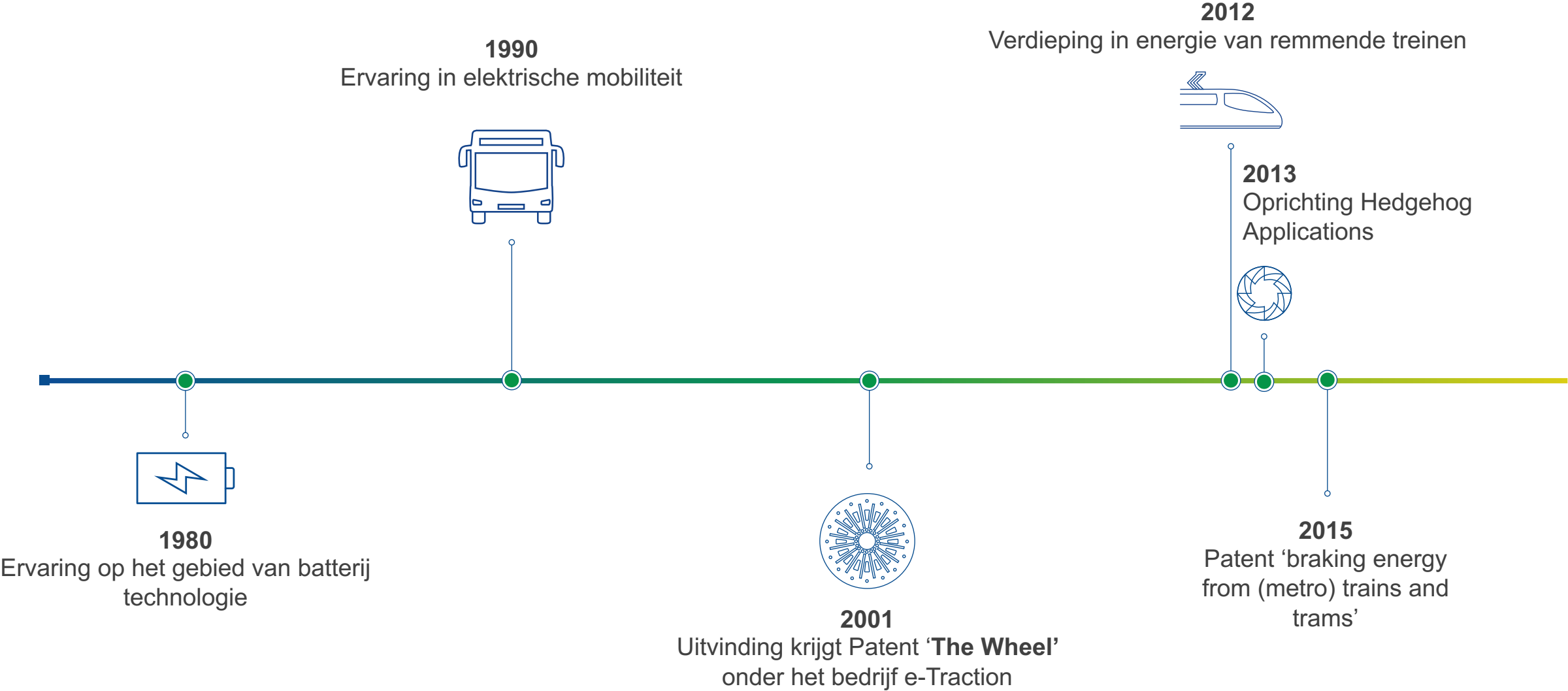
4

Impact van het Hedgehog Systeem

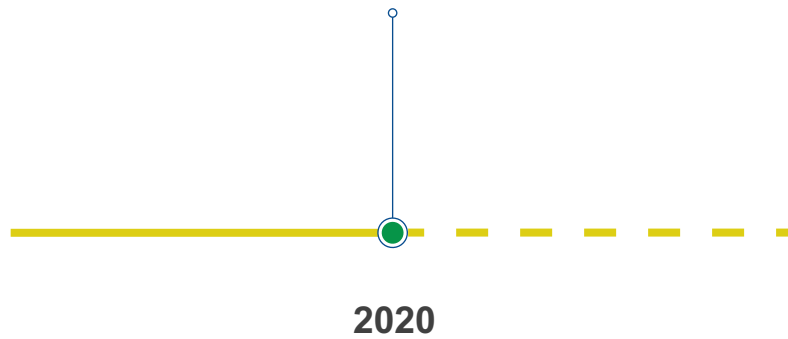
5

Uitdagingen

ONTSTAAN VAN HEDGEHOG APPLICATIONS VANUIT E-TRACTION



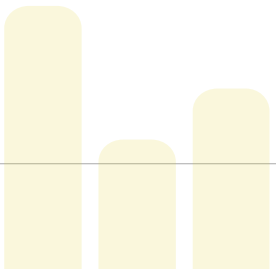
Hedgehog Applications ontwikkelt innovatieve hardware en software op het gebied van batterij opslag



Visie

—

Onze missie is het initiëren en ontwikkelen van duurzame, efficiënte en rendabele innovaties die bijdragen aan een schonere wereld. Onze visie is om de duurzame energietransitie te versnellen met deze innovaties.

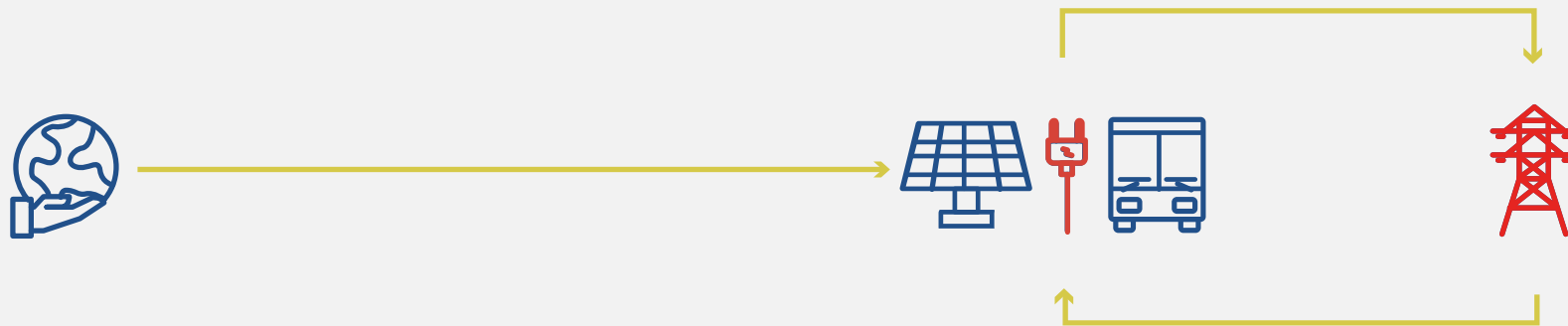


CO₂-REDUCTIE HEEFT GROTE GEVOLGEN VOOR ONS ELEKTRICITEITSSYSTEEM

MINDER CO₂

ELECTRIFICATIE

PUBLIEKE NET
KNELPUNT



**EN ER IS EEN UITSTEKEND EXTRA ENERGIENET
DIE WE ZOULDEN KUNNEN GEBRUIKEN...**



Integratie van de bovenleiding als extra energienet

HEDGEHOG INTEGREERT ENERGIE VAN TREIN MET E-BUS EN ONTLAST HET ENERGIENET

MINDER CO₂

HERGEBRUIK
REMENERGIE

ELECTRIFICATIE

PUBLIEKE NET
STABILISERING



Wij geloven dat het Hedgehog Systeem de oplossing biedt voor de problemen die zich in de nabije toekomst voordoen met betrekking tot de energietransitie.



HEDGEHOG
Applications

1

Remenergie van treinen



TREINEN RIJDEN OP 100% GROENE WINDENERGIE

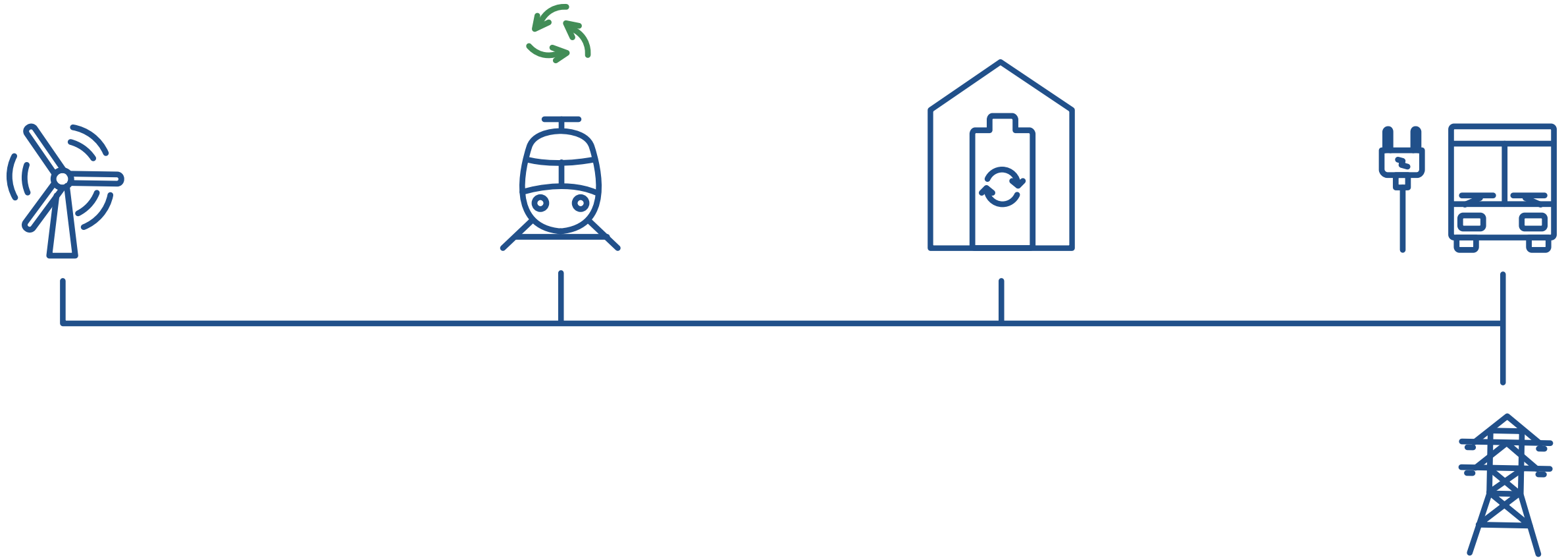


Efficiënt omgaan met remenergie

HOE WERKT REMENERGIE?

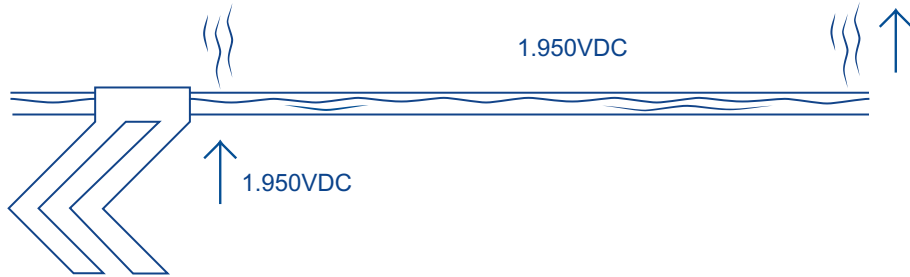


HOE KUNNEN WE DEZE REMENERGIE OPSLAAN?



