

Vitale Infra Event

Modulair duurzaam CDG

Guido Nijenhuis

 **Movares Guest**

 **Einstein**

7-7-2026

movares  smart
urban
engineering



Aandacht voor veiligheid

Onze vier veiligheidsprincipes

- ⌘ We werken veilig of we werken niet
- ⌘ Je verantwoordelijkheid voor veiligheid gaat verder dan je eigen veiligheid
- ⌘ We spreken elkaar aan op veiligheid
- ⌘ Wij ontwerpen veilig of we ontwerpen niet

Veiligheidsmaatregelen

Lees de calamiteiteninstructie. Meld onveilige situaties en (bijna) ongevallen via de MovaresVeilig app.





NOS Nieuws • Woensdag, 12:00

Elektriciteitstekort dreigt al in 2028, waarschuwt netbeheerder



GFN 2019-2026

Wist je dat...

...het **GFN portfolio** is gegroeid van €5,0 mld in 2019 naar €38,5 mld in 2025? Dat is **ruim zeven keer zo groot in zes jaar tijd**.

...**CAPEX** in dezelfde periode **verdrievoudigd** is?
Van €382 mln in 2019 naar €1.330 mln in 2025, wat de forse investeringsgolf onderstreept.

...**het aantal projecten in uitvoering is verviervoudigd** sinds 2019?
Van 276 projecten naar 1.109 projecten in 2025.

...2022 en 2023 echte piekjaren waren voor projectgroei?
Met respectievelijk 47% en 50% **groei van projecten in uitvoering**.

...het **aantal FTE's sinds 2019 is verdubbeld**?
Van 609 FTE naar 1.217 FTE in 2025.

...**OPEX ondanks de enorme groei relatief stabiel blijft**?
Van €83,2 mln in 2019 naar €157,9 mln in 2025.

...het **PO-plan** (preventief onderhoudsplan) al jaren **op hoog niveau wordt gerealiseerd**? Met scores tussen 84% en 93%.

...er tussen 2019 en 2026 **in totaal 1.085 Safety Walks** zijn uitgevoerd?
Dat onderstreept de **structurele aandacht voor veiligheid** op de werkvloer.

...Werkplekinpecties (WPI's) pas sinds november 2024 centraal in Zenya worden geregistreerd? **Sindsdien zijn 713 WPI's vastgelegd**.



A grid operator's tasks

Main tasks

Transmission services

Ensure a robust and efficient high-voltage grid



Market facilitation

Facilitate an efficient and stable electricity market

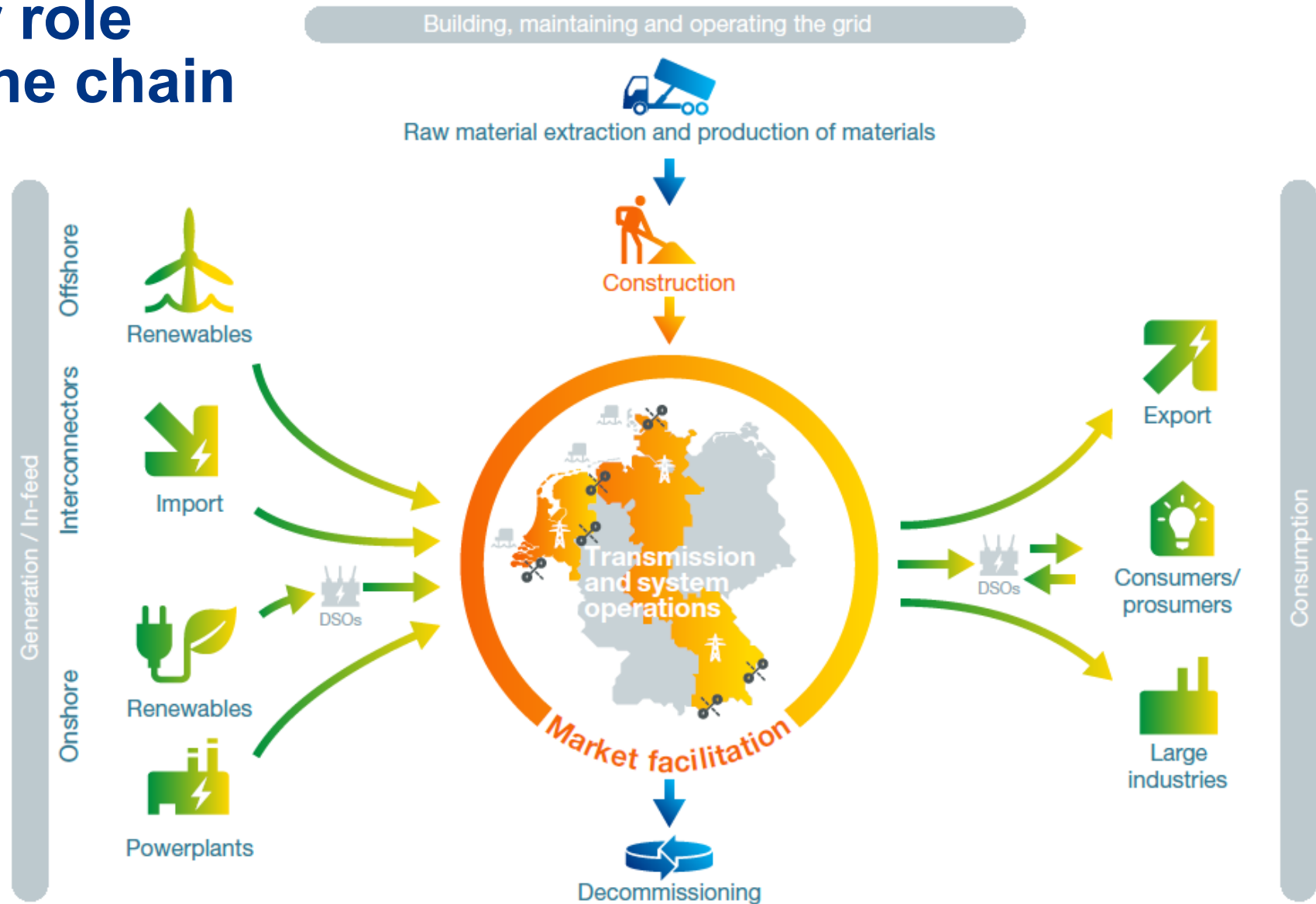


System services

Maintain the balance of electricity, 24/7

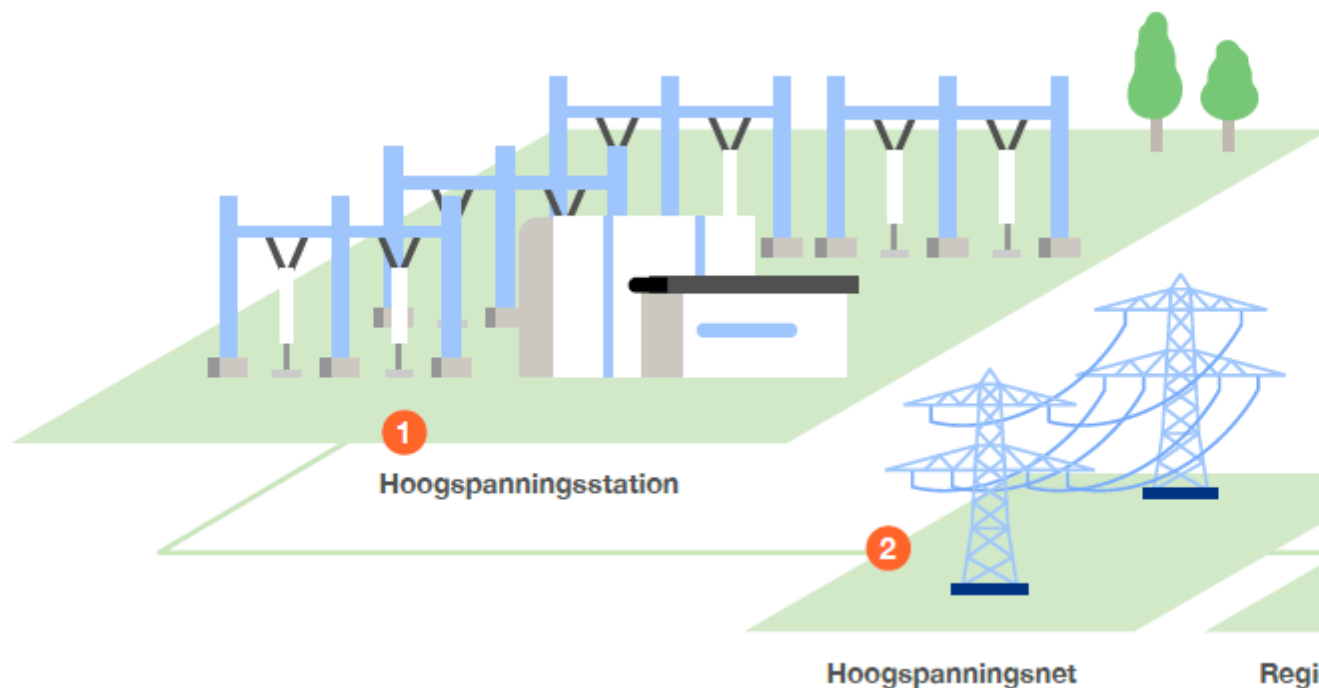


Our role in the chain



Hoogspanning in de open lucht

Een elektriciteitsstation is net als een stoppenkast in huis, maar dan in het groot. Hoe werkt zo'n station en waarom bouwen we zo'n station eigenlijk standaard in de open lucht?



1 Dit doet een hoogspanningsstation

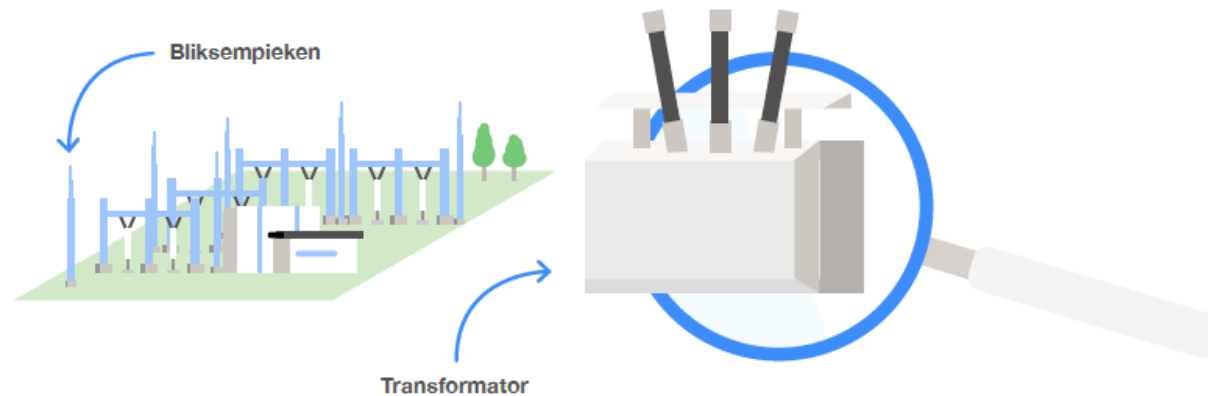
Een hoogspanningsstation (of elektriciteitsstation) is een belangrijk knooppunt in het stroomnet. Zo'n station zet spanning om van hoog naar laag of andersom en verdeelt stroom naar andere delen in het land of regio.

