

# RAPPORT

---

VOLTH2

Groene waterstofontwikkeling Terneuzen

## BASIS OF DESIGN CIVIL



## VERGUNNINGSAANVRAAG

7863-0002-AC-RP-001-r2

Nr. Klant: VH2\_Tern1\_PR-D03b

14-09-2021

Document Status:	<b>SWECO</b> 
<b>Vergunningsaanvraag</b>	
	Datum: 14-9-2021

## AUTEURS:

2E

2E

Inhoudsopgave  
7863-0002-AC-RP-001-r2

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Algemene omschrijving te realiseren civiele structuren</b>	<b>6</b>
2.1	Kantoorfunctie, ca. 120m <sup>2</sup>	6
2.2	Elektrolyzer gebouw, ca. 50x40 = 2000m <sup>2</sup>	6
2.3	Compressorgebouw, ca.1000m <sup>2</sup>	7
2.4	R.O. unit / water treatment / air compressor / stikstof	8
2.5	Elektrische gebouwen	8
2.6	Piperacks	8
2.7	Meetstraten	8
2.8	Storage	8
2.9	Opstelplaats tube trailers	9
2.10	Werkplaats, ca. 10x20 = 200m <sup>2</sup>	9
<b>3</b>	<b>Veiligheid civiele onderdelen</b>	<b>10</b>
3.1	Veiligheid algemeen	10
3.1.1	Veiligheid beschouwd vanuit het Bouwbesluit	10
3.1.2	Veiligheid beschouwd vanuit process safety	11
3.1.3	Veiligheid beschouwd vanuit de QRA	14
<b>4</b>	<b>Detailomschrijving civiele onderdelen</b>	<b>15</b>
4.1	Kantoorfunctie	15
4.1.1	Gebouwkenmerken	15
4.1.2	Brandveiligheid Bouwbesluit	16
4.1.3	Randvoorwaarden bruikbaarheid	16
4.1.4	Gebouwstructuur	16
4.1.5	Gebouwschil	16
4.1.6	Gebouwinstallaties	17
4.1.7	Resultaten BENG-berekening	19
4.2	Elektrolyzer / elektrisch gebouw	20
4.2.1	Gebouwkenmerken	20
4.2.2	Brandveiligheid Bouwbesluit	21
4.2.3	Randvoorwaarden bruikbaarheid	22
4.2.4	Gebouwstructuur	22
4.2.5	Gebouwschil	23
4.2.6	Gebouwinstallaties	24
4.3	Compressor gebouw	25
4.3.1	Gebouwkenmerken	25
4.3.2	Brandveiligheid Bouwbesluit	26
4.3.3	Randvoorwaarden bruikbaarheid	27
4.3.4	Gebouwstructuur	27

Inhoudsopgave  
7863-0002-AC-RP-001-r2

4.3.5	Gebouwschil	28
4.3.6	Gebouwinstallaties	29
4.4	R.O. Unit / air compressor / stikstof	30
4.4.1	Gebouwkenmerken	30
4.4.2	Brandveiligheid Bouwbesluit	30
4.4.3	Randvoorwaarden bruikbaarheid	31
4.4.4	Gebouwstructuur	31
4.4.5	Gebouwschil	32
4.4.6	Gebouwinstallaties	32
4.5	Werkplaats	33
4.5.1	Gebouwkenmerken	33
4.5.2	Brandveiligheid Bouwbesluit	34
4.5.3	Randvoorwaarden bruikbaarheid	34
4.5.4	Gebouwstructuur	34
4.5.5	Gebouwschil	35
4.5.6	Gebouwinstallaties	35
4.6	Elektrische gebouwen	36
4.6.1	Gebouwkenmerken	36
4.6.2	Brandveiligheid Bouwbesluit	36
4.6.3	Randvoorwaarden bruikbaarheid	37
4.6.4	Gebouwstructuur	37
4.6.5	Gebouwschil	38
4.6.6	Gebouwinstallaties	38
4.6.7	Elektrisch gebouw 2	39
4.6.8	Trafo loettes	39
4.7	Piperacks	40
4.8	Meetstraten / opslag	43
4.9	Verlading tube trailers	45
4.10	Terreininrichting	47
<b>5</b>	<b>Bodemgesteldheid (draagkracht)</b>	<b>48</b>
5.1	Algemeen	48
5.2	Bestaande gegevens ondergrond	48
5.3	Fundering	52
5.4	Paalsysteem	52
<b>6</b>	<b>Bevestiging haalbaarheid civiel ontwerp.</b>	<b>53</b>