REMENERGIE OPSLAAN IN STATIONAIRE BATTERIJ

Huidige situatie



Motor inefficiëntie: ~25%

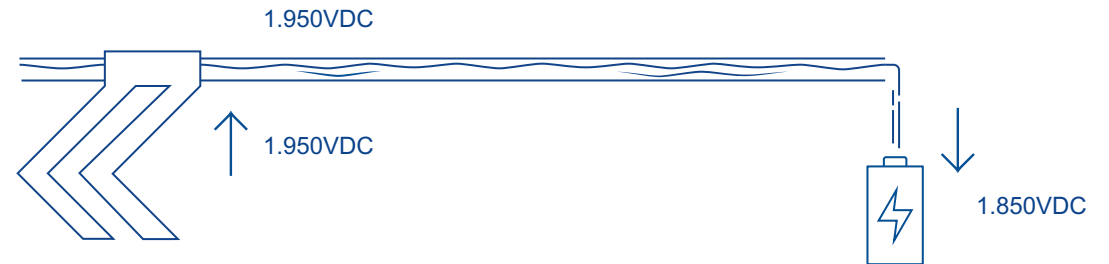


Eigen verbruik trein: ~4%
1. Verlichting
2. Verwarming



Hitte verlies door remmen: ~71%
1. Mechanisch
2. Elektrisch
3. Bovenleiding

Met het Hedgehog System



Motor inefficiëntie: ~25%



Consumptie trein: ~4%
1. Verlichting
2. Verwarming



Distributieverlies bovenleiding: ~4%
Batterij: ~2%



Batterijopslag: ~66%

OM HOEVEEL REMENERGIE GAAT HET NU EIGENLIJK?

The 25 grootste treinstation in Nederland

- # actieve uren 18
- # remacties / uur 500
- # dagelijkse remacties 9.000

- Gemiddelde remenergie / remactie ~20-25kWh
- Dagelijkse hoeveelheid remenergie ~200MWh



De 25 grootste treinstations van Nederland

REMENERGIE

REMENERGIE

—

Jaarlijkse hoeveelheid remenergie = **70GWh***
(6% van totale energieverbruik NS p.j.)

=

Energieverbruik van **20.000 huishoudens per jaar**
of voldoende groene energie om **800-900 e-**
bussen per dag op te laden

* <https://nieuws.ns.nl/trein-nog-duurzamer-door-hergebruik-stroom/>



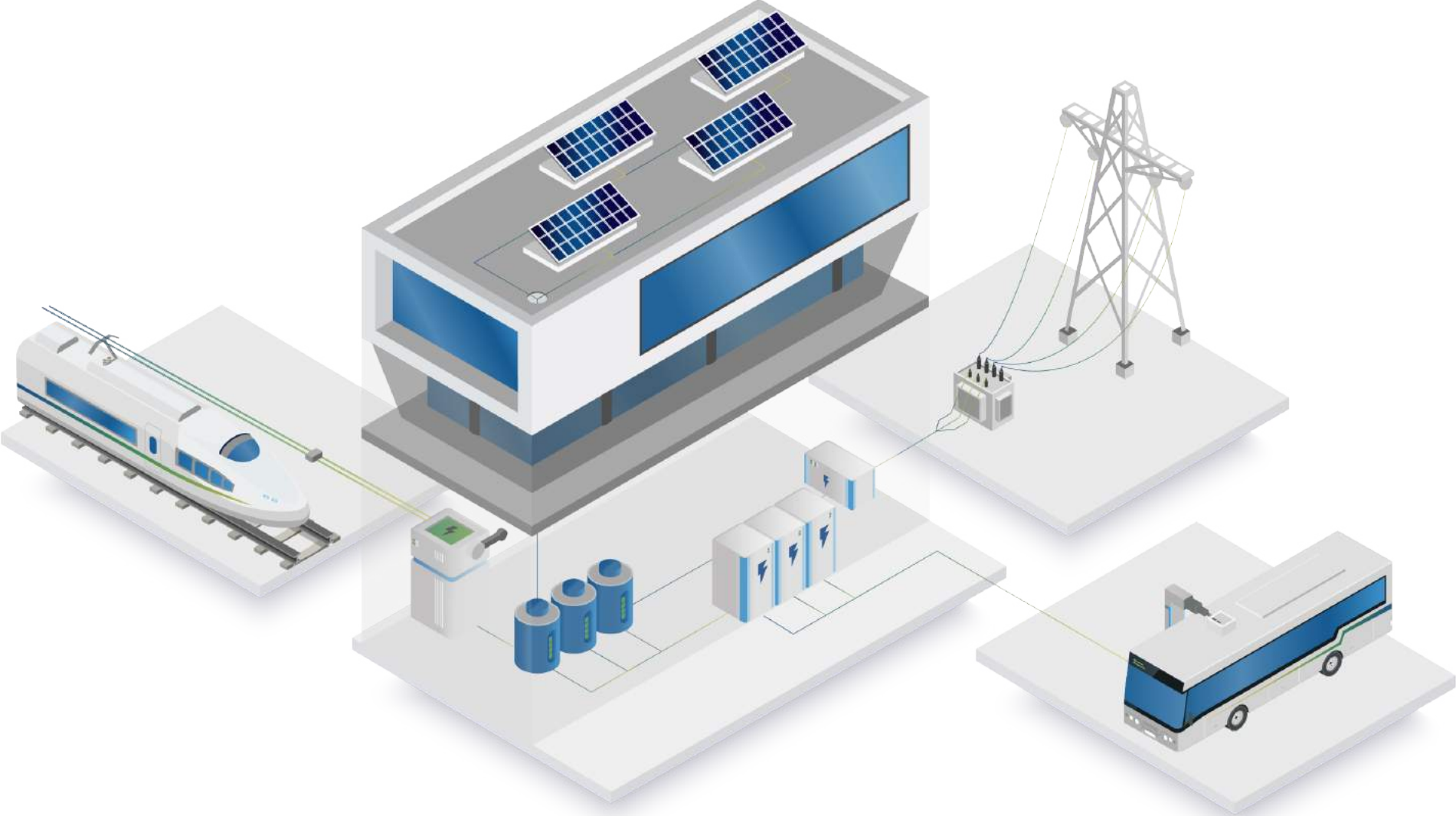


HEDGEHOG
Applications

2

Hedgehog Systeem

INTRO VOLLEDIG DC "HEDGEHOG SYSTEEM"



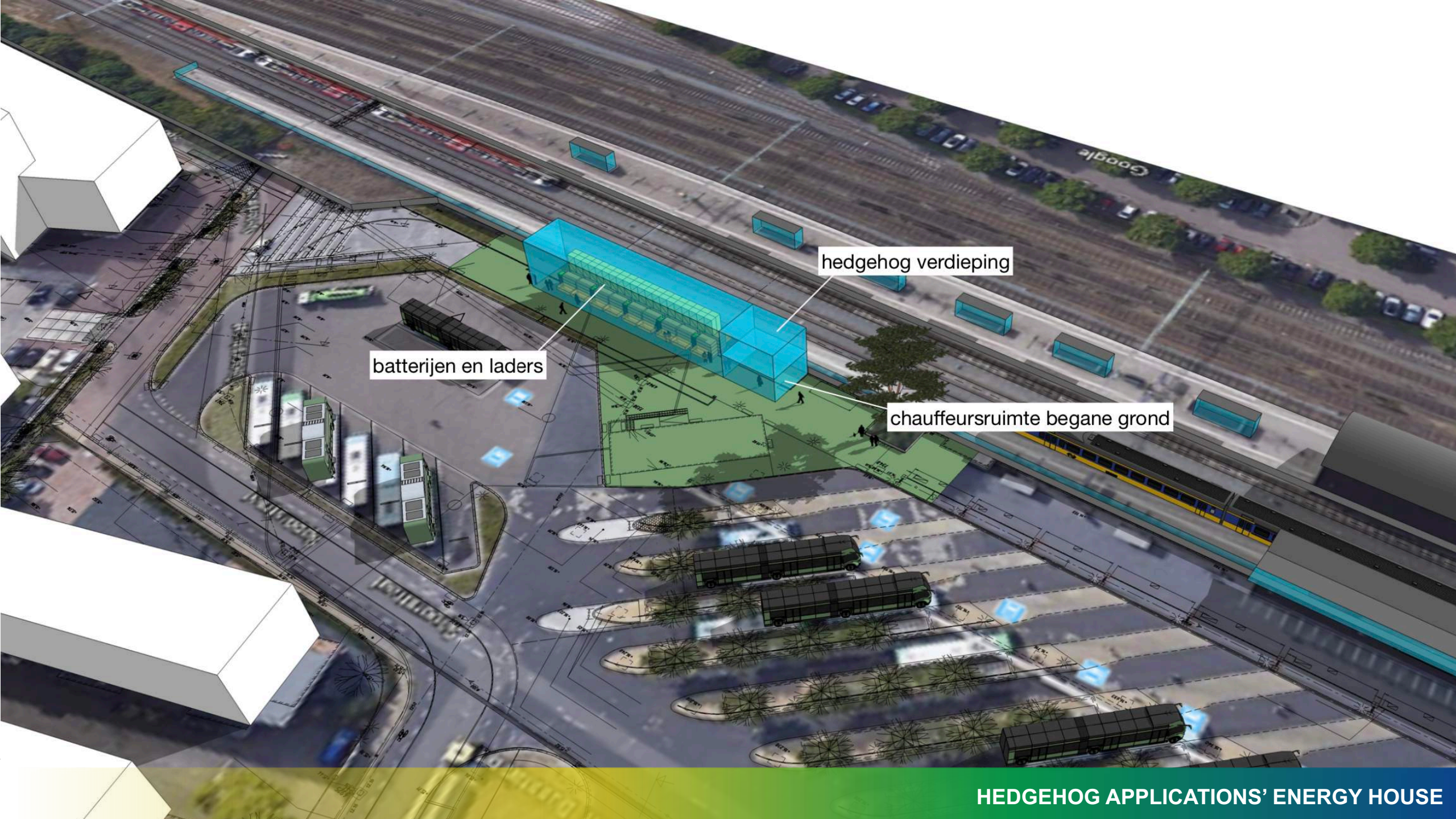
HEDGEHOG SYSTEM

HEDGEHOG SYSTEM



Impressie van station met
Hedgehog System





batterijen en laders

hedgehog verdieping

chauffeursruimte begane grond

BATTERIJ

De belangrijkste component is een LiFePO₄ batterijsysteem (~2.5MWh) met directe koppeling aan de bovenleiding die de e-bussen middels opportunity charging van energie voorziet





SCHAALBAARHEID

Nederland heeft 60-65 geschikte
intercitystations + metro- en tramstations
voor het Hedgehog Systeem