Voordat de stroom veilig naar elk stopcontact gaat, verlagen regionale netbeheerders de spanning nog verder.

2 Waaruit bestaat een elektriciteitsstation?

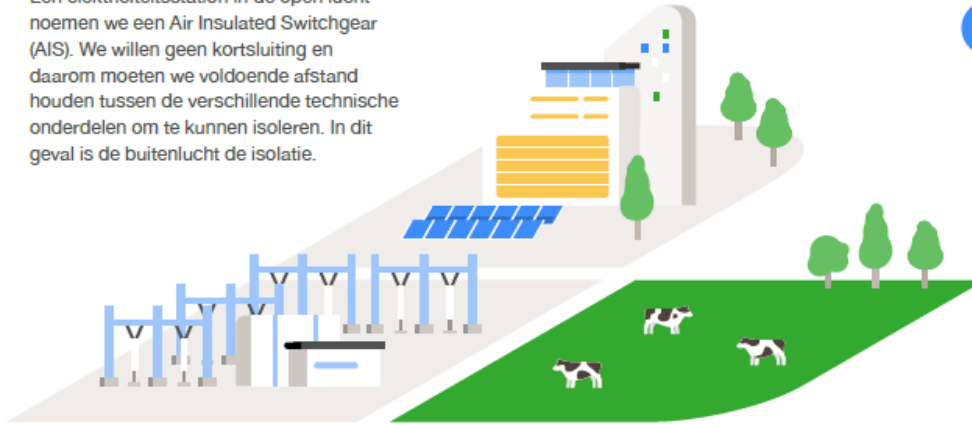
Op onze stations staan veel elektrische installaties, zoals transformatoren, spoelen of meetapparatuur. De hoge metalen palen dienen als bliksemafleider.

Elektriciteitsstations zijn verbonden met het stroomnet en variëren in omvang.



3 In de open lucht

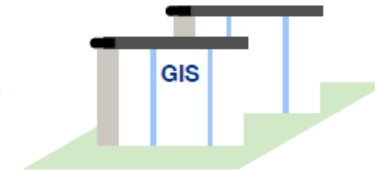
Een elektriciteitsstation in de open lucht noemen we een Air Insulated Switchgear (AIS). We willen geen kortsluiting en daarom moeten we voldoende afstand houden tussen de verschillende technische onderdelen om te kunnen isoleren. In dit geval is de buitenlucht de isolatie.



4 Binnen? Alleen als er geen ruimte is

Een gesloten installatie binnen noemen we ook wel Gas Insulated Switchgear (GIS). Deze gesloten installaties worden geïsoleerd met een speciaal isolatiegas in plaats van met lucht. Dat scheelt ruimte, maar het is een broeikasgas en dat is niet duurzaam.

Uitbreiding van een gesloten installatie is erg lastig en een storing kan lang duren. De voordelen van een open installatie zijn vele malen groter. Daarom kiezen we alleen voor een gesloten installatie als er te weinig ruimte is of als er geen ruimte gemaakt kan worden.



Een storing kan lang duren



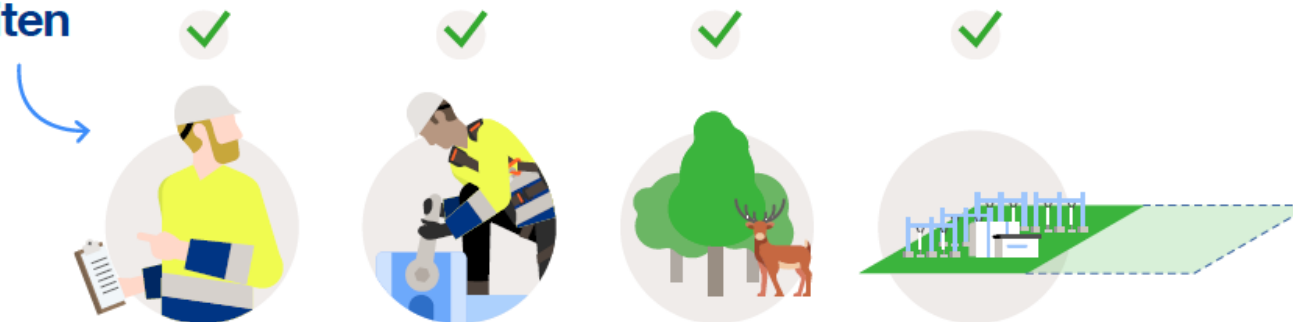
Niet duurzaam



Uitbreiding is erg lastig

5 De voordelen van buiten

Bij een installatie in de open lucht is het onderhoud eenvoudiger, repareren we sneller en breiden we makkelijk uit. Zo zorgen we voor een betrouwbaar en betaalbaar stroomnet en groeit ons net duurzaam en sneller mee met de vraag naar elektriciteit.





CDG





Aanleiding



Productiviteit

Door werk slimmer te organiseren, te **standaardiseren** en te **digitaliseren**, wordt onze productiviteit verhoogd.



Focus

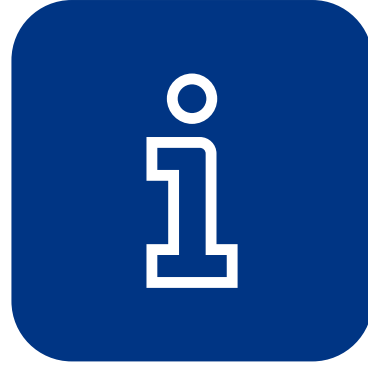
Standaardiseren helpt ons om ons werk **sneller** en **eenvoudiger** uit te voeren en te **verbeteren**. Dat betekent dat we stations volgens een vast ontwerp door aannemers en externe leveranciers laten bouwen.

Aanleiding

- 2 afdelingen
 - GFN
 - Modulair CDG
 - Bestaand en nieuwbouw
 - LPN
 - Duurzaam CDG
 - Batch 2



Aanpak





Aanpak

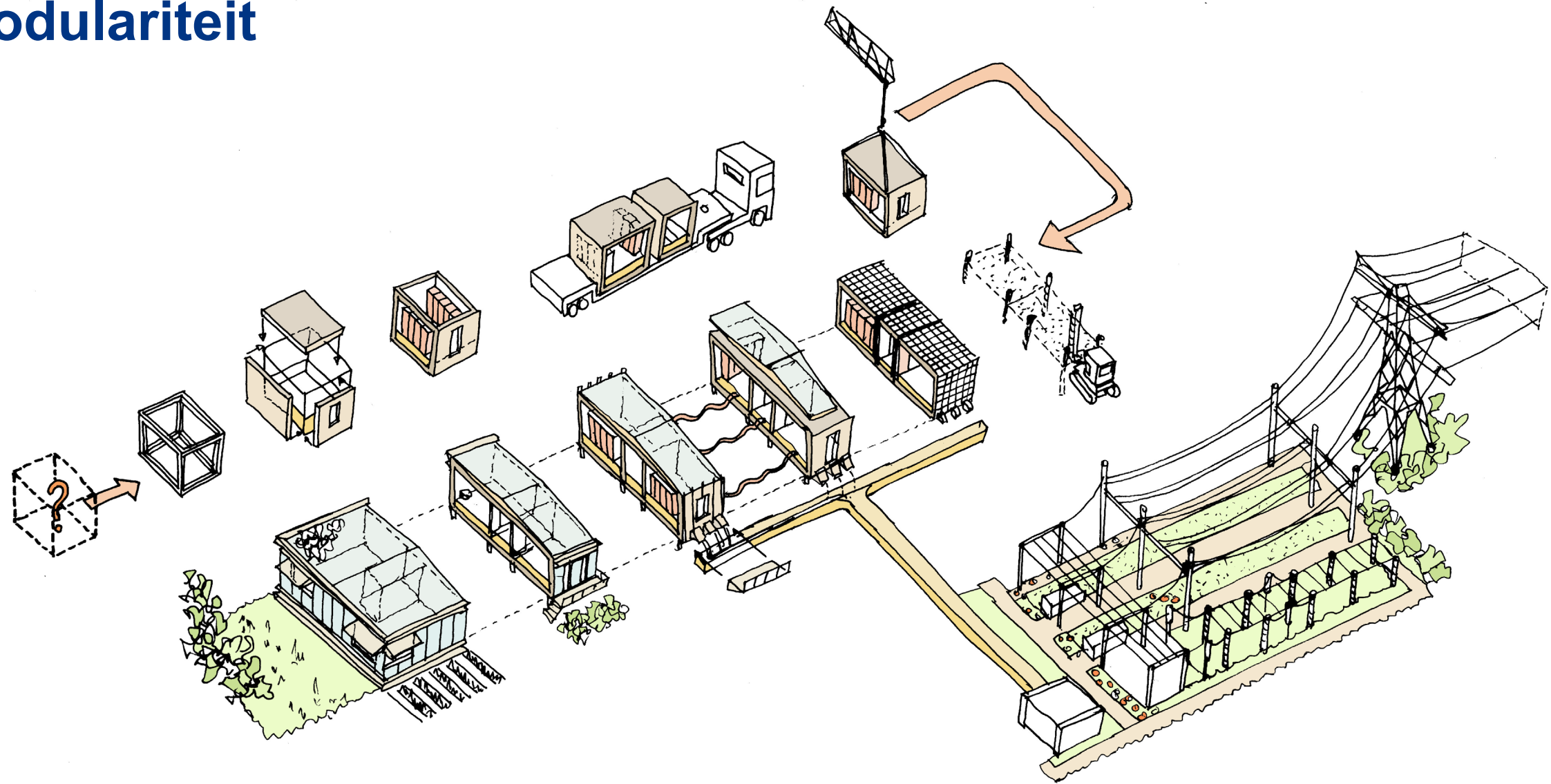




Samenwerking

- TenneT – Movares
- Samen werken
- Vaste ochtend, fysiek bij elkaar
- Korte lijnen, snel reactie
- Movares
 - Senior – medior/junior