**Bijlage A, bevestiging haalbaarheid constructief ontwerp.**

Inhoudsopgave  
7863-0002-AC-RP-001-r2

2	14/09/2021	2E	Toevoeging brandvoortpl. een rookpr. § 3.1.1
1	02/07/2021	2E	Basisversie
Rev.	Datum	Door	Omschrijving

2E		2E	
Gecontroleerd door	Paraaf	Goedgekeurd door	Paraaf



## 1 Inleiding

VoltH2 is voornemens om een groene waterstoffabriek te realiseren in het havengebied te Terneuzen. De fabriek wordt voorzien van opslag- en distributiemogelijkheden. Met behulp van een elektrolyse-eenheid van 25MW wil VoltH2 in de fabriek jaarlijks tot 3,6 miljoen kg groene waterstof produceren.



*Figuur 1, situatie*

In dit document worden de basisuitgangspunten voor het civiele ontwerp samengevat met daarbij een sterke focus op veiligheid.

## 2 Algemene omschrijving te realiseren civiele structuren

Op de gehele site zijn een aantal voorzieningen aanwezig waaronder:

- Een kantoor, o.a. voor de nodige administratieve werkzaamheden.
- Het elektrolyzer gebouw, waar de waterstof geproduceerd wordt.
- Het compressor gebouw, waar de druk opgevoerd wordt t.b.v. transport.
- Het R.O gebouw, voor de productie van zuiver water t.b.v. elektrolyse.
- Elektrische gebouwen, voor de elektrische aansluiting van het terrein en de verdere verdeling van voeding over het gehele terrein.
- Transportzone, bestaande uit meetstraten, opslag en een verladingsplaats
- Piperacks, voor het transport van waterstof, utilities, E&I op het terrein.
- Werkplaats, voor de nodige onderhoudswerkzaamheden.

### 2.1 Kantoorfunctie, ca. 120m<sup>2</sup>

Een kantoorgebouw waarin o.a. de volgende functies zullen worden ondergebracht:

- Ontvangst- en wachtruimte chauffeurs.
- Aanmeldloket / administratie.
- Controlekamer.
- MER-ruimte.
- Toilet (2x genderneutraal).
- Douche.
- Kantine / multifunctionele ruimte.
- Ruimte gebouwtechnieken (niets op het dak).

De structuur zal zodanig uitgevoerd worden dat het mogelijk is een extra verdieping op het gebouw te realiseren. De toekomstige trap is dan een open trap aan de buitenzijde.