HEDGEHOG
Applications

3

Impact Hedgehog Systeem



Impact 1

**Trein helpt
trein**

Impact 2

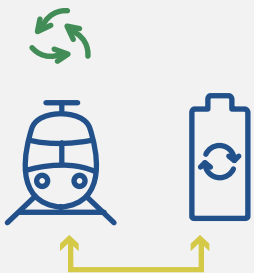
**Trein helpt
e-bus**

Impact 3

**Trein helpt
energienet**

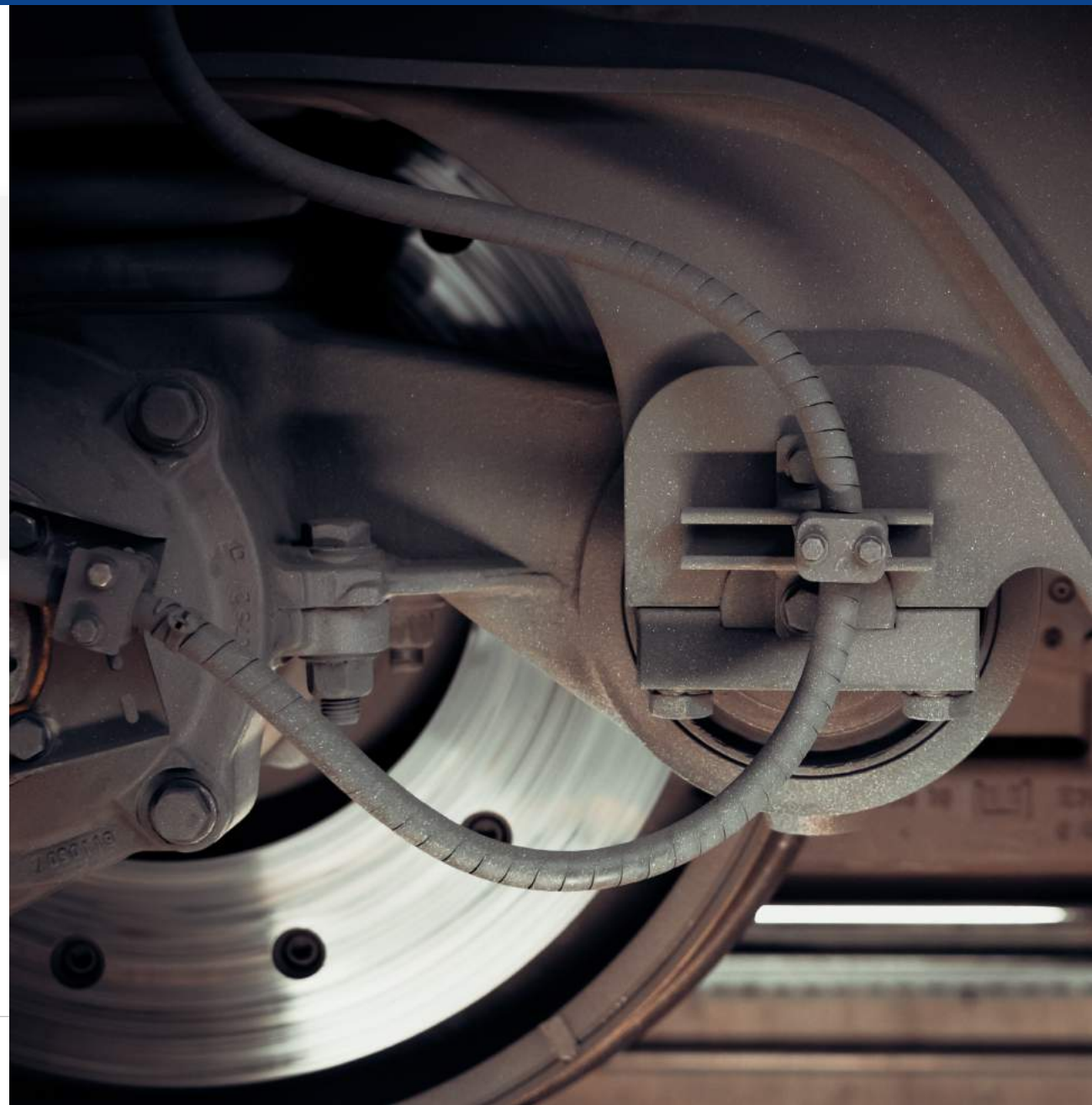
1. TREIN HELPT TREIN: REGENERATIEF REMMEN EN ACCELEREREN

Huidige situatie: Remenergie wordt grotendeels onbenut



Met het Hedgehog System:

1. minder mechanisch remmen: minder fijnstof en onderhoud
2. batterij gekoppeld aan bovenleiding zorgt dat de spanning niet zakt bij wegrijdende trein



2. TREIN HELPT E-BUS: 100% GROENE REMENERGIE



Huidige situatie: Duizenden nieuwe e-bussen komen op de markt

Europe's electric bus market in transformational growth mode



EU approves €70m for electric buses in Germany



The European Commission has ruled that a plan to fund electric buses in Germany, and support the development of related recharging infrastructure, is in line with EU state aid rules.

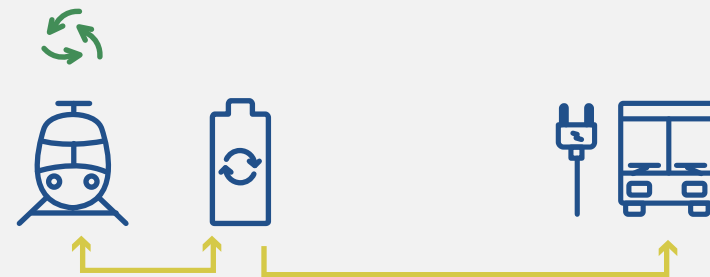
Europe's largest electric bus fleet in operation

Today, 28 March 2018, Connexxion, Transport Region Amsterdam and Schiphol presented Europe's largest electric bus fleet. On 1 April, 100 electric articulated VDL Citeas will be put in service at and around Schiphol Airport and on high-grade public transport lines within the Amstelland-Meerlanden concession. Over the past weeks the VDL Citeas SLFA Electric have been phased into scheduled service. All the electric buses have the latest battery technology, which meets the highest and most stringent European requirements.

by Netherlands, says, "I am extremely proud of this huge accomplishment. It has been possible without the excellent collaboration with the Amsterdam Municipality of Amsterdam, Schiphol and VDL. With a concession and fleet like this, we are ready for the future."



Met het Hedgehog Systeem: Dagelijkse remenergie van treinen is gelijk aan energiebehoefte e-bussen



WELL-TO-WHEEL EFFICIENTIE



'WELL-TO-WHEEL EFFICIENCY'
 Comparison of diesel-, hydrogen- and electric buses
 Based on 20 buses for a concession period of 10 years



Reuse of otherwise wasted braking energy from trains = 164%

3. TREIN HELPT ENERGIENET: ROBUUSTHEID + DOORLOOPTIJDEN + LAGERE MAATSCH. KOSTEN

Huidige situatie: Publieke energienet wordt overbelast



Liander beboet vanwege te laat aansluiten van snellaadstation Fastned

07 augustus 2019 11:54
Laatste update: 07 augustus 2019 12:11



Netbeheerder Liander krijgt een boete van 50.000 euro omdat het een snellaadstation van Fastned niet snel genoeg heeft aangesloten, maakt de [Autoriteit Consument & Markt \(ACM\)](#) woensdag bekend.

NIEUWS STROOMNETTEN

Elektriciteitsnetwerk kan stroom uit lokale groene projecten niet aan

Alliander: nieuw stroomnet nodig voor overgang op duurzaam

De overgang op duurzame energie kan in Amsterdam leiden tot een vervijfvoudiging van het elektriciteitsverbruik tot 2050 en een overbelast stroomnet in een derde van de stad.

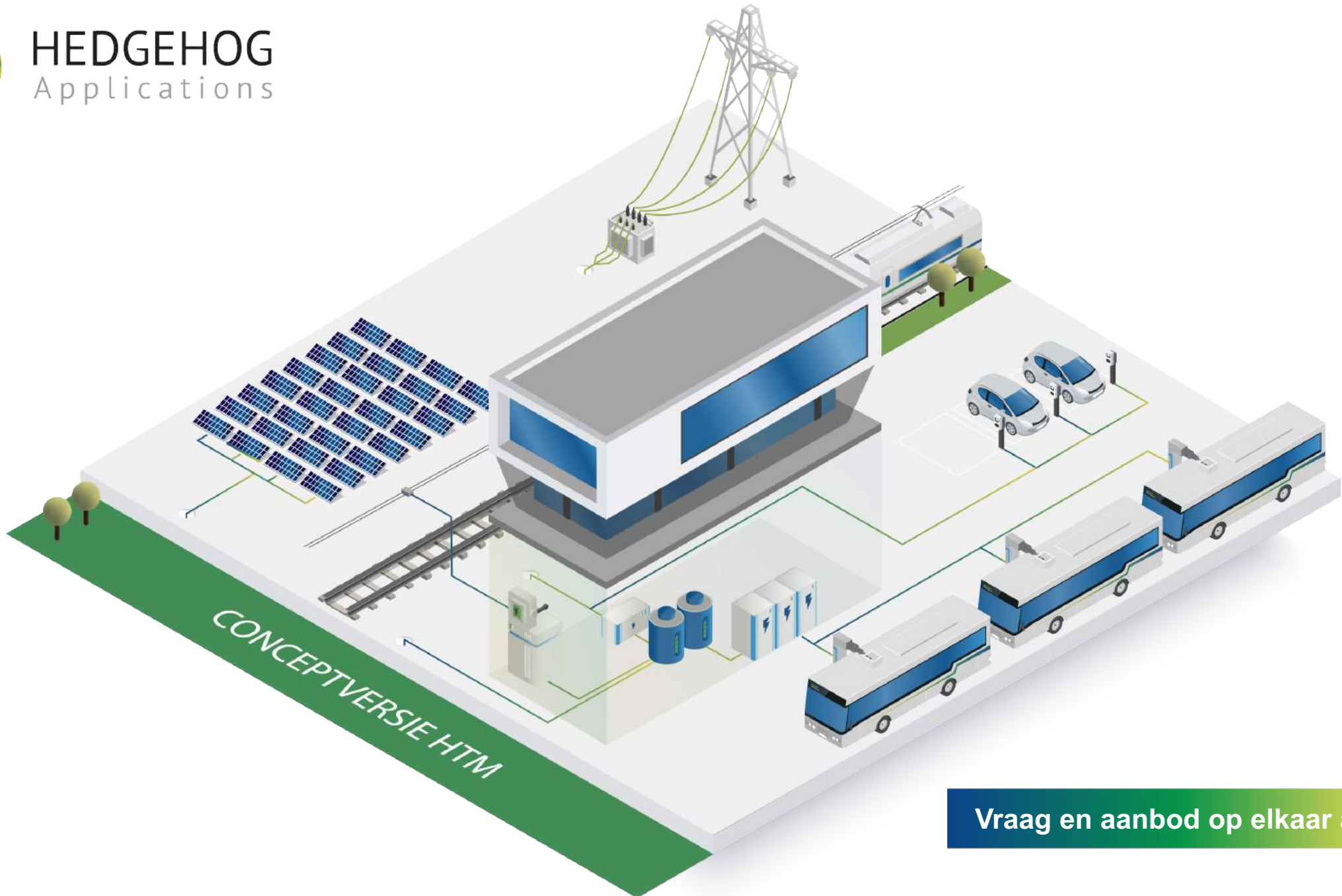
Bart van Zoelen 20 februari 2019, 11:20

Met het Hedgehog Systeem: Stabiliseren en vermijden van nieuwe en grotendeels door de maatschappij bekostigde netaansluitingen.





HEDGEHOG
Applications



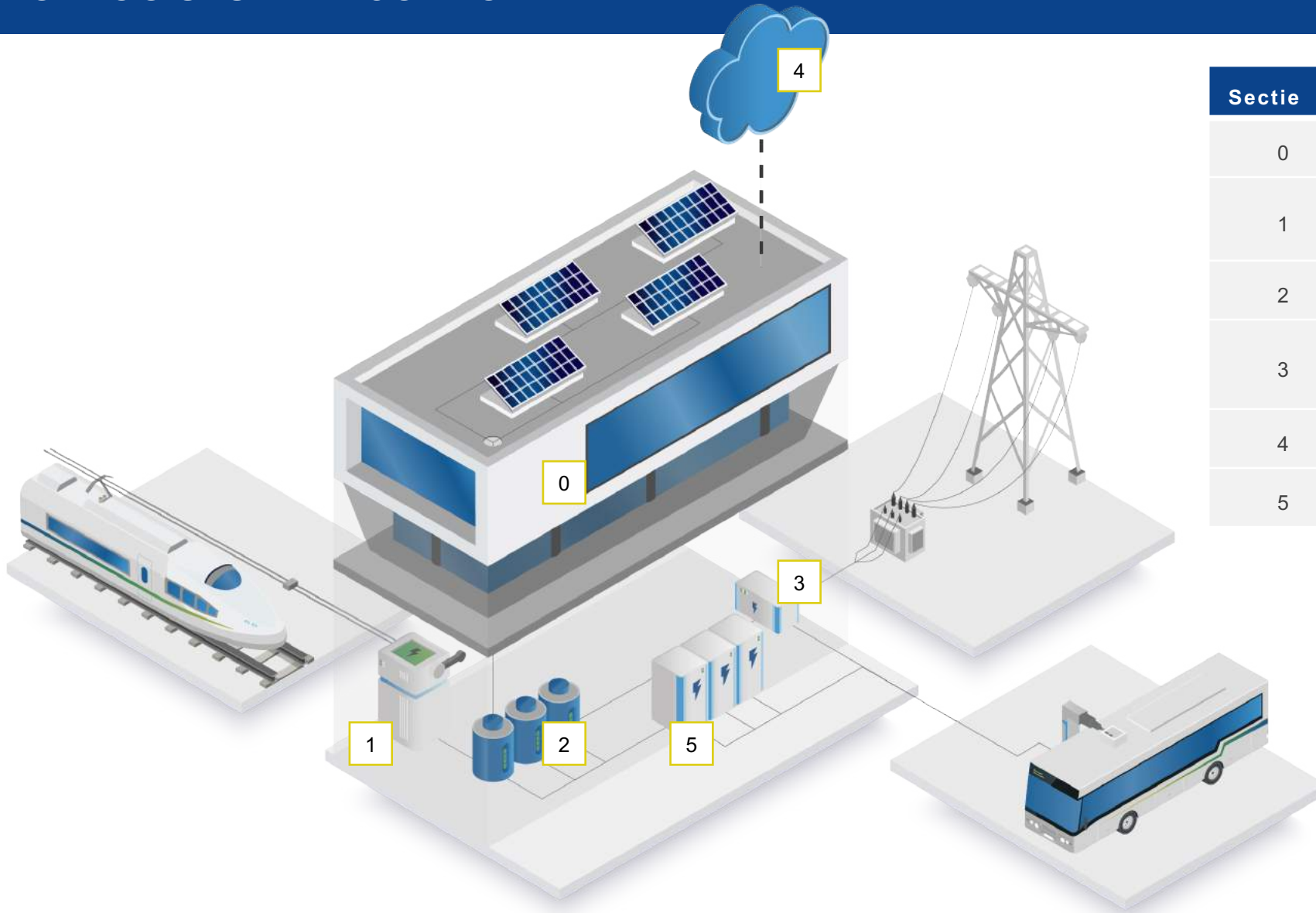
Vraag en aanbod op elkaar afgestemd

4

Hedgehog System per component

A photograph of a modern office interior, overlaid with a semi-transparent yellow filter. The office features several desks with computers, ergonomic chairs, and a person standing in the background. The lighting is bright and even.