Modulariteit

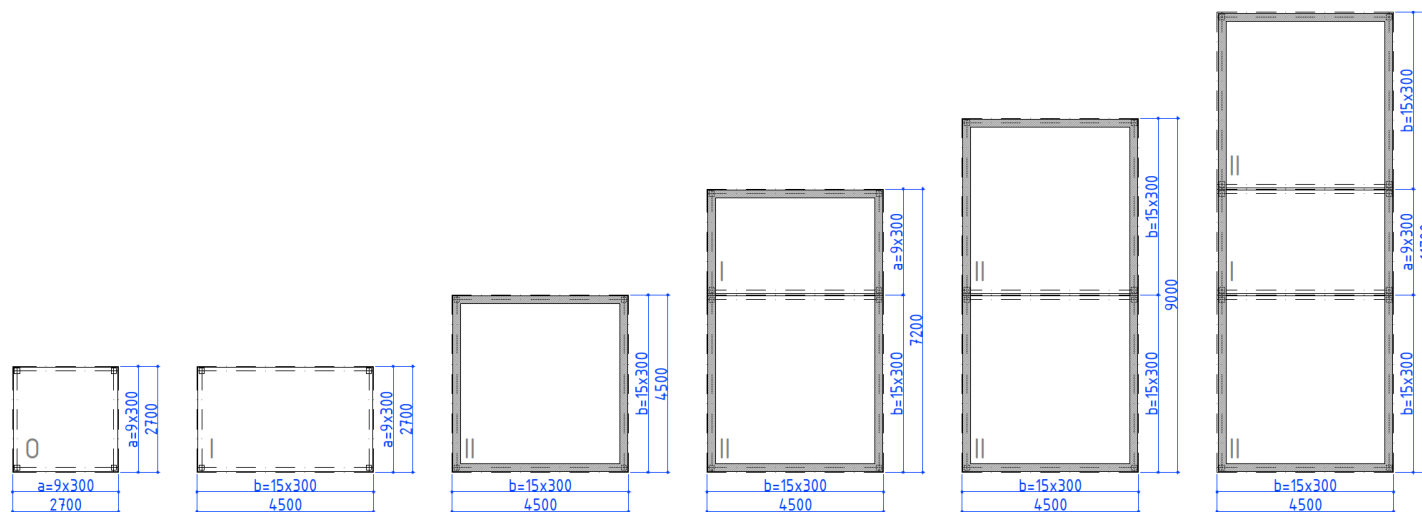


Doelen

Modulariteit

- Het reduceren van de doorlooptijd van projecten
- Een flexibel ontwerp dat geschikt is voor een verscheidenheid van situaties

- Analyse referentieprojecten TenneT.
- Zoeken naar terugkerende maat
- Zoeken naar toekomstbestendige inrichting
- Resultaat: diverse basismodules.



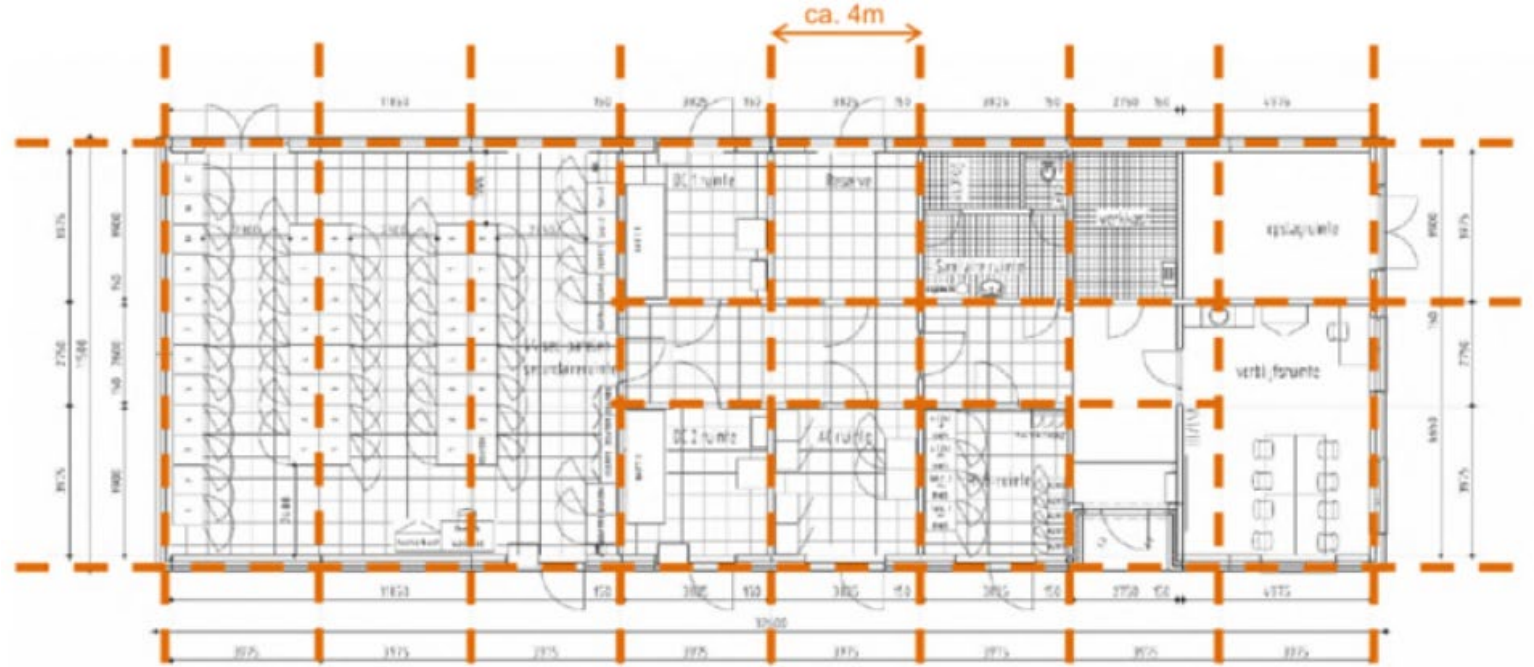
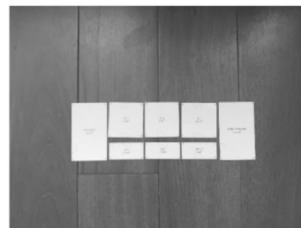
Modulair concept

Configuratie

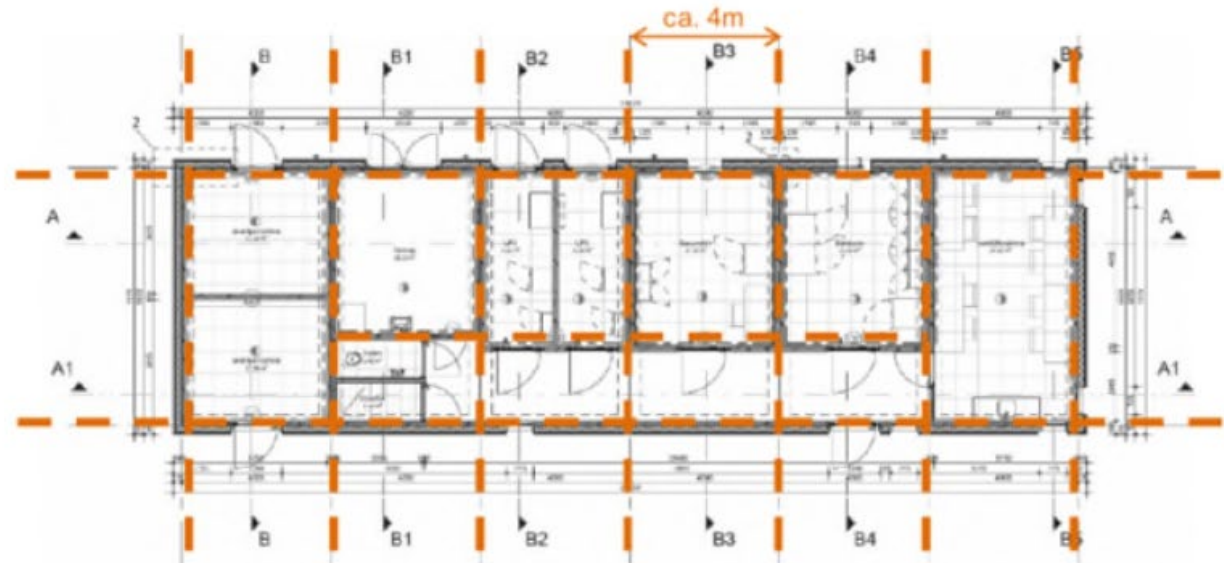
- Door toepassing op een verscheidenheid van projectlocaties kan het gebouw meerdere verschijningsvormen hebben.
- Het gebouw is toepasbaar in 80% van de situaties van zowel brownfield als greenfield