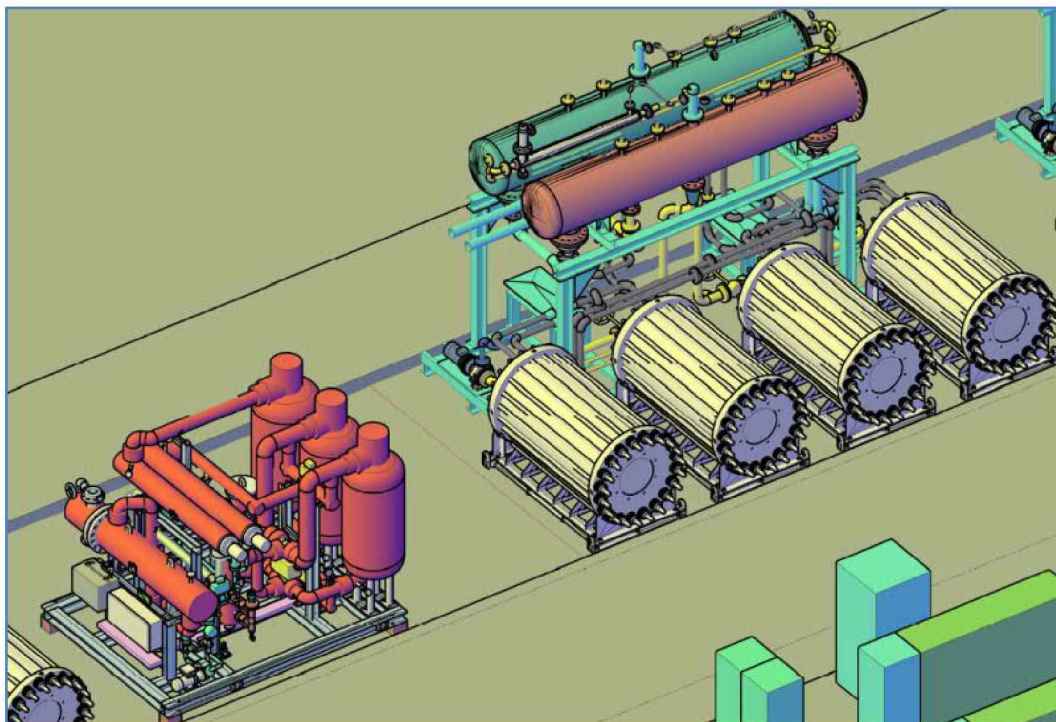
### 2.2 Elektrolyzer gebouw, ca. 50x40 = 2000m<sup>2</sup>

De elektrolyzers zullen modulair worden opgebouwd, deels in de vorm van skids. Voor het equipment is een vlakke vloer met voldoende draagvermogen vereist. De geluidsproductie is beperkt, om deze reden zijn dus geen zware buitenwanden noodzakelijk.

In het gebouw wordt waterstof geproduceerd waarbij tijdens calamiteiten, lekken of onderhoudswerkzaamheden incidenteel waterstofgas kan ontsnappen. Waterstof is zeer licht en om accumulatie van dit zeer explosieve gas onder het dak te voorkomen, zal gekozen worden voor een zadeldak met op het hoogste punt gasluiken. In het gebouw wordt tijdens elektrolyse zeer veel warmte geproduceerd wat door middel van natuurlijke toevoer en waarschijnlijk mechanische ventilatie afgevoerd zal worden. Een koellastberekening zal bevestigen of dit voldoende is om de temperatuur op een acceptabel peil te houden. De hoge warmteproductie is een reden om, in tegenstelling tot wat er in het bouwbesluit vermeld staat, uit te voeren met een lage isolatiewaarde. Tevens zal voor een witte of lichte beplating worden gekozen om opwarming door de zon tegen te gaan. Een nadere toelichting c.q. verantwoording hieromtrent zal volgen.

Op het dak zullen de nodige coolers worden geplaatst. Vanwege trillingen dient de dakstructuur solide te worden uitgevoerd. De eigenfrequentie van het gebouw dient voldoende hoog te zijn.

Het is aan te bevelen de elektrische onderdelen te scheiden van de elektrolyzers. Het gebouw zal derhalve worden verdeeld in (gas?)compartimenten, ook met het oog op ATEX zonering. De indeling van het gebouw is sterk afhankelijk van de technologie die voor de elektrolyzers gekozen wordt. Deze keuze wordt echter pas in een latere fase gemaakt waardoor ook pas in een latere fase de indeling van het gebouw vastgelegd zal worden.



Figuur 2, voorbeeld Elektrolyzer + PDU (Bron: McPhy)

Op het gebouw worden een 2-tal vent-stacks geplaatst. Deze zijn bedoeld om bij calamiteiten de gehele installatie op een veilige manier drukloos te krijgen door het afblazen van waterstof en zuurstof via de stacks. De definitieve positie en hoogte van de stacks zullen bepaald worden uit een ATEX studie die gedurende de detailed engineering definitief zal worden opgesteld. Er is al wel een realistische ontwerpberekening opgesteld.