HEDGEHOG SYSTEM COMPONENTEN

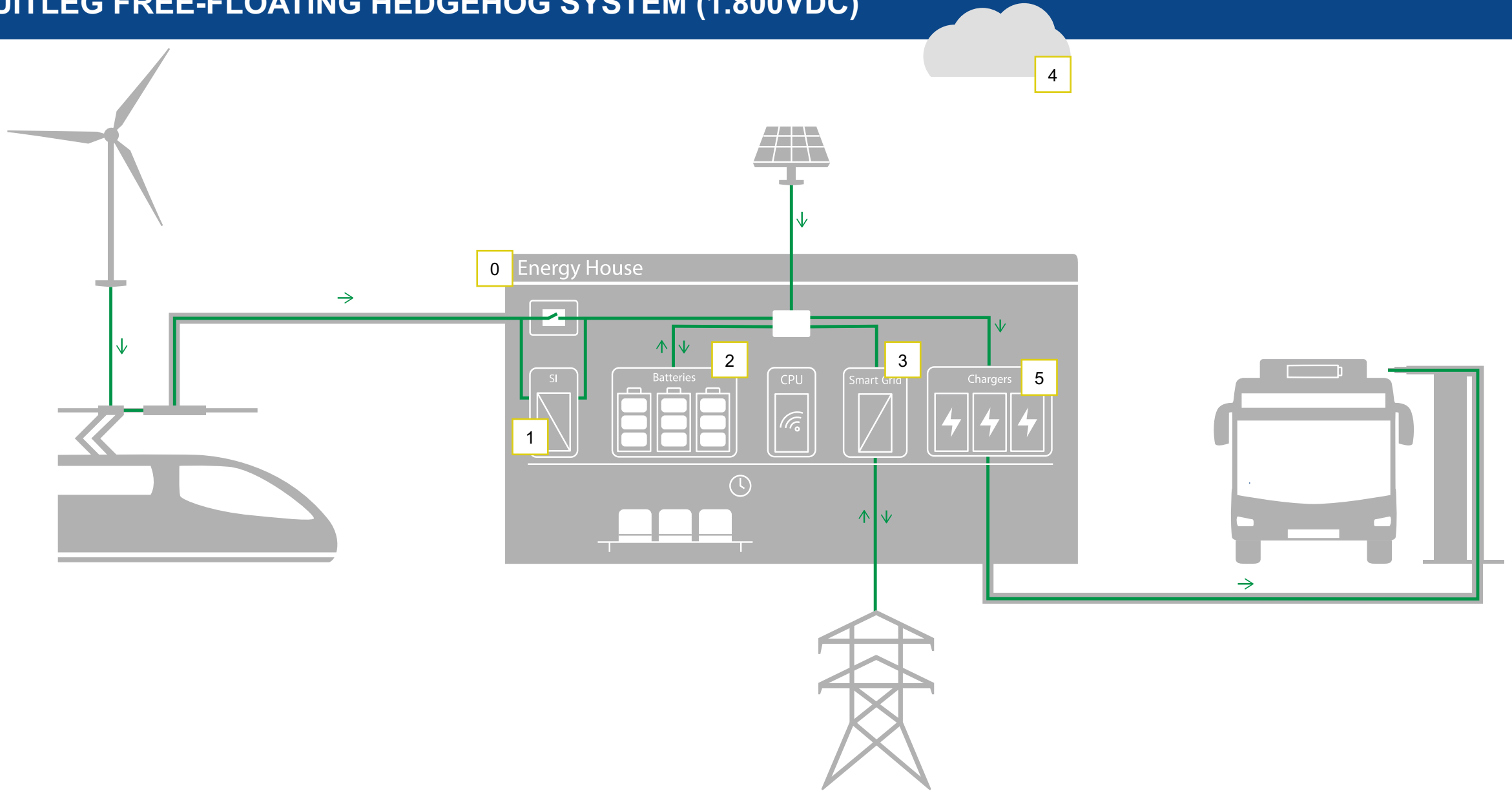


Sectie	Component
0	Energy House
1	Hedgehog Catenary Connector System
2	Hedgehog Battery System
3	Publieke grid aansluiting + AC-DC omvormer + ondergrondse infra
4	Software Systemen
5	DC Fast Chargers

HEDGEHOG SYSTEM GEHUISVEST IN “ENERGY HOUSE”



UITLEG FREE-FLOATING HEDGEHOG SYSTEM (1.800VDC)



0. Energy House

1. HH Catenary Connector System

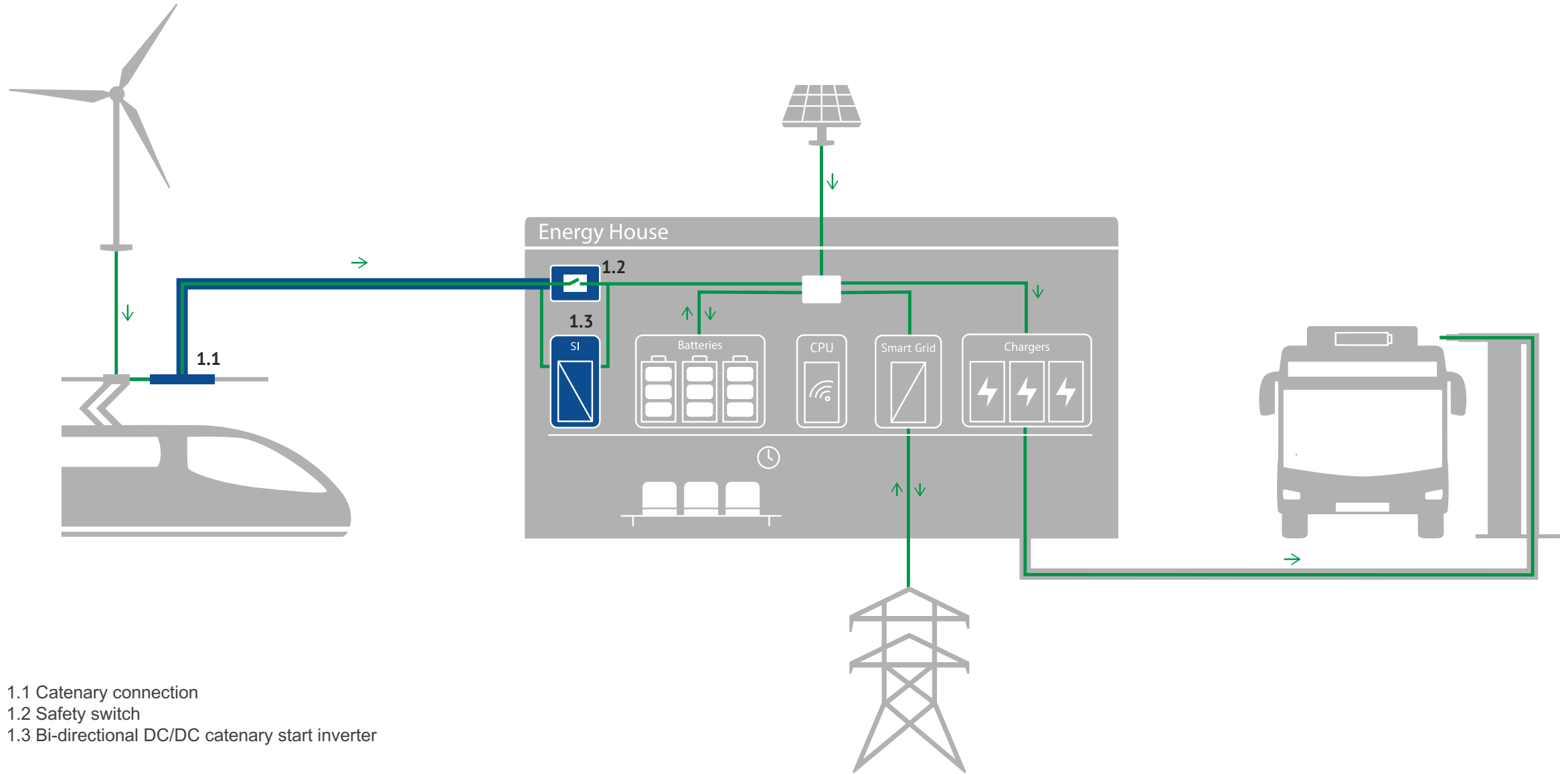
2. Hedgehog Battery System

3. Publieke grid aansluiting

4. Software System

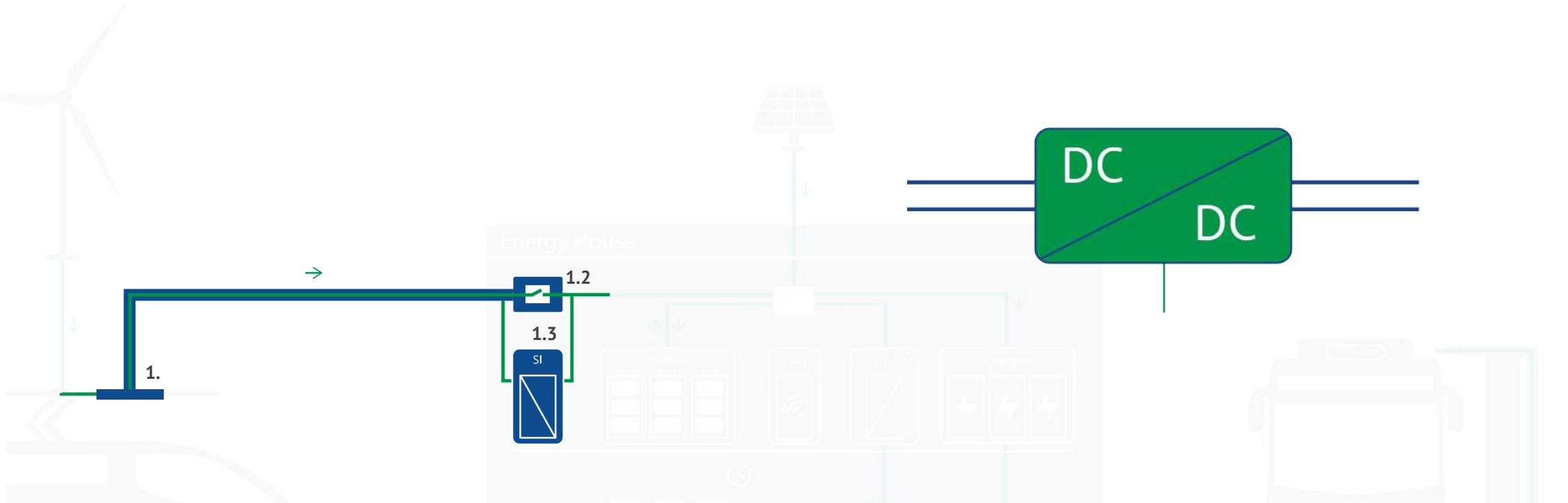
5. DC Fast Chargers

SECTIE 1. CATENARY CONNECTOR SYSTEM



- 1.1 Catenary connection
- 1.2 Safety switch
- 1.3 Bi-directional DC/DC catenary start inverter