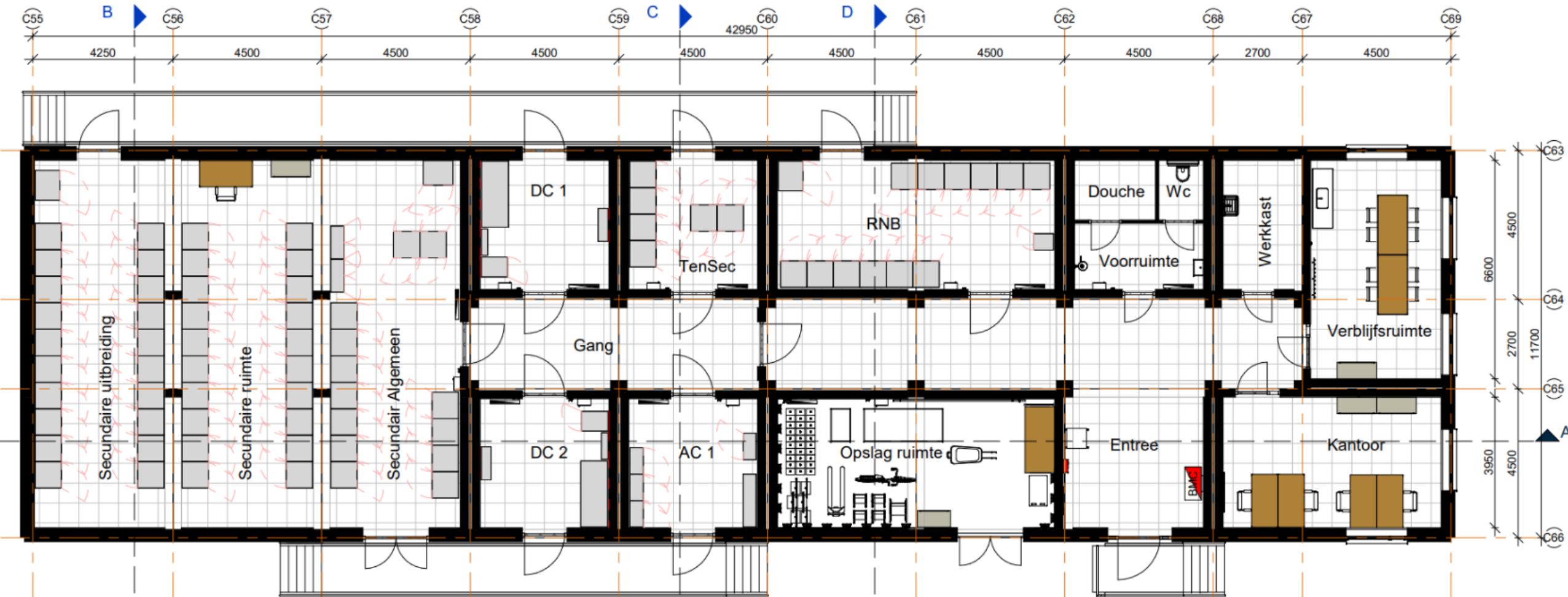
Modulair Concept



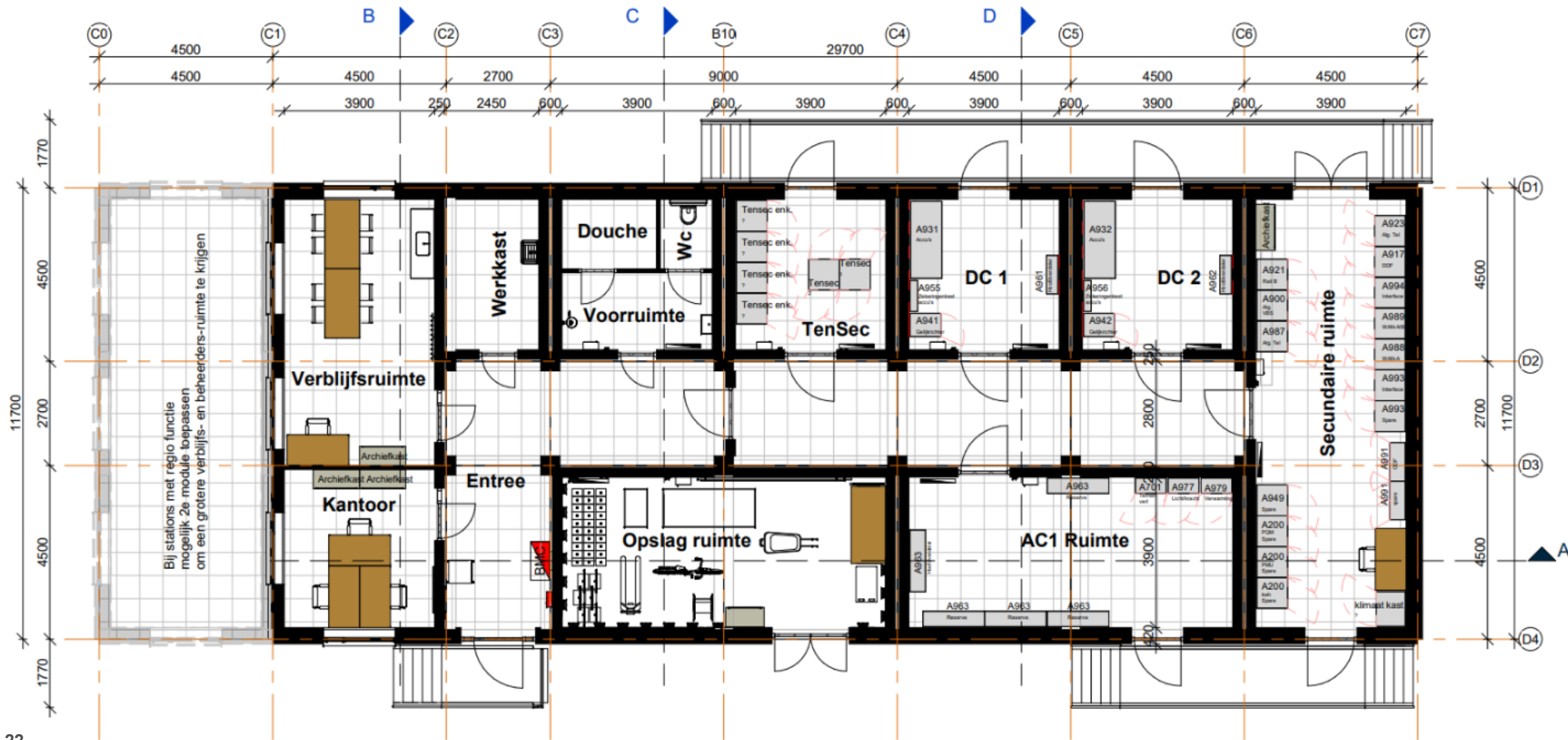
Figuur 4 - Referentie plattegrond CDG, maatsysteem

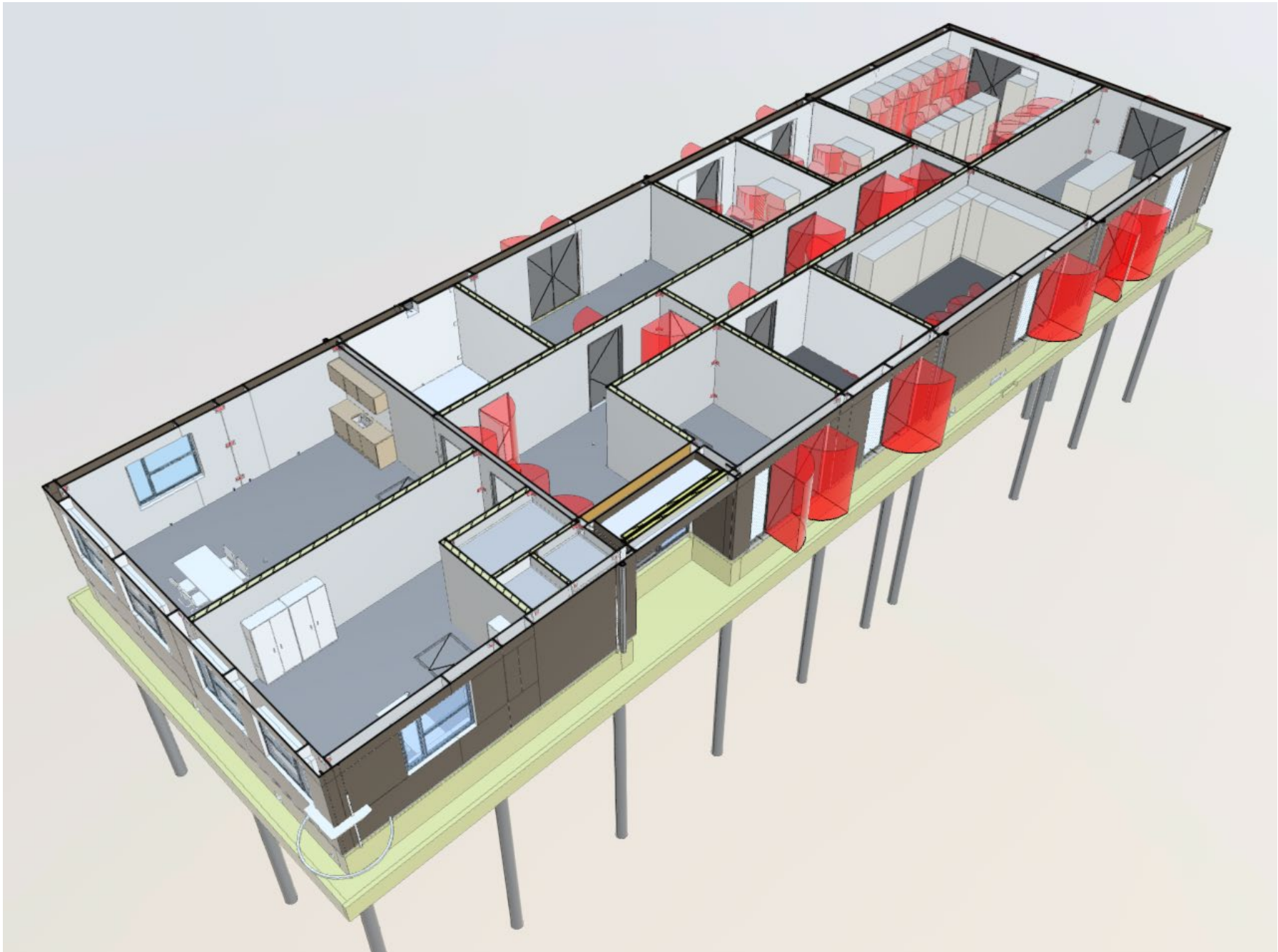


Basis Ontwerp 110 / 150 kV



Basis Ontwerp 220 / 380 kV





Duurzaamheid

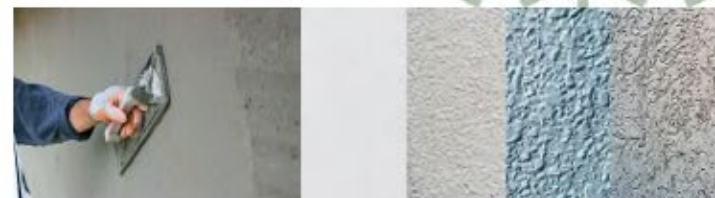
- Initiële duurzame doelen, referentie CDG Batch 1 Modulair Bouwen:
 - Minimaal 60% reductie CO2-uitstoot
 - Maximaal 50% primaire abiotische grondstoffen
 - Minimaal 27% gebruikte energie komt van duurzame bronnen
- Later ook stikstof:
 - Kengetallen van (stikstof)emissiereductie door duurzaam en modulair/prefab bouwen
 - Kengetallen voor het verkorten van de doorlooptijd van projecten door enerzijds een sneller vergunningentraject en anderzijds snellere uitvoering (bouwtijd)
 - Optimalisaties in ontwerp en uitvoering voor volgende batches in het programma Standaardisatie