### 2.3 Compressorgebouw, ca.1000m<sup>2</sup>

De compressoren zullen in skid-vorm worden aangeleverd en zullen geplaatst worden op machinefundaties. Rond deze machinefundaties zal een vloer op (HSP) palen gerealiseerd worden.

In het compressor gebouw zal de druk van 30Bar welke heerst vanuit de productieomgeving oftewel de elektrolyzers, omhoog worden gebracht naar maximaal 500Bar. Deze druk is noodzakelijk voor de tijdelijke opslag om daarna de tubetrailers te kunnen vullen.

Ook in dit gebouw kan bij defecten of calamiteiten waterstof ontsnappen. Eenzelfde ventilatiesysteem als bij het elektrolyzer gebouw zal worden toegepast. En ook hier is een vent-stack aanwezig om de installatie bij calamiteiten op een veilige manier drukloos te krijgen.

## **2.4 R.O. unit / water treatment / air compressor / stikstof**

Voor het proces zijn de nodige utilities nodig die gegroepeerd staan aangegeven op het plotplan. Dit gaat om de volgende onderdelen:

- R.O. unit. Een Reversed Osmose unit waarmee door middel van druk op een membraan water gedemineraliseerd wordt. De volgende voorzieningen zijn hiervoor noodzakelijk:
  - R.O. unit: een unit in een ISO container zijn die los op een vlakke betonplaat geplaatst zal worden. De R.O. unit wordt in het R.O. gebouw geplaatst.
  - Breaktank, ca. 5m<sup>3</sup>, definitief volume n.t.b.. Voor ontvangst (stads)water alvorens deze naar de R.O. unit gaat (buiten plaatsen op fundatieplaat).
  - Tussentank, ca. 5m<sup>3</sup>, definitief volume en de noodzaak voor deze tank n.t.b.. Dit is een verpompingstank naar de elektrolyser om drukval bij lange leidinglengtes te voorkomen (buiten plaatsen op fundatieplaat).
  - Afvalwatertank, ca 5m<sup>3</sup>, definitief volume n.t.b.. Nagenoeg geen drukopbouw t.o.v. de R.O. unit toegestaan, derhalve geen hoge tank toe te passen, of R.O. unit iets hoger plaatsen. Geschatte maximale hydrostatische druk, ca. 0,2Bar (buiten plaatsen op fundatieplaat).
- Stikstof voorraad, uitvoering n.t.b.:
  - Een voorraad bestaande uit losse flessen die opgeslagen zullen worden in een flessenkooi (buiten plaatsen op fundatieplaat).
  - Een enkele opslagtank met vloeibare stikstof (buiten plaatsen op fundatieplaat).
- Air compressor:
  - De air compressor staat op het plotplan aangegeven bij de stikstof en R.O. unit. Deze compressor dient in een niet-ATEX binnenomgeving geplaatst te worden. De compressor is relatief klein en kan eventueel ook bijgeplaatst worden in een daarvoor geschikte ruimte in de andere gebouwen.

## **2.5 Elektrische gebouwen**

De voeding van de site zal verdeeld worden over 2 gebouwen. De indeling en bouwwijze is sterk afhankelijk van de voorschriften van de netbeheerder en zal in de detailed engineering verder uitgewerkt worden.

## **2.6 Piperacks**

Kabels en leidingen zullen zo veel mogelijk bovengronds naar de verschillende gebouwen en voorzieningen geleid worden via enkele piperacks. Aandachtspunt hierbij is de afstand tot de perceelsgrens en de maximale toegestane stralingswarmte van 3KW/m<sup>2</sup> bij een lekkage zoals vermeld in de PGS 35.

## **2.7 Meetstraten**

Om waterstof via het net te kunnen transporteren dient de waterstof op de juiste druk gebracht te worden en is een bemetering noodzakelijk. Hiervoor zijn twee meetstraten voorzien nabij de erfscheiding.