SECTIE 1. CATENARY CONNECTOR SYSTEM



1.1 Catenary connection

Voltage	[VDC]	1.800
Current	[A]	4.000
Max. power	[kW]	7.200

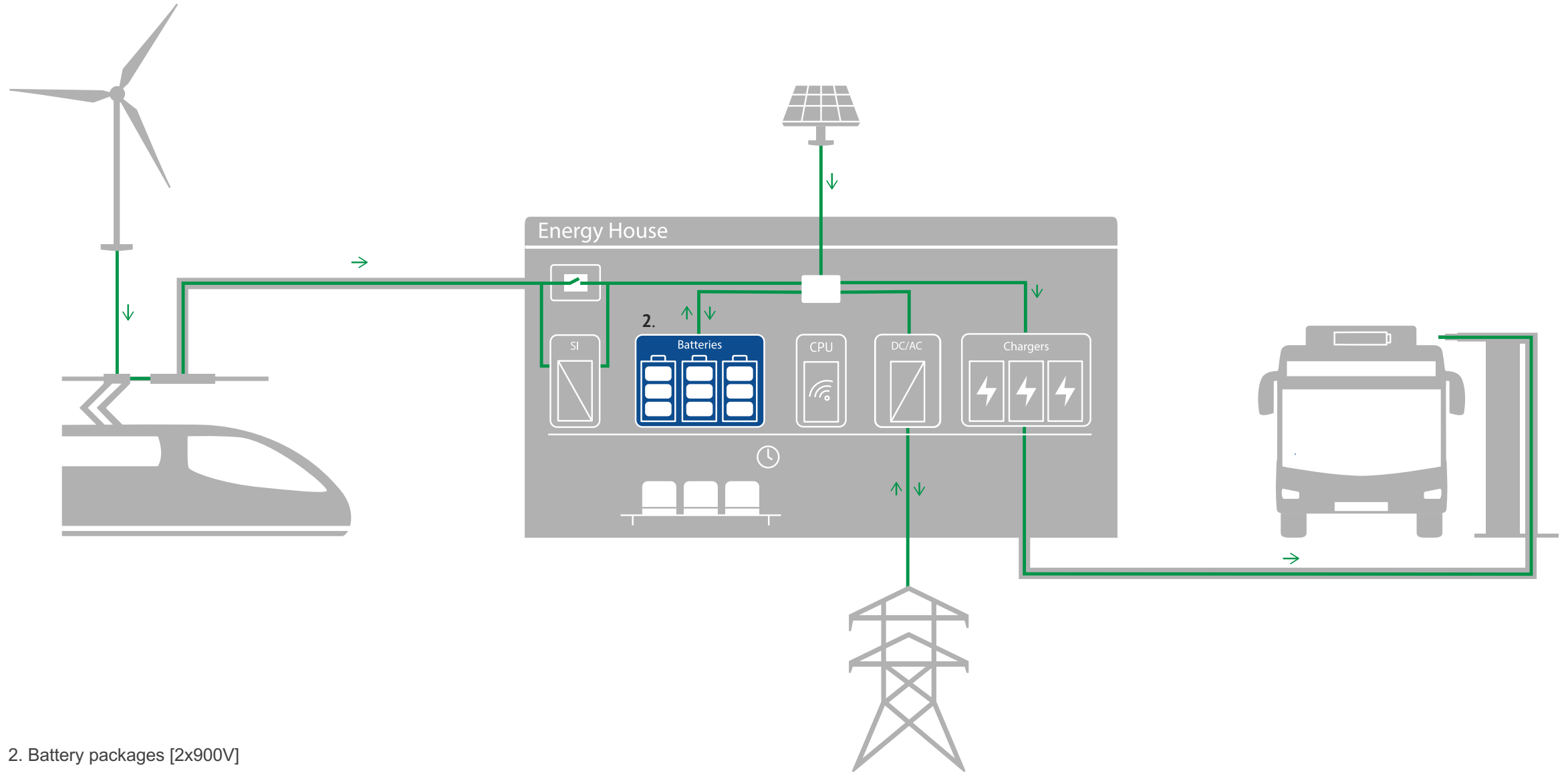
1.2 Safety switch

Max. disconnection voltage	[VDC]	1.950
Max. disconnection current	[A]	4.000

1.3 Bi-directional DC/DC Start inverter

Max. Voltage	[VDC]	1.950
Min. Voltage	[VDC]	1.200
Max. Power	[kW]	335
Max. Current	[A]	278

SECTIE 2. HEDGEHOG BATTERY SYSTEM

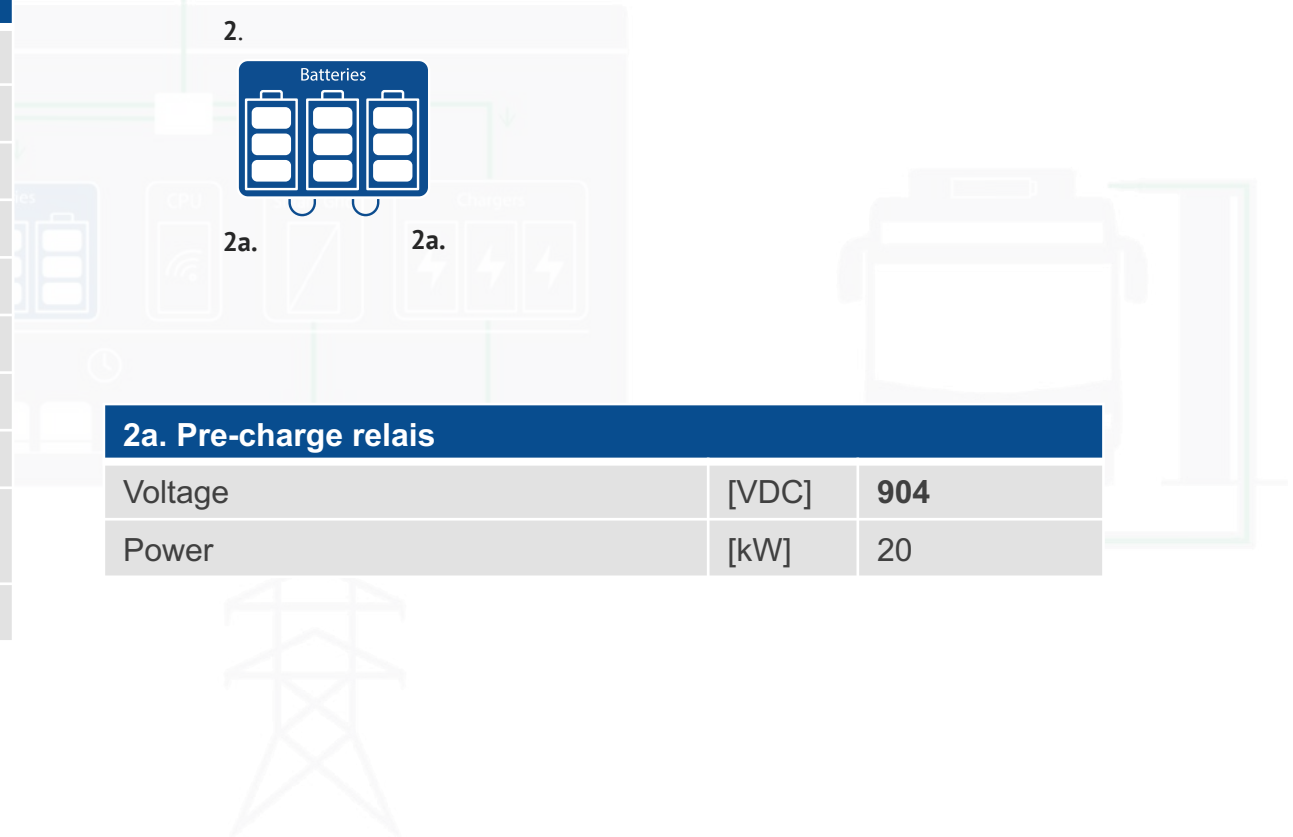


2. Battery packages [2x900V]

SECTIE 2. HEDGEHOG BATTERY SYSTEM

2. Battery package with powercells

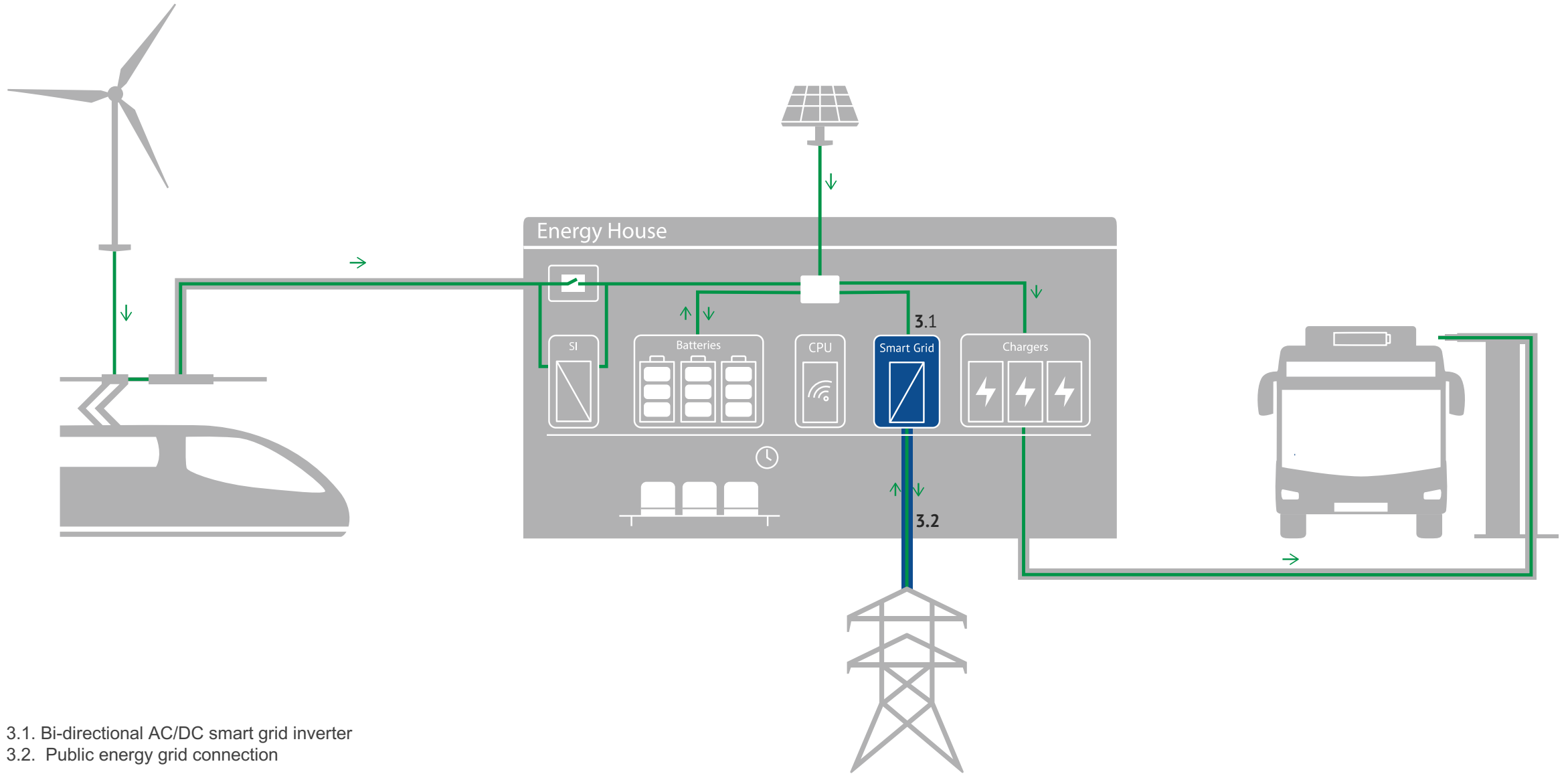
Voltage(rest)	[VDC]	1.808 (2*904)
Max. charge Voltage	[VDC]	1.985
System charge voltage (min)	[VDC]	1876,8
Current 1C	[A]	1440
Current 6C (max continuous)	[A]	8640
Current 17,5C max peak (30sec)	[A]	25200
Capacity	[kWh]	2.500
Total Current	[A]	25200
Number of cells per string	#	68(/2 for safety)
Number of strings in parallel	#	36