Materialenonderzoek

Gevelmaterialen

	Duurzaamheid				Modulariteit		Bouwkundig en constructief			Overige		
Variant	MKI (€)	CO2-uitstoot (kg)	% primair materiaal	Losmaakbaarheid %	Uitbreidbaarheid	Bouwsnelheid op locatie	Brandklasse	Onderhoudsvriendelijkheid	Ruimtebeslag (mm)	Beschikbaarheid	Kosten per m2	Score
BETON												
Pleisterwerk geschilderd	€ 360	2.999	100	13	++	++	A1	++	10	++	€ 15	-3
BAKSTEEN												
Baksteenmetselwerk	€ 2.215	18.688	100	16	++	+	A1	++	100	++	€ 30	-1
Baksteenstrips	€ 455	4.529	100	16	++	+	B	++	15	++	€ 80	1
ClickBrick	€ 468	3.319	100	73	++	+	A1	++	90	++	€ 2	8
METALLEN												
Aluminium platen	€ 837	5.378	22	62	++	++	A2	+	80	++	€ 100	7
Staalplaat	€ 448	3.215	81	67	++	++	A2	+	80	++	€ 53	3
Zink	€ 1.003	5.929	27	51	++	+	A2	+	50	++	€ 120	0
HOUT												
Hout onbehandeld	€ 8	61	6	62	+	+	D	-	50	+	€ 75	7
Hout geconserveerd	€ 73	893	0	48	+	+	B	-	50	+	€ 40	8
OVERIG BIOBASED												
Nabasco Biocomposiet	€ 445	2.149	1	62	++	++	B	+	130	+	€ 175	9
Biocomposietplaat	€ 445	2.149	1	62	++	++	B	+	130	+	€ 175	9
OVERIGE												
Volkernplaat	€ 926	2.574	0	62	+	++	D	+	130	++	€ 50	6
Vezelcementplaat	€ 538	3.211	87	62	+	++	A2	+	130	++	€ 120	7
Keramische tegel	€ 848	5.933	100	12	+	-	A1	++	130	++	€ 120	0
Natuursteen	€ 2.277	21.031	100	16	+	-	A2	++	130	++	€ 65	-4

pleisterwerk



baksteen



metalen



hout



biocomposiet



overige



Materialenonderzoek

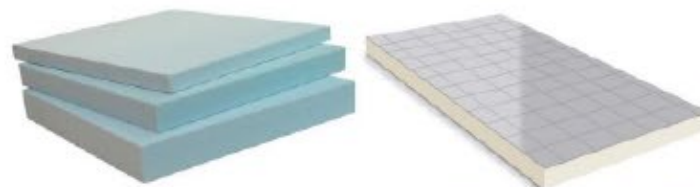
Isolatiematerialen

	Duurzaamheid				Bouwkundig & constructief			Overig		Score
Variant	MKI (€)	CO2-uitstoot (kg)	% primair materiaal	Losmaakbaarheid %	Brandklasse	Rd waarde bij 100mm	Geschikt voor vloer, wand & dak	Beschikbaarheid	Kosten (per m2)	
MINERALEN										
Steenwol	€ 596	4.516	100	89	A1	2,85	++	++	€ 16	5
Glaswol	€ 514	2.505	45	89	A1	3,15	++	++	€ 9	10
KUNSTSTOF										
PIR	€ 1.559	15.102	100	30	B	4,75	++	++	€ 53	-2
EPS	€ 1.010	10.601	100	89	E	3,33	++	+	€ 11	0
XPS	€ 2.505	30.141	100	89	E	2,95	++	++	€ 16	-2
BIOBASED										
Maswol isolatie	€ 711	3.132	12	89	C	2,63	++	+	€ 18	4
Houtvezel	€ 259	1.237	18	89	D	2,75	++	++	€ 15	9
Hennep	€ 576	5.111	12	30	D	2,56	++	+	€ 18	-2
Celluloseplaten	€ 2.348	12.898	12	17	B	2,64	++	-	€ 57	-7
Schuim biopolymeren	€ 933	9.070	0	89	B	2,94	++	0	€ 20	2
Grasvezelisolatie	€ 404	4.562	12	62	E	2,50	++	—	€ 15	-1
Schapenwol	€ 325	4.655	100	30	B	2,86	++	—	€ 37	-3