## **2.8 Storage**

Er zal een tijdelijke opslag voorzien worden aangezien de geproduceerde waterstof veelal niet direct door de tube trailers afgevoerd kan worden. De capaciteit zal ca. 3 ton bedragen en zal worden gerealiseerd door tubes die in een ISO-frame geplaatst zijn. De definitieve hoeveelheid opslag wordt afgestemd op de totale vergunde hoeveelheid.



## **2.9 Opstelplaats tube trailers**

Vanuit de storage zullen de tube trailers worden gevuld. Er zijn 5 “bays” voorzien waarvan er maximaal 4 bezet zullen zijn door een afgekoppelde tube trailer. Een vrachtwagen met een lege trailer kan deze afkoppelen in een lege “bay” en vervolgens een volle trailer aankoppelen voor transport.



*Figuur 3, voorbeeld tube trailer*

## **2.10 Werkplaats, ca. 10x20 = 200m<sup>2</sup>**

Er zal een eenvoudige werkplaats voor onderhoudswerkzaamheden worden gerealiseerd. Het zal gaan om incidenteel gebruik van de werkplaats. In de werkplaats zal tevens een kleine administratieve ruimte gerealiseerd worden, geheel ten dienste van de werkplaats en het onderhoud op de site.

### 3 Veiligheid civiele onderdelen

Het produceren van waterstof brengt gevaren en risico's met zich mee. Daarom is voor deze waterstofplant op verschillende wijze gekeken naar het aspect veiligheid. Dit hoofdstuk zijn de onderliggende veiligheidsbeschouwingen beschreven.

#### 3.1 Veiligheid algemeen

##### 3.1.1 Veiligheid beschouwd vanuit het Bouwbesluit

Voor de meeste gebouwen en constructies geldt het volgende:

- Functie: industriefunctie.
- Oppervlakte:  $\leq 2500\text{m}^2$ .
- Niveauverschil verblijfsgebieden / meetniveau:  $< 5\text{m}$  (veelal alleen begane grondvloer).
- Tussenafstanden tussen gebouwen  $\geq 10\text{m}$ .
- Bezettingsgraad: veelal minder dan 1 persoon per  $30\text{m}^2$  gebruiksoppervlakte.

Met bovengenoemde eigenschappen kan gesteld worden dat er vanuit het Bouwbesluit vrij lage eisen worden gesteld.

Er worden echter wel de nodige extra maatregelen genomen, zoals bv. het toepassen van een sprinklersysteem en daarbij zullen het elektrolyzergebouw en het compressorgebouw uit veiligheidsoverwegingen toch met een 60 minuten brandwerende gebouwschil worden uitgevoerd als brandcompartiment. De daken van de kritieke gebouwen, te weten het elektrolyzer gebouw en het compressor gebouw, zullen voorzien worden van ontlastluiken om zo bij een eventuele explosie drukopbouw te beperken en de gevels te behouden. Verdere uitwerking hiervan volgt in de detailed engineering.

Er zal tevens aandacht worden besteed aan de materiaalkeuze uit het oogpunt van brandvoortplanting en rookontwikkeling zoals omschreven in het Bouwbesluit, afdeling 2.9.

Functie	Brandklasse	Rookklasse
Kantoorfunctie binnen	D	S2
Kantoorfunctie buiten	D	
Andere industriefunctie binnen	D	S2
Andere industriefunctie buiten $\leq 13\text{m}$	D	
Andere industriefunctie buiten $> 13\text{m}$	B	
Andere industriefunctie buiten, vloer $> 5\text{m}+$ meetniveau	B	

(Geen extra beschermde vluchtroutes aanwezig.)

Materiaalkeuzes zullen pas in de detailed engineering gemaakt worden waarbij aandacht zal worden besteed aan beperking van brandvoortplanting en ontwikkeling van rook. Op de definitieve uitvoeringstekeningen, alsmede in de technische omschrijving zullen deze eisen worden opgenomen. De keuzes van materialen zal hierop worden gebaseerd en wanneer de aannemer vrij is om een keuze te maken dan zullen de eisen uit het Bouwbesluit als prestatieniveau worden voorgeschreven. (Wat zonder omschrijving ook al een verplichting is naar de aannemer).