2a. Pre-charge relais

Voltage	[VDC]	904
Power	[kW]	20

SECTIE 3. PUBLIEKE GRID AANSLUITING



- 3.1. Bi-directional AC/DC smart grid inverter
- 3.2. Public energy grid connection

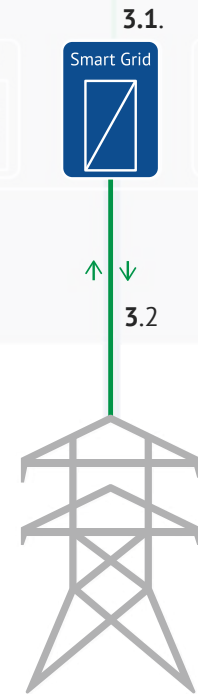
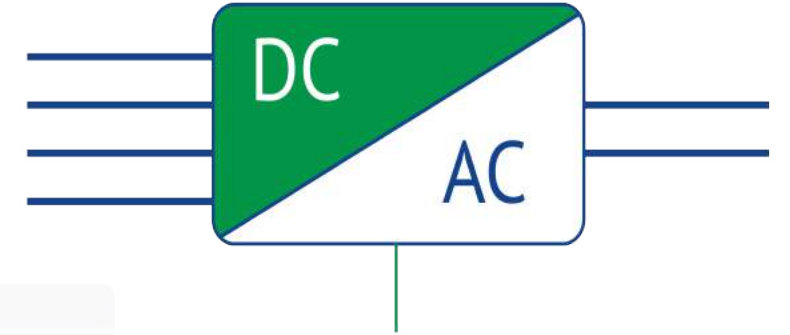
SECTIE 3. PUBLIEKE GRID AANSLUITING

3.1 Bi-directional AC/DC smart grid inverter

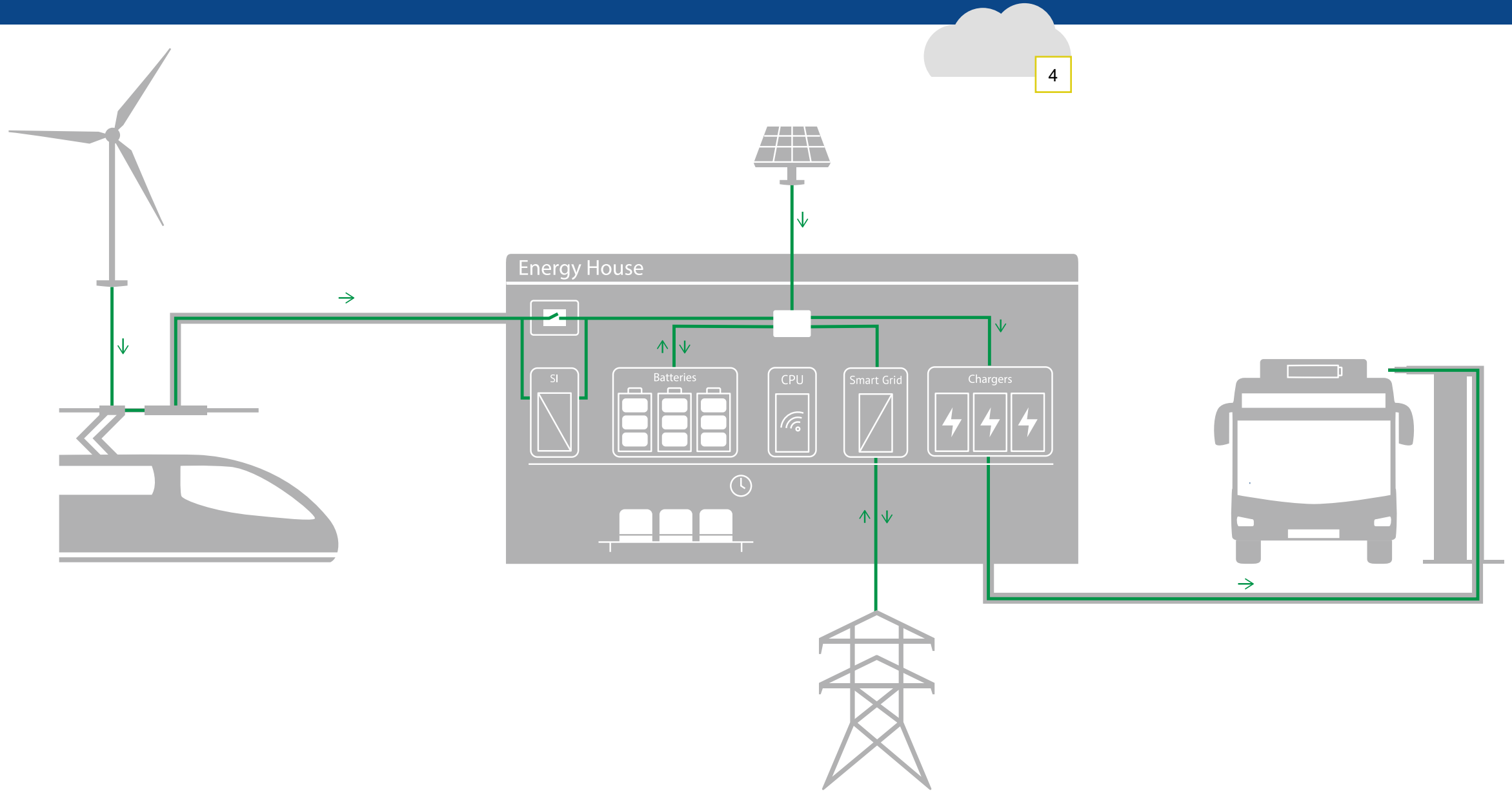
Voltage in and out	[VDC]	1.800
Voltage in and out	[VAC]	400
Current	[A]	181
Max. power	[kW]	250

3.2 Public energy grid

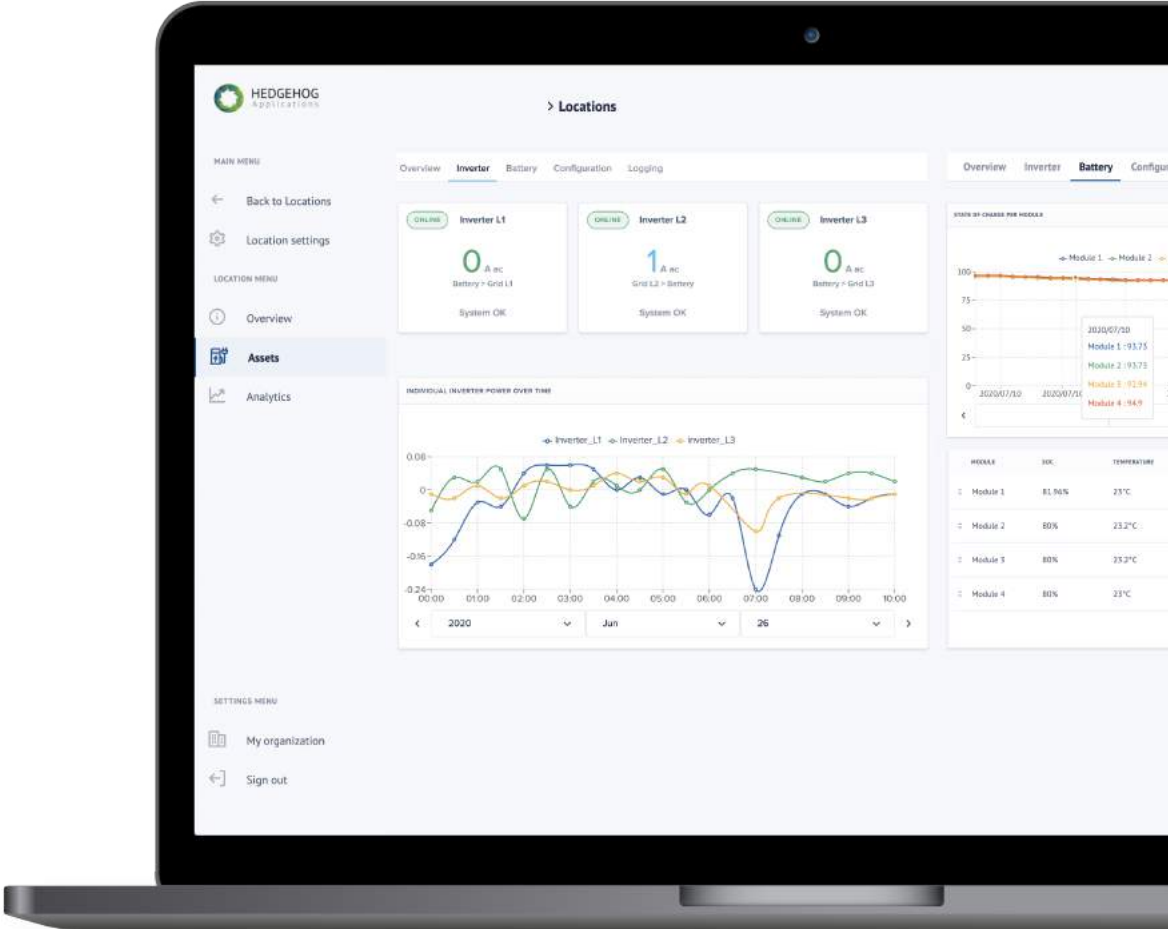
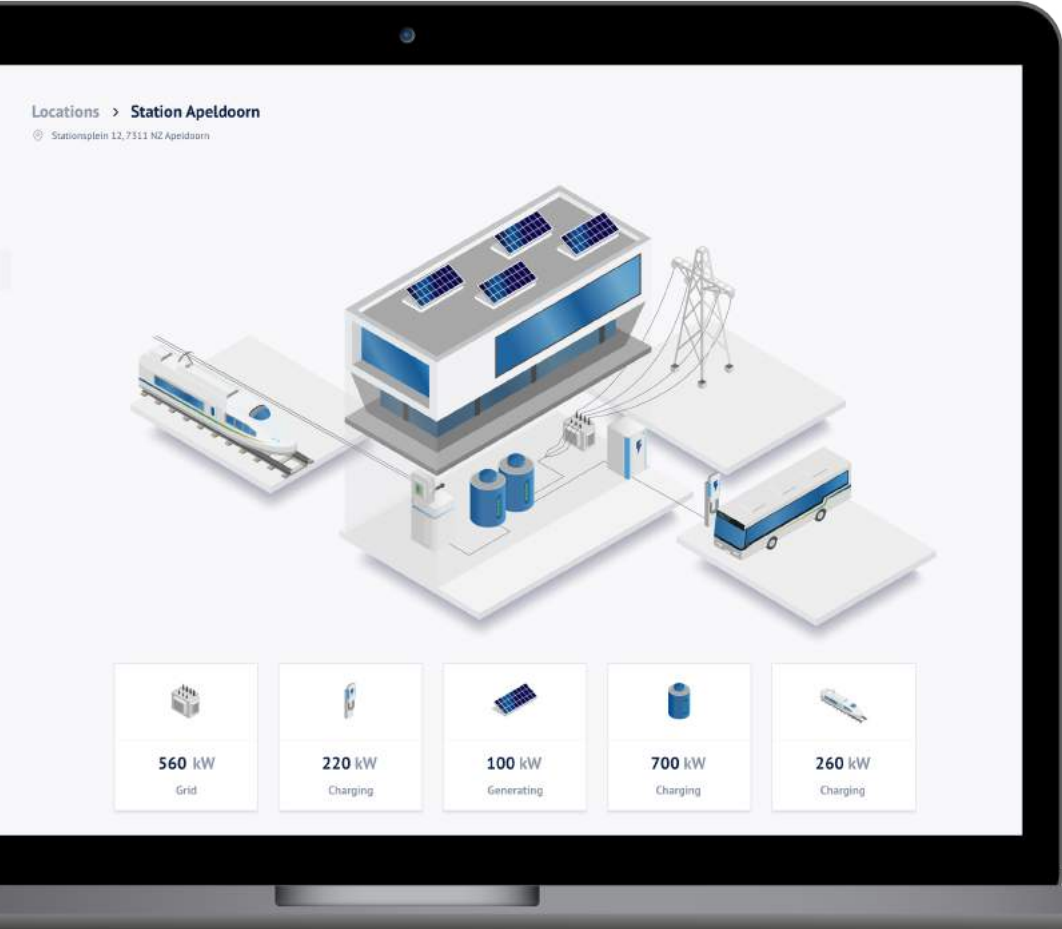
Voltage in and out	[VAC]	400
Max. current (depending on public grid connection)	[A]	NA