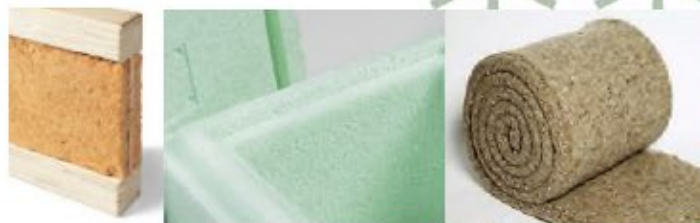
mineralen



kunststof

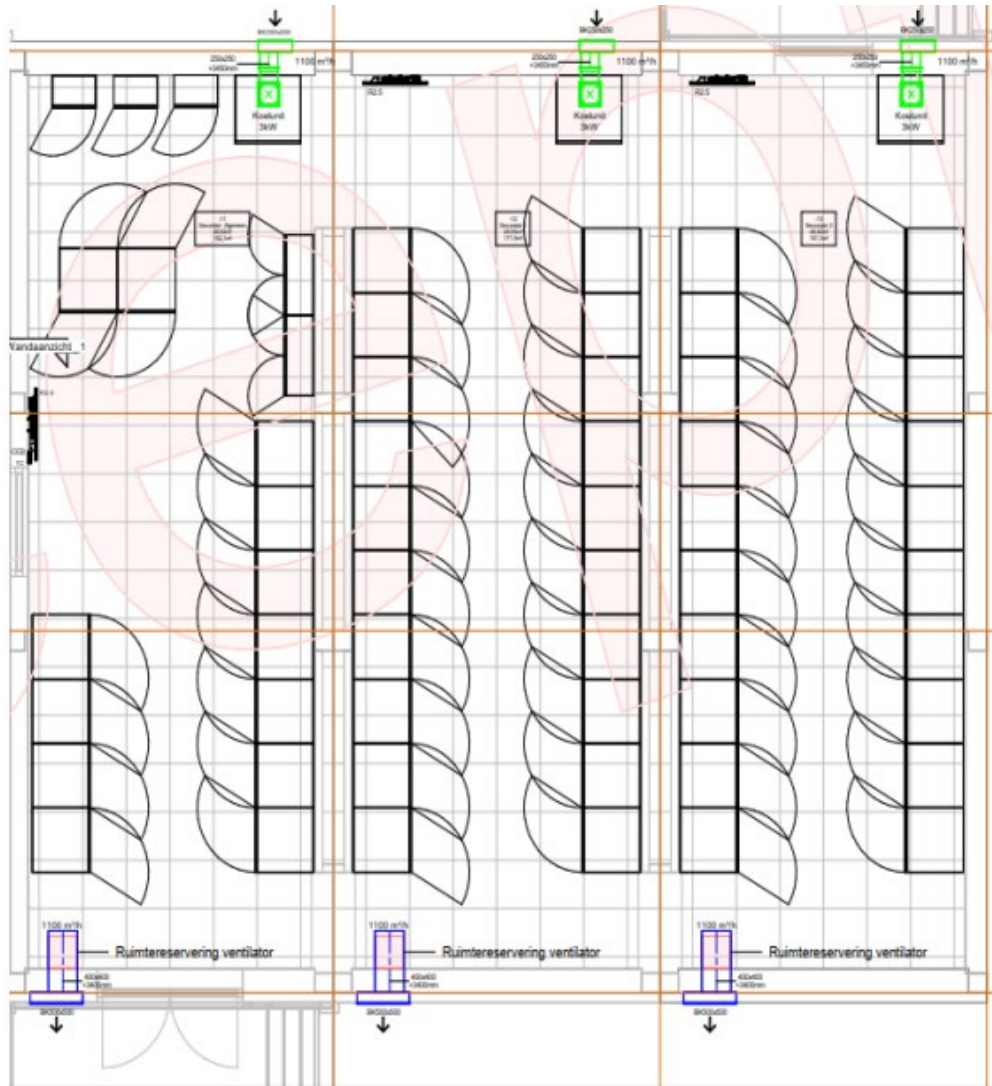


biobased

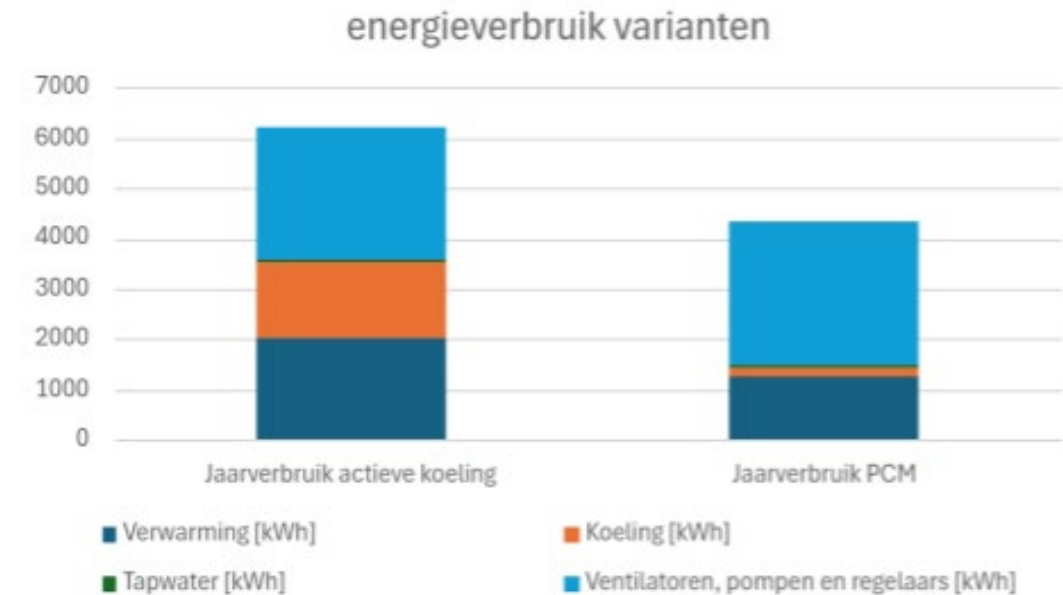


Duurzaamheid

Klimaatbeheersing; PCM koeling voor secundaire ruimtes



Figuur 10: principe PCM-koeling Sec. ruimtes



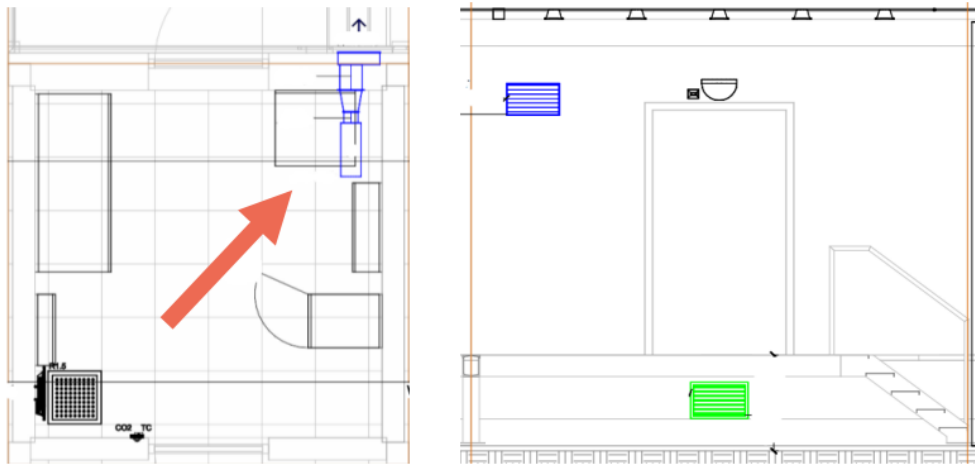
Figuur 11: energieverbruik van de klimaatinstallaties voor een 110/150 kV station.

Duurzaamheid

Klimaatbeheersing; Koude opwekking Splitunit

Principes

Voor de ventilatie is gekozen om het kabelcompartiment mee te nemen in het ventilatiesysteem. Hierdoor is het mogelijk om alle ruimtes kruislings en diagonaal te ventileren zoals te zien in Figuur 12. Lucht wordt aangezogen via het rooster onder de deur (groen gearceerd). Deze wordt voorverwarmd/gekoeld via de kabelcompartiment en wordt via het rooster onder de radiator diagonaal naar het afblaasrooster getrokken. Dit geldt voor zowel natuurlijk als mechanisch.



Figuur 12: bovenaanzicht en gevel aanzicht voor ventilatie

Duurzaamheid

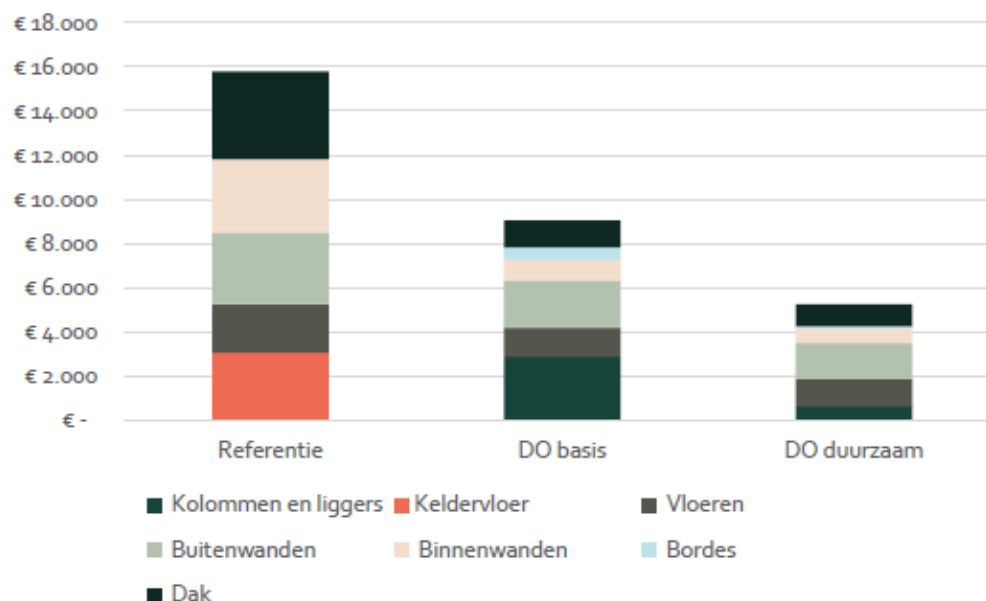
Thema	Minimale doelen	Streefdoelen	Prestatie DO
Milieu-impact (CO ₂ -uitstoot)	-60% CO ₂ uitstoot (tov standaard)	CO ₂ neutraal	41-64%
Circulariteit	-50% primaire abiotische grondstoffen (tov standaard)	Volledig circulair	-85% tov standaard (verhouding 67% primair van totaal DO)
Energie	27% energieneutraal	Volledig energieneutraal	Geen opwek, maar wel 30% reductie in energiegebruik voor gebouwgebonden installaties

Duurzaamheid

Milieu-impact

- ✦ Reductie van 43 - 67% MKI ten opzichte van het standaard CDG
- In CO2 is de winst iets lager met 41-64%

MKI-vergelijking



Onderdeel	Referentie	Aandeel
Kolommen en liggers	€ -	0%
Keldervloer	€ 3.066	19%
Vloeren	€ 2.190	14%
Buitenwanden	€ 3.233	20%
Binnenwanden	€ 3.315	21%
Bordes	€ -	0%
Dak	€ 3.985	25%
Totaal	€ 15.790	
Afname		

DO basis	Aandeel
€ 2.880	32%
€ -	0%
€ 1.314	15%
€ 2.140	24%
€ 935	10%
€ 550	6%
€ 1.216	13%
€ 9.035	
-43%	

DO duurzaam	Aandeel
€ 618	12%
€ -	0%
€ 1.245	24%
€ 1.623	31%
€ 634	12%
€ 118	2%
€ 1.008	19%
€ 5.246	
-67%	

Duurzaamheid

Circulariteit

- Percentage primair abiotisch materiaal van duurzaam ontwerp rond de 67%
- Er is een grote reductie aan grondstoffen behaald; 80% reductie in massa
- Percentage kilo's primair abiotisch materiaal tov referentie 14%
- T.o.v. het standaard CDG is er een grote reductie aan primair materiaalgebruik (-86%)
- Losmaakbaarheidsindex is sterk toegenomen met 76-85%

Indicator		Referentie		DO basis afname		DO Duurzaam afname		Doelstelling
Primair materiaalgebruik (%)		96 %		67 %		65%		< 50 %
Massa totaal (kg)		969.101		194.328	- 80%	201.800	- 79 %	
Massa primair materiaal (kg)		934.135		131.105	- 86%	131.398	- 86 %	- 50 %
Losmaakbaarheid		17 %		85 %		76%		

Digitalisering

- 3D → BIM, welke info vastleggen
- Structuren/coderingen (OTL, RDS-PS, NL-SfB, ...), detailniveau (doel?)
- Relatics / Levvr

PRINCIPE NL-SfB

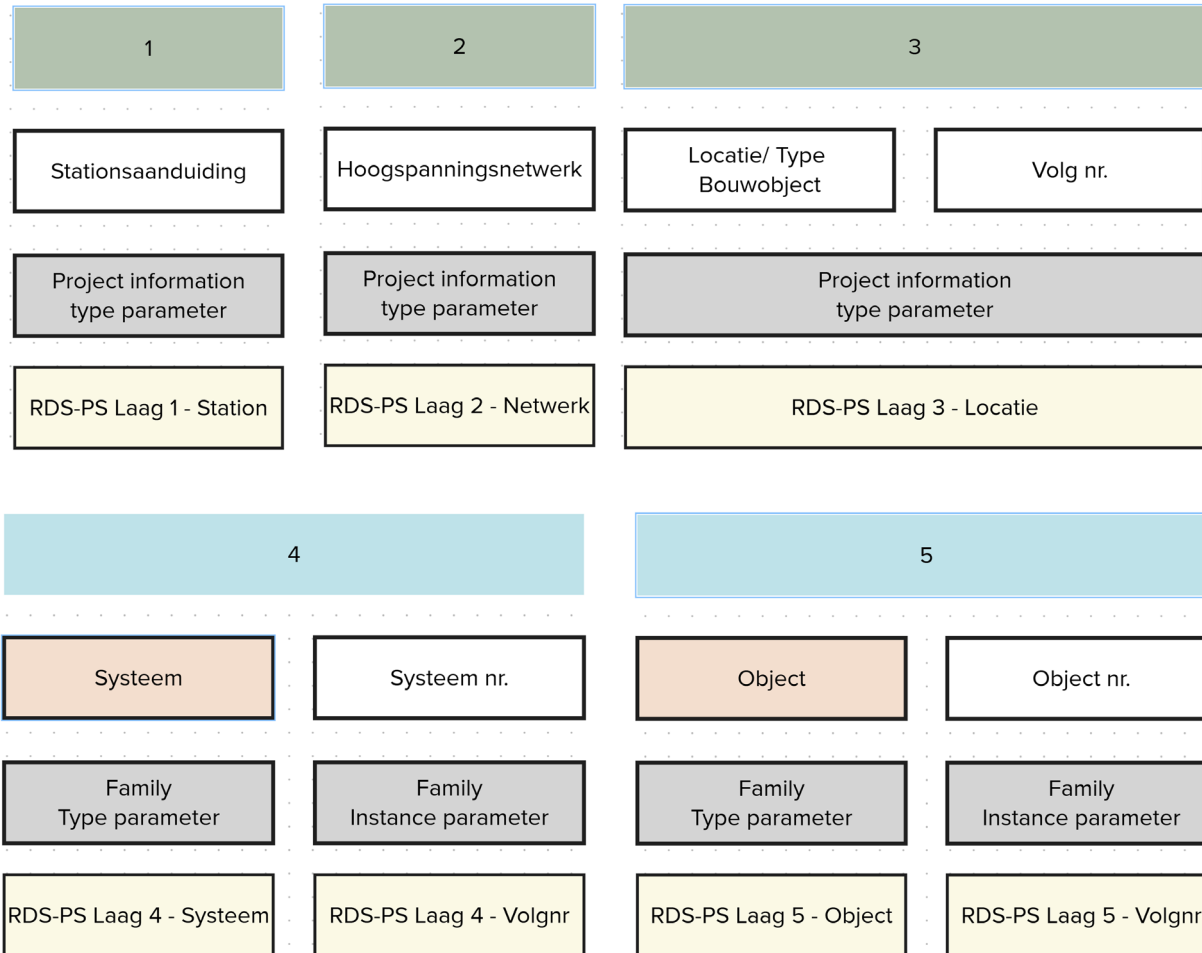
- Decompositie op basis van functie en plaats
- Hoofdcategorieën en subcategorieën
- Herhaling van nummers voor gelijksoortige objecten (met name constructief/ bouwkundig):