### 3.1.2 Veiligheid beschouwd vanuit process safety

#### 3.1.2.1 *Brandveiligheidsfilosofie waterstof(opslag)installaties*

De belangrijkste eigenschap van waterstof is dat deze stof een brandbaar gas is. De effecten kunnen zijn:

- Explosie (vertraagde ontsteking).
- Wolkbrand (vertraagde ontsteking).
- Fakkelfbrand (directe ontsteking).

Deze effecten kunnen plaatsvinden als gevolg van verschillende oorzaken, bv. door lekkages aan flenzen en / of afsluiters of opwarming door een omgevingsbrand.

Om het risico naar een acceptabel niveau te brengen, worden beheersmaatregelen getroffen. De beheersmaatregelen worden zoveel mogelijk genomen conform de volgende strategie:

1. Bronmaatregelen.
2. Technische maatregelen.
3. Organisatorische maatregelen.

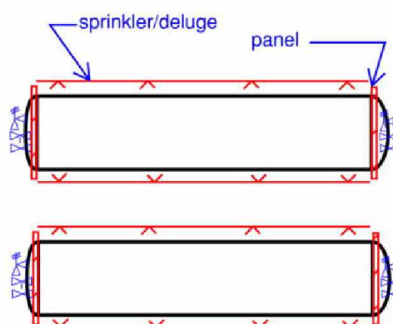
Preventieve maatregelen genieten over het algemeen de voorkeur boven repressieve maatregelen. Echter, door de aard van het proces zijn niet alle risico's uit te sluiten door middel van preventieve maatregelen. Daarom zullen er ook repressieve (technische) beheersmaatregelen toegepast worden om de restrisico's van een brand te kunnen aanvaarden. Hiertoe kunnen, indien noodzakelijk, brandbeveiligings- en bestrijdingssystemen ingezet worden.

Om het risico op explosie / wolkbrand te minimaliseren, wordt de ATEX regelgeving met behulp van de geharmoniseerde normen en richtlijnen EN-60079 of de NPR 7910-1 toegepast. Dit betekent bv. dat er in het ontwerp rekening mee wordt gehouden dat er voldoende (geforceerde) ventilatie is om de concentratie waterstof buiten het explosiegebied te houden (4% LFL – 75% UFL). In de installatie zelf (elektrolyser, compressor en opslag) wordt de druk bewaakt en wordt de installatie, waar nodig bij het opstarten en stoppen, geïnertiseerd met stikstof. Waar nodig worden LEL-detectoren geplaatst die bij een bepaalde concentratie waterstofgas een alarm geven en / of automatische acties genereren om de waterstofproductie te stoppen en / of automatische noodafsluiters te bedienen om de toevoer naar andere compartimenten te stoppen. Binnen de ATEX gezondeerde gebieden moeten het equipment en de instrumentaties explosie veilig zijn uitgevoerd en minimaal voldoen aan de vastgestelde zoneringsklasse. Hierdoor wordt de kans op ontsteking geminimaliseerd. Ook worden aanvullende eisen gesteld aan PBM's, gereedschappen etc. bij werkzaamheden / betreden binnen deze gezondeerde gebieden.

Naast explosie / wolkbrand kan er ook een fakkelfbrand ontstaan. Dit kan plaatsvinden doordat de kans op zelfontbranding groot is bij een (groter) lek of uitblaasmonding van waterstofgas. Eventuele aanwezige partikels in de leidingen kunnen met elkaar botsen, wat leidt tot een ontsteking. Een fakkelfbrand is lastig te bestrijden. Daarom wordt als beheerstrategie gekozen om de omgeving te koelen en de toevoer van waterstofgas te stoppen. De toevoer wordt gestopt op veilige afstand met automatische noodafsluiters. De eventuele aangestraalde oppervlakten van waterstofhouders moeten worden gekoeld om opwarming (en dus explosie) te voorkomen. In de fire safety plan zijn diverse brandscenario's uitgewerkt, welke installaties beveiligd moeten om escalaties te voorkomen.