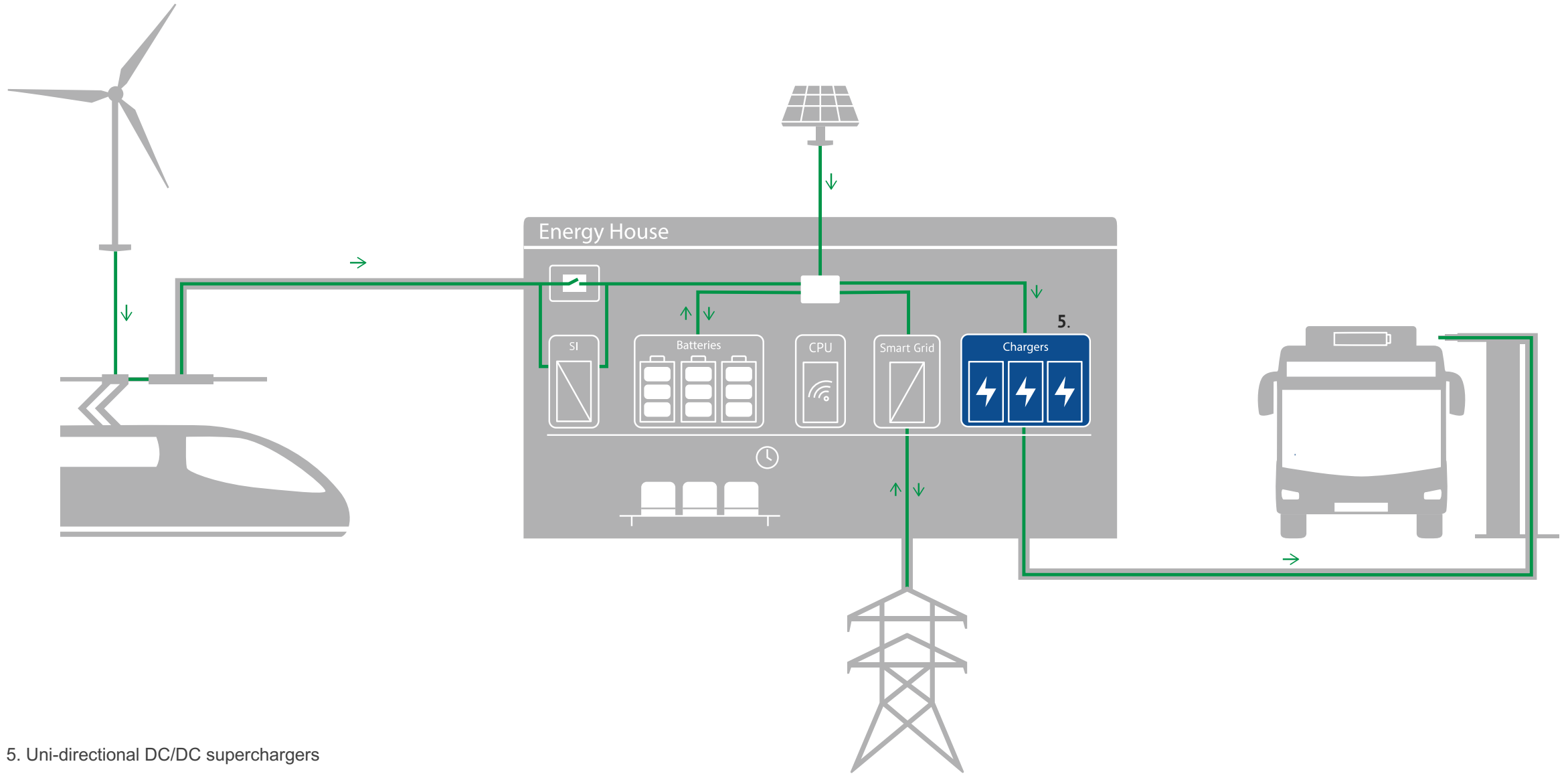
SECTIE 4. SOFTWARE SYSTEMEN



SECTIE 4. SOFTWARE SYSTEMEN

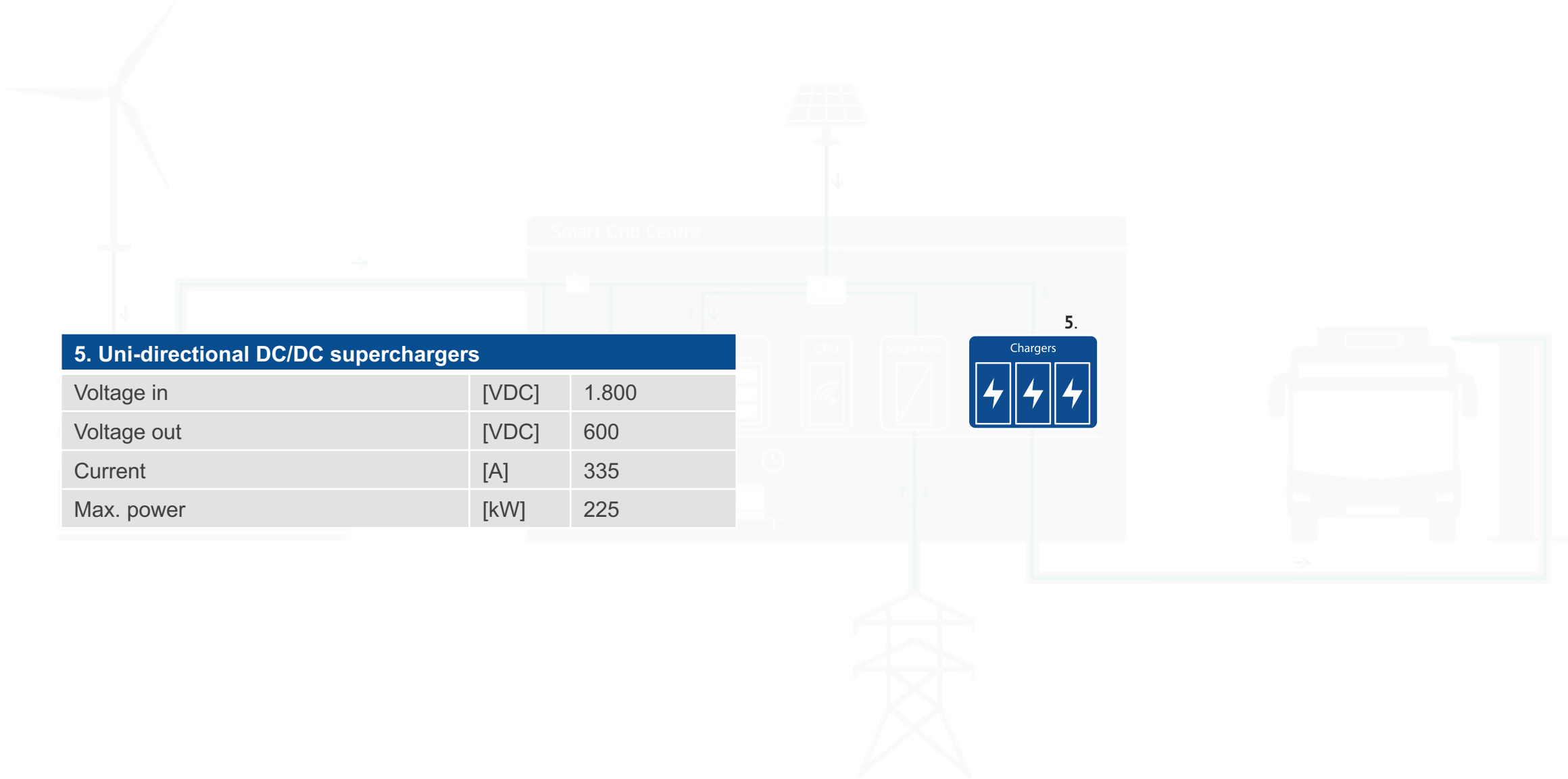


SECTIE 5. DC FAST CHARGERS



5. Uni-directional DC/DC superchargers

SECTIE 5. DC FAST CHARGERS



5. Uni-directional DC/DC superchargers

Voltage in	[VDC]	1.800
Voltage out	[VDC]	600
Current	[A]	335
Max. power	[kW]	225



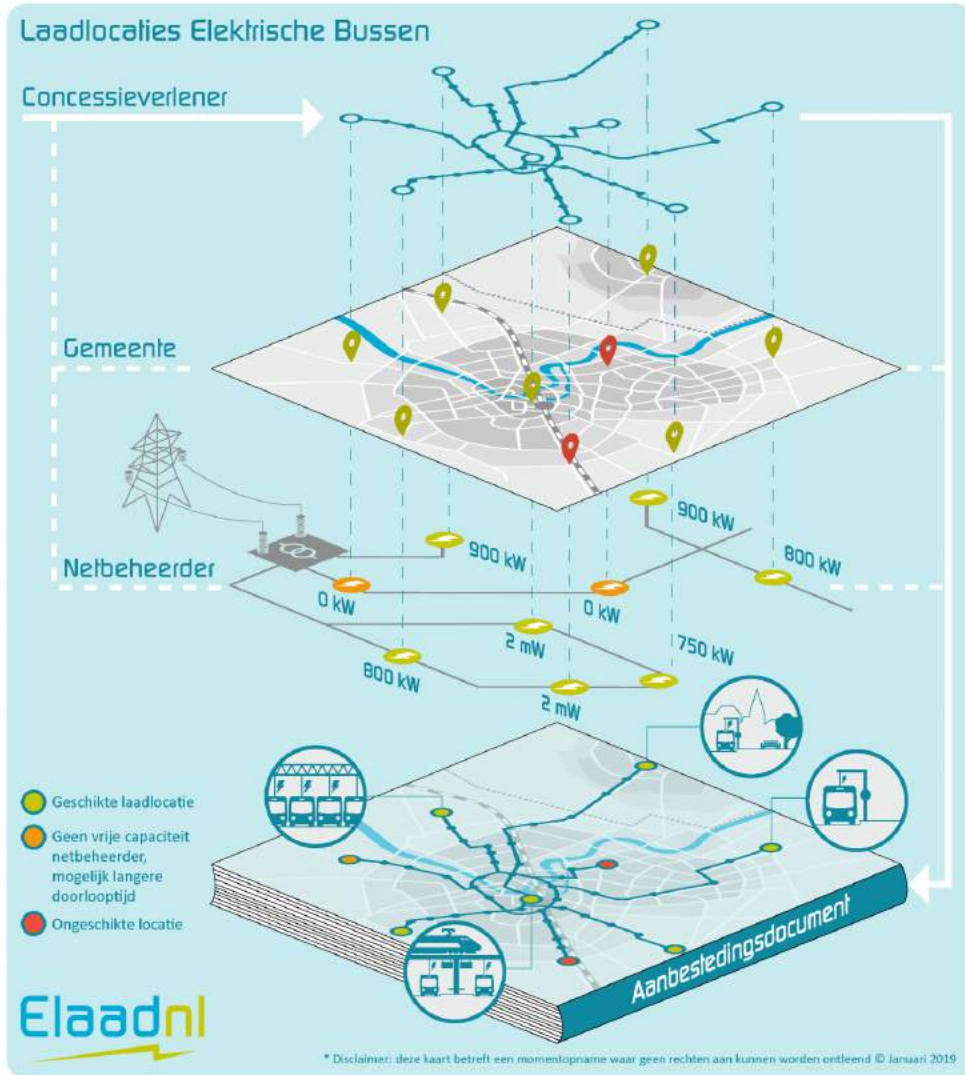
HEDGEHOG
Applications

5

Uitdagingen



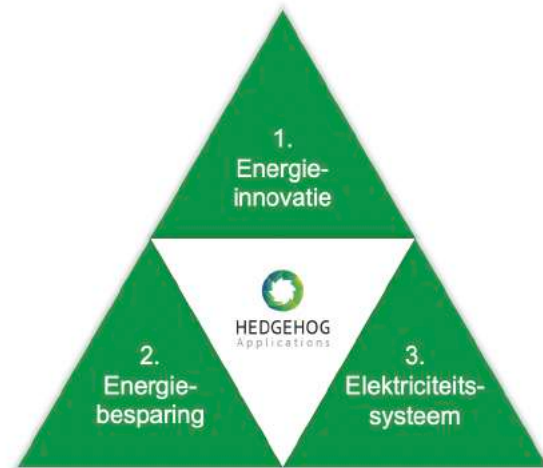
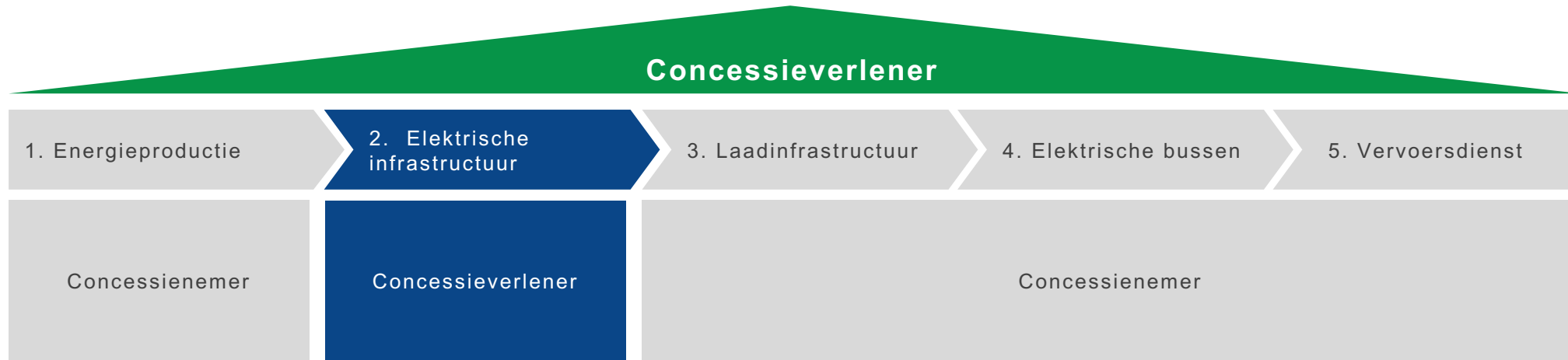
SYNERGIEN MET MEERDERE PARTIJEN ZOEKEN



Stakeholders

1. concessieverlener (bijv. provincie)
2. concessienemer (busvervoerder)
3. netbeheerder bovenleiding (ProRail/HTM/RET)
4. netbeheerder publieke grid (bijv. Stedin)
5. Vivens (eigenaar remenergie) + NS

BUSINESS CASE WORDT NIET INTEGRAAL BEKEKEN IN CONCESSIE



DECARBONISATION



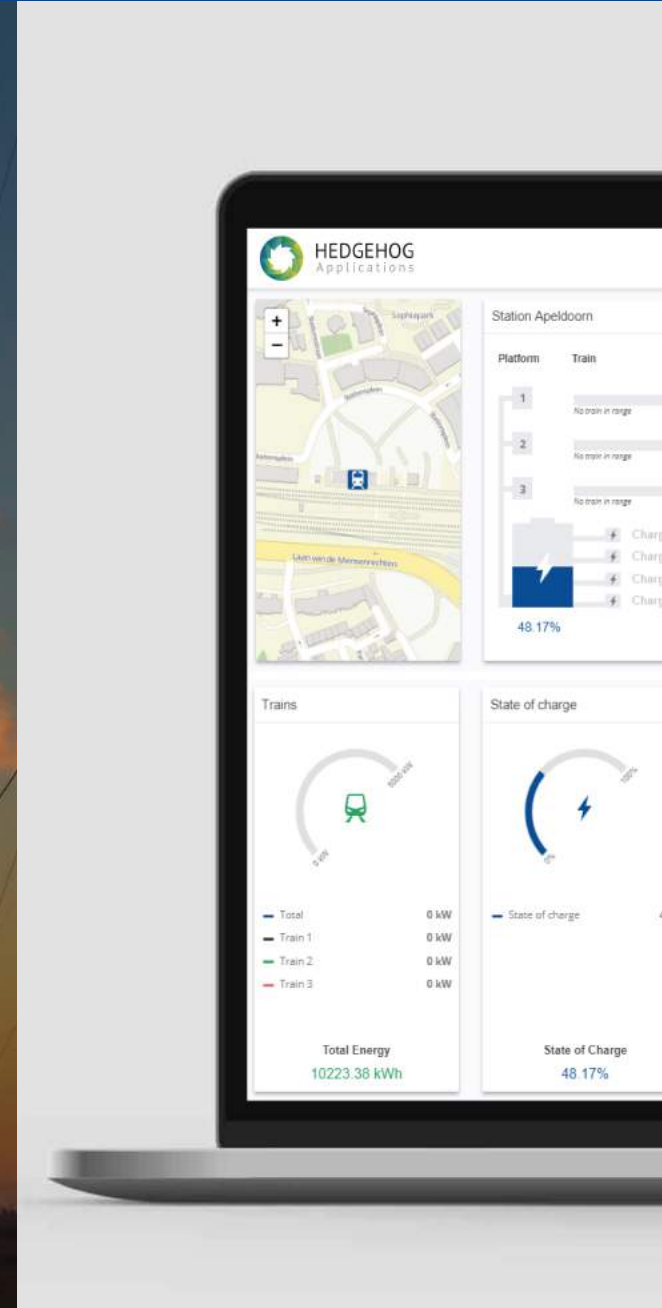
DC/DC



DECENTRALIZATION



DIGITALISATION



HEDGEHOG SYSTEEM: REMENERGIE HERGEBRUIKEN + BOVENLEIDING ALS EXTRA ENERGIENET



Bedankt voor uw aandacht!

X

Vragen omtrent remenergie



1. ER IS GEEN REMENERGIE, WANT EEN TREIN ROLT UIT ZONDER BIJ TE REMMEN.

REMENERGIE

Een trein heeft stalen wielen en rijdt op stalen rails en heeft dus een zeer lage rolweerstand (10% van de rolweerstand van een bus). Een trein rolt tussen stations zeker uit, maar moet altijd minimaal 1 minuut remmen (vanaf ca. 90km/h) alvorens tot stilstand te komen.



2. EN ALS ER DAN NOG IETS OVER IS WORDT HET GEBRUIKT DOOR TREINEN IN DE BUURT



Verbruik van treinen in de buurt

- Het komt überhaupt heel weinig voor dat een trein precies vertrekt wanneer de ander aankomt in verband met overstappende passagiers