2 - Ruwbouw		3 - Afbouw		4 - Afwerking	
21	Buitenwanden	31	Buitenwandopening	41	Buitenwandafwerking
22	Binnenwanden	32	Binnenwandopening	42	Binnenwandafwerking
23	Vloeren	33	Vloeropening	43	Vloerafwerking
24	Trappen en hellingen	34	Balustrades en leuningen	44	Trap- en hellingafwerking
27	Daken	37	Dakopening	47	Plafondafwerking

- Standaard codering in bouwkundige modellen ([zie DigiGo](#))



PRINCIPE DATAOPZET RDS-PS - GEBOUWEN

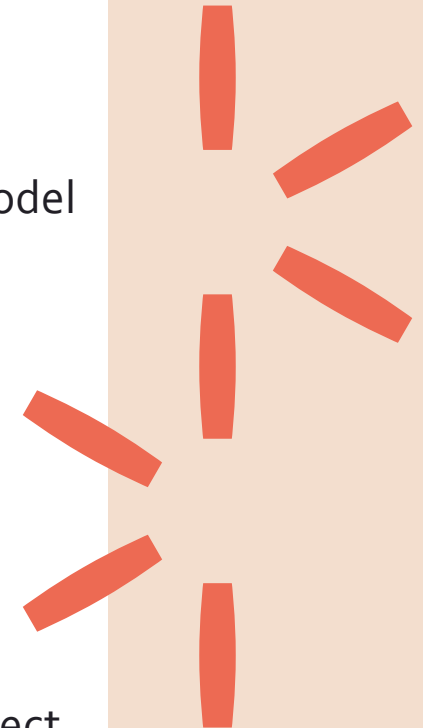


Project informatie

- Gebouwen bestaan in 1 model
- Van toepassing op alle onderliggende objecten

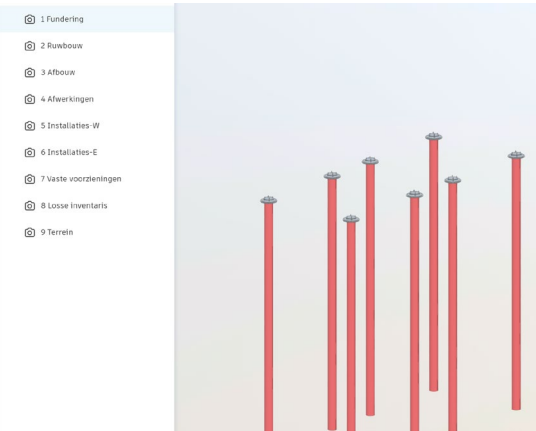
Object informatie

- Van toepassing op elk object
- Verschillende functies en toepassingen



PRINCIPE NL-SfB

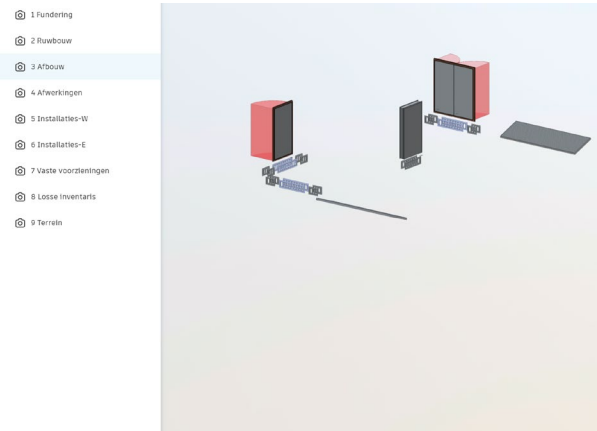
1x.xx Fundering



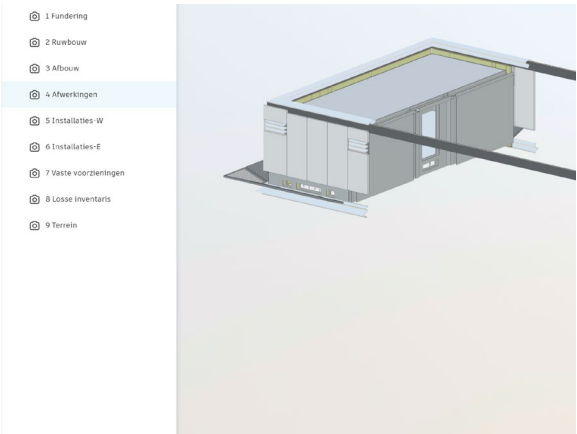
2x.xx Ruwbouw



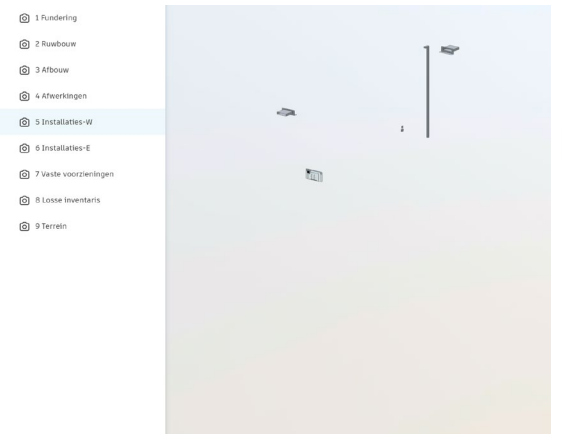
3x.xx Afbouw



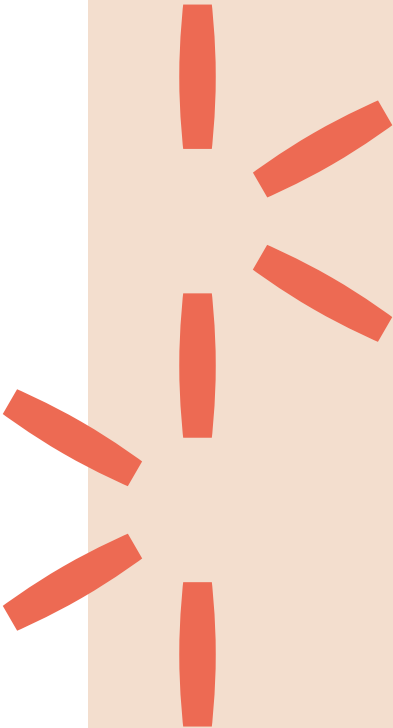
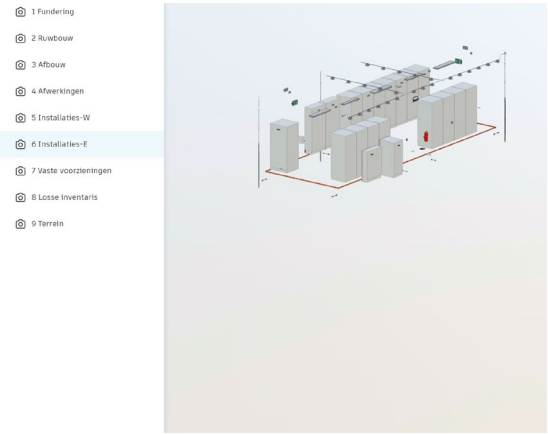
4x.xx Afwerking



5x.xx Installatie W



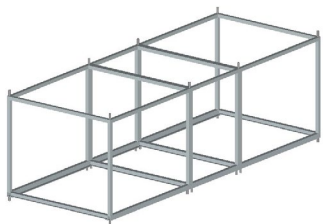
6x.xx Installatie E



RDS-PS bouwkunde

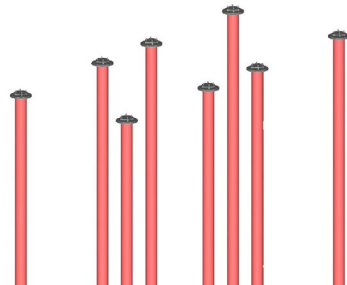
CONSTRUCTIE (UBD)

UBD₁-UBD



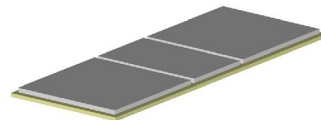
FUNDERING (ULC)

ULC₁-ULC

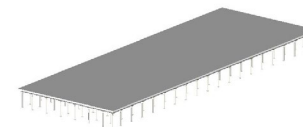


VLOEREN (ULK₁ en ULK₂)

ULK₁-ULK

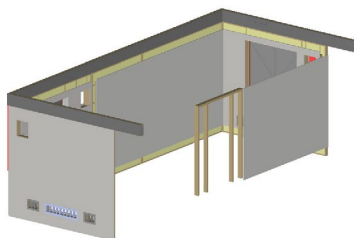


ULK₂-ULK

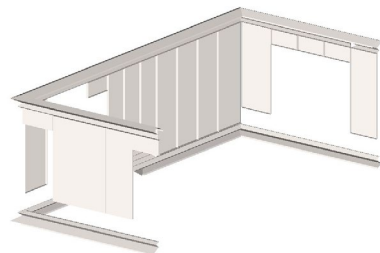


BUITENWANDEN (ULM₁)

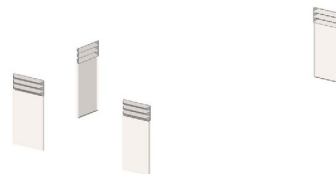
ULM₁-ULM



ULM₁-NCB



ULM₁-NAC



ULM₁-QQc



PRINCIPE KOPPELING RDS-PS / NL-SfB

	Netwerk-Station	Systeem 81346-10	Functioneel - Product 81346-2		Locatie (+)	Functietype	
	B-B	AE1 CDG/ Transformatorcel/ Veldhuis/ Spoelcel/ etc.	ULM2 Holding object • Structural supporting object ◦ Wall plate	QQC Controlling object • Space access object ◦ Door	?	DBA Secundaire module	RDS-PS
			32 Binnenwandopening	31 Deur: Draaideur	ruimte 23 ⇔ ruimte 1	DBA Secundaire module	NL-SfB
	B-B	AE1 CDG/ Transformatorcel/ Veldhuis/ Spoelcel/ etc.	ULM2 Holding object • Structural supporting object ◦ Wall plate	ULM Holding object • Structural supporting object ◦ Wall plate	?	DBA Secundaire module	RDS-PS
			22 Binnenwand	13 Niet constructief. Systeemwand vast	ruimte 1 of 23	DBA Secundaire module	NL-SfB
	B-B	AE1 CDG/ Transformatorcel/ Veldhuis/ Spoelcel/ etc.	PT ?	XDE Interfacing object • Low voltage connecting object ◦ Power distributor	?	DBA Secundaire module	RDS-PS
			62 Krachtstroom	00 Algemeen	ruimte 1	DBA Secundaire module	NL-SfB