Vanwege de ontwerpfase (basic design) waarin het project zich in verkeert, is er enkel en alleen voor de vergunningsaanvraag voor zowel de trailer bays als de statische opslagunits voorzien van automatische brandbeheersingssystemen.

Onderstaande figuur toont een voorbeeld van een opstelling rond de opslagtubes (het vat is een combinatie van meerdere tubes) met sprinklers of deluge systeem. Daarnaast is ook een voorbeeld van brandwerende panelen aan de kopse kanten van de tubes waar zich de flenzen bevinden, weergegeven. De kans op lekkages vindt voornamelijk plaats bij flenzen / afsluiters. Door het plaatsen van dit paneel wordt een fakkelbrand "gedwongen" om zich horizontaal te verplaatsen. Hierdoor wordt voorkomen dat de naastgelegen opslagtubes door een fakkelbrand worden doorboord.



Figuur 4, opstelling opslagtubes met sprinklers / deluge systeem

Behalve actieve brandbeveiligings- en beheersingssystemen worden ook passieve brandbeveiligingsmiddelen toegepast. Zo worden brandwerende muren van tenminste 60 minuten WBDBO geplaatst rondom de stationaire opslagtubes en elke trailer bay wordt gescheiden met een brandwerende muur om brandoverslag en -doorslag te voorkomen.

Naast het waterstofgas worden de volgende brandbare stoffen in grotere hoeveelheden verwacht:

- Hydraulische olie bij aandrijvingen waterstofcompressors: deze olie heeft een hoog vlampunt ( $>100^{\circ}\text{C}$ ) waardoor er geen automatische blusinstallatie noodzakelijk is. Het is wel belangrijk om deze volumes in een aparte ruimte te plaatsen, gescheiden van de compressor zelf.
- Brandstof van voertuigen, met name de tube trailer trucks. Hiervoor dienen de gepaste blusmiddelen voorzien te worden (brandblussers en / of haspels). Deze trucks vallen binnen het regime van ADR en zijn daarom voorzien van verplichte veiligheidsmaatregelen.

### 3.1.2.2 Interne veiligheidsafstanden

Interne veiligheidsafstand = de minimale afstand tussen een gevarenbron en een object (mens, apparatuur of omgeving) binnen de inrichting.

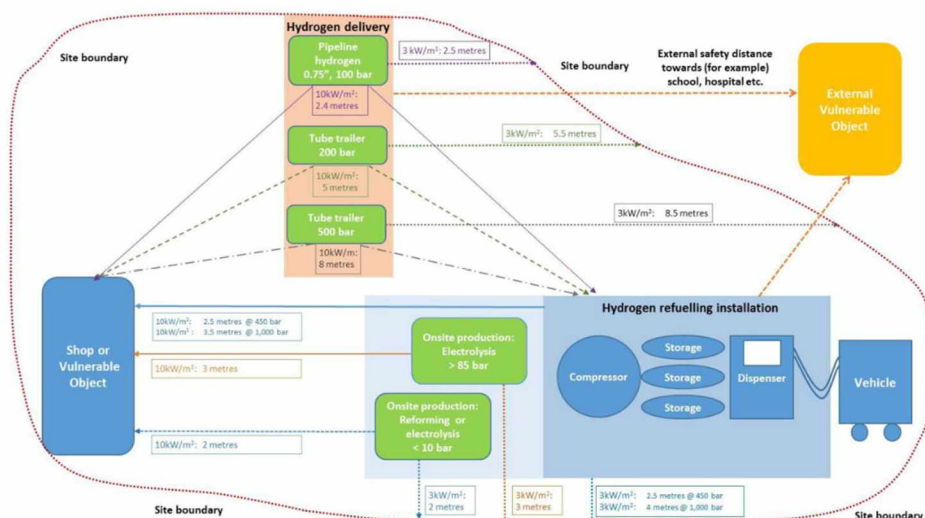
Doel = kwetsbare objecten (personen of installaties) in de directe omgeving van een installatie beschermen tegen een te voorzien ongeval en te verhinderen dat een klein incident in de installatie kan escaleren tot een groter incident binnen de inrichting (= domino-effect). Bijgevolg dienen geen catastrofale gebeurtenissen of omvangrijke vrijzettingen van gevaarlijke stoffen uit een installatie in beschouwing te worden genomen, maar wel lekkages waarvan te verwachten valt dat ze gedurende de levensduur van de installatie zouden kunnen optreden.