- De remenergie moet dan via de bovenleiding en eventueel onderstations (zoals bijv. in Apeldoorn over een afstand van ca. 20km) richting de andere trein en dus verlies je ook aanzienlijk veel energie door dit transport

Eigen verbruik van trein

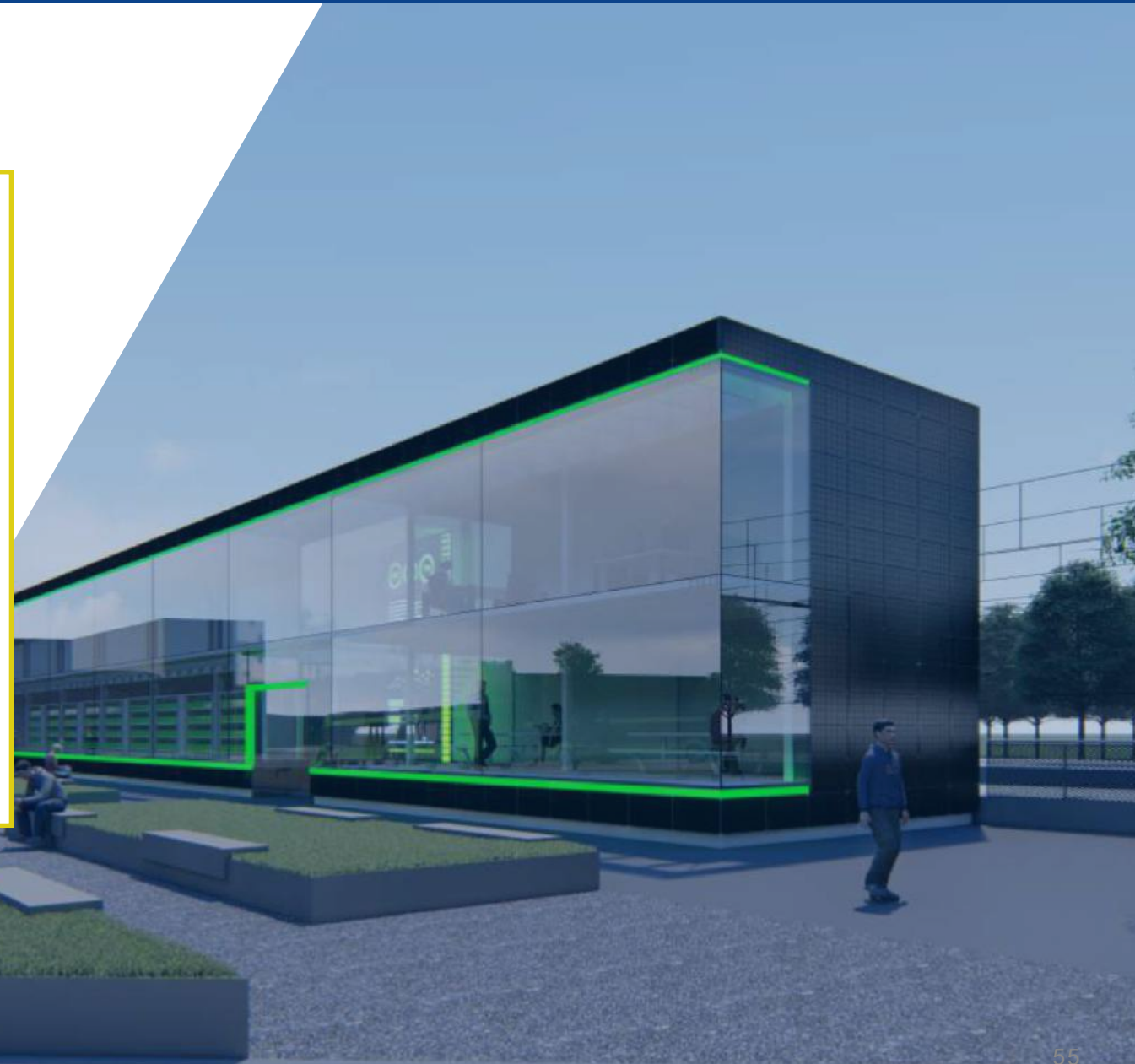
- a. Een trein bestaat uit zogenaamde bakken en iedere bak heeft zo'n **20kW aan eigen vermogen** (bijvoorbeeld verlichting, HVAC, wifi etc.)
- b. Een trein remt zo'n 1 minuut, en dus is het energieverbruik van een bak $1/60$ van 20kW: **0,33kWh**.
- c. Een trein met **6 bakken** gebruikt zo $6 * 0,33\text{kWh} =$ **2kWh**

Vermeden netverzwaring / onderstation

- Als er voor een Hedgehog Systeem wordt gekozen hoeft de concessienemer of concessieverlener geen verzwaarde netaansluiting aan te vragen. Dit scheelt eenmalige investeringskosten alsmede periodieke netbeheerkosten. Daarnaast zijn de maatschappelijke kosten (zie volgende pagina) vele malen lager.
- Een eventueel nieuw onderstation kan worden vermeden

Energiemarkten en in- en verkoop (rem)energie

- De batterij kan worden ingezet voor diverse energiemarkten
- In- en verkoop van (rem)energie



MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN



Het toenemende aantal verzwaarde netaansluitingen t.b.v. het laden van e-bussen gaan de maatschappij miljoenen euro's kosten aangezien deze kosten slechts deels worden doorberekend aan de aanvrager. Het leeuwendeel wordt “gesocialiseerd”.

Doordat het grote batterijpakket van het Hedgehog Systeem energie levert aan de e-bussen, en de batterij energie krijgt vanaf de bovenleiding is er slechts een kleine netaansluiting benodigd. Deze netaansluiting zorgt er in geval van calamiteiten met de bovenleiding voor dat de batterij nog steeds geladen kan worden.