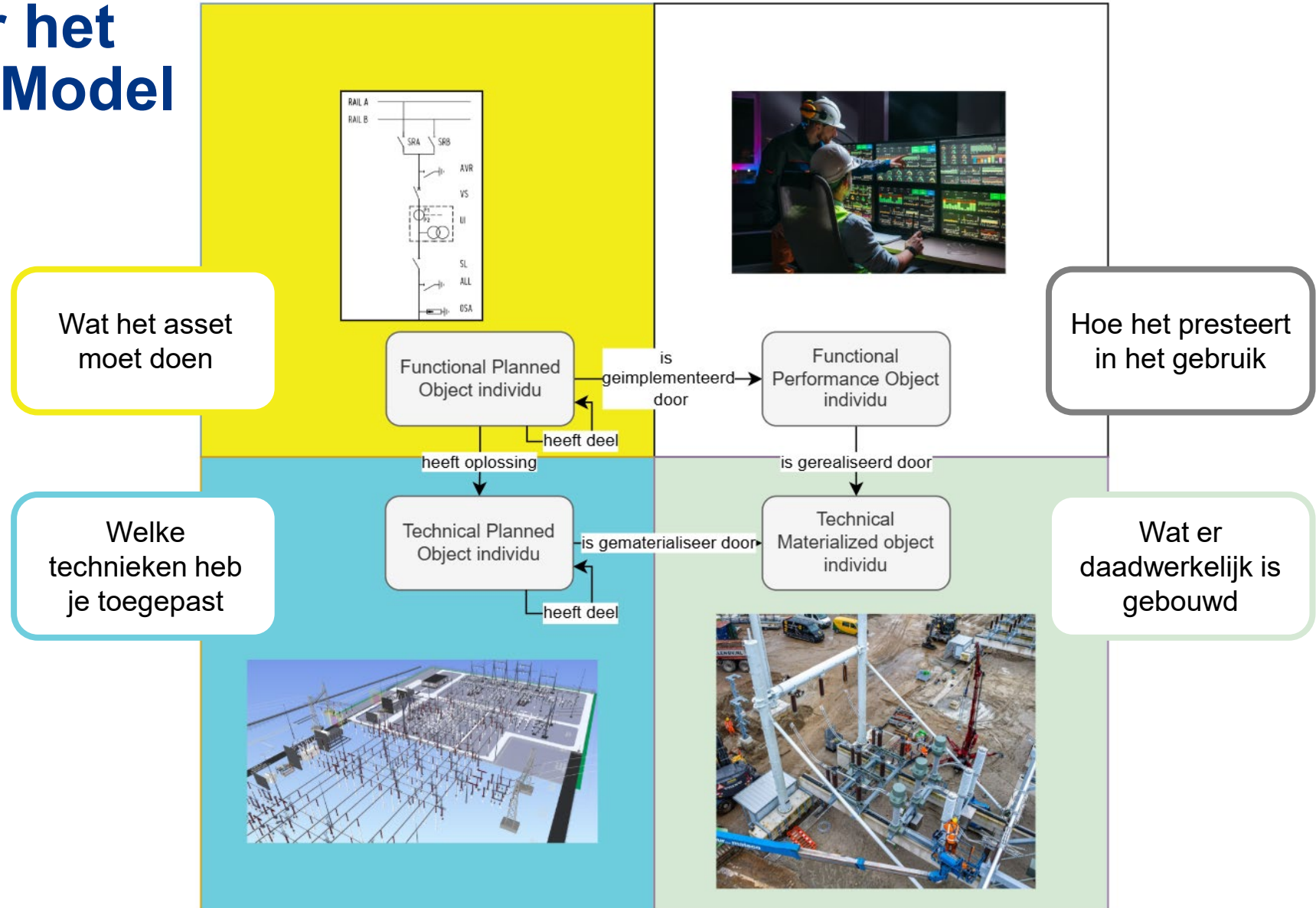


Uitdagingen

- Innoveren binnen rigide eisen en in een risicomijdende organisatie
- Samenwerken met twee afdelingen
- Diverse belangen behartigen
- Draagvlak in hele keten
 - Hoe collega's betrekken, wie wel/niet?
 - Wanneer en hoe de stationsaannemers betrekken?
- Robuuste planning
- Informatiemodel

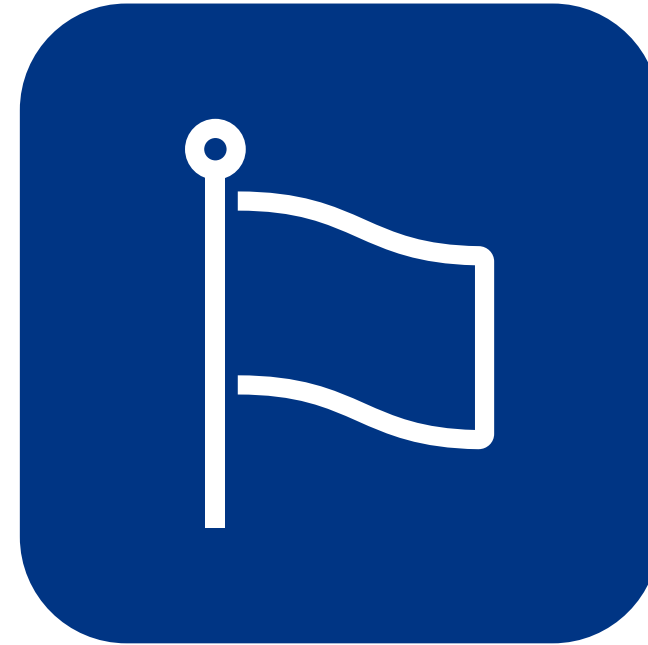
Het raamwerk voor het TenneT Informatie Model

1. Functional planned
2. Technical planned
3. Technical materialized
4. Functional performance

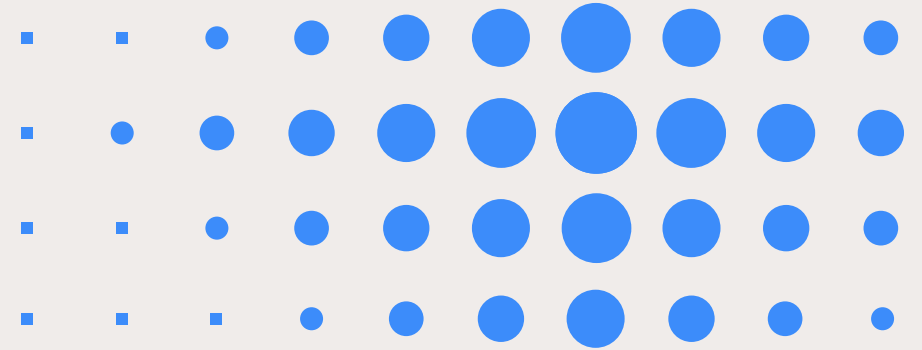


Vervolg

- UO uitwerken
- Pilots draaien
- Verder inrichten supply chain



Een modulair duurzaam CDG



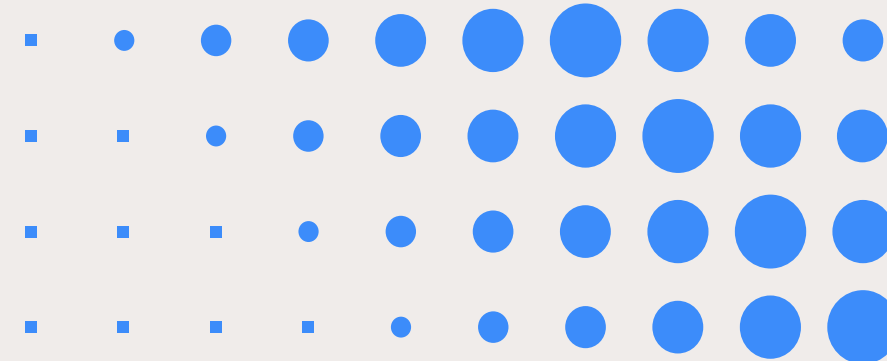
Iconen (knip en plak)

Download deze iconen ook in andere kleuren via beeldbank.tennet.eu/



TenneT is een van de belangrijkste elektriciteitsnetbeheerders van Europa. We zorgen ervoor dat miljoenen mensen en bedrijven in Nederland en Duitsland altijd kunnen rekenen op stroom: veilig, betrouwbaar en elke dag van het jaar. We spelen een grote rol in de energietransitie. Dat betekent dat we werken aan een toekomst waarin energie duurzamer, betaalbaarder en betrouwbaar is. Om dat mogelijk te maken ontwerpen, bouwen en onderhouden we meer dan 26.000 kilometer aan hoogspanningsverbindingen. Ook verbinden we de Europese energiemarkt met 17 internationale kabelverbindingen naar onze buurlanden. Met een omzet van 9,1 miljard euro en een totale activawaarde van 69 miljard euro zijn we een van de grootste investeerders in elektriciteitsnetten, zowel op land als op zee. Onze 10.800 medewerkers zetten zich iedere dag in met eigenaarschap, moed en samenwerking. Dankzij hun werk kunnen meer dan 43 miljoen mensen vertrouwen op een stabiele stroomvoorziening.

Lighting the way ahead together



Disclaimer

Deze presentatie wordt u aangeboden door TenneT TSO B.V. ("TenneT"). De inhoud ervan - alle teksten, beelden en geluiden - is beschermd op grond van de auteurswet. Van de inhoud van deze presentatie mag niets worden gekopieerd, tenzij daartoe expliciet door TenneT mogelijkheden worden geboden en aan de inhoud mag niets worden veranderd. TenneT zet zich in voor een juiste en actuele informatieverstrekking, maar geeft ter zake geen garanties voor juistheid, nauwkeurigheid en volledigheid.

TenneT aanvaardt geen aansprakelijkheid voor (vermeende) schade, voortvloeiend uit deze presentatie, noch voor de gevolgen van activiteiten die worden ondernomen op basis van gegevens en informatie op deze presentatie.