Er zijn verschillende richtlijnen en normen beschikbaar voor het bepalen van interne veiligheidsafstanden in waterstoftankstations, waaronder PGS 35, NFPA 2 en EIGA 15/06. Voor



dit project werd gekozen om de interne veiligheidsafstanden te bepalen volgens PGS 35 en het bijhorende rapport "Internal safety distances for PGS 35". In deze richtlijn wordt als representatief vrijzettingsscenario een lek met een grootte van 10% van de leidingdiameter voorgesteld. Het lekdebiet, dat potentieel kan ontsteken, is afhankelijk van de beschouwde diameter en de operationele druk. De interne veiligheidsafstand wordt bepaald op basis van de maximaal aanvaardbare thermische stralingsflux, veroorzaakt door het ontsteken van het waterstoflek:

- 3 kW/m<sup>2</sup> aan de perceelsgrenzen.
- 10 kW/m<sup>2</sup> voor gebouwen, onbeschermde installaties en kabels.
- 35 kW/m<sup>2</sup> voor beschermde installaties en kabels.



Figuur 5: indicatief overzicht van interne veiligheidsafstanden voor het ontwerp van een waterstoffankstation (bron: PGS 35)

De correlaties tussen het lekdebiet en de interne veiligheidsafstand uit het rapport "Internal safety distances for PGS 35" werden gebruikt om de interne veiligheidsafstanden te bepalen voor de te verwachten diameters en operationele drukken, zoals weergegeven in Tabel 1. Voor tanks werd de grootste aangesloten leidingdiameter gehanteerd, tenzij deze groter is dan de diameter die aanleiding geeft tot volledige uitstroom van de tank in 10 minuten.

Tabel 1: interne scheidingsafstanden

			Thermische stralingsflux		
			3 kW/m <sup>2</sup>	10 kW/m <sup>2</sup>	35 kW/m <sup>2</sup>
ID (mm)	Druk (bar)	Lekdebiet (g/s)	Afstand (m)	Afstand (m)	Afstand (m)
50	10	12	2.21	2.13	
50	30	36	3.83	3.59	3.31
50	40	48	4.43	4.11	3.79
50	100	120	7.01	6.36	5.83
50	300	360	12.15	10.73	9.77
50	400	480	14.03	12.30	11.19
50	500	600	15.69	13.68	12.43

25	300	90	6.07	5.55	5.09
25	400	120	7.01	6.36	5.83
25	500	150	7.84	7.08	6.47

De voorziene waterstofopslag en de vrije ruimte voor toekomstige waterstofopslag zijn van elkaar gescheiden door een brandwerende wand. Het vastleggen van de hoogte van deze scheiding werd bepaald met behulp van NFPA 2, aangezien dit niet is opgenomen in PGS 35. In overeenstemming met paragraaf 7.1.9.1.1.1 moet de scheidingswand 0.457 m hoger en breder worden voorzien dan de hoogte en de breedte van de opslagplaats. Ook de brandwerende wanden aan de truck belading werden op dezelfde manier voorzien.

### 3.1.2.3 ATEX afstanden

ATEX zonering is van toepassing op het beschouwde systeem. Voor waterstof is de gasgroep IIC en de temperatuursklasse T1 (ontstekingstemperatuur > 450°C, nl. 565°C). Interne en externe zones, zijnde zone 0, zone 1, zone 2 of ongevaarlijke zones, moeten in een verdere fase van het project worden vastgelegd. Deze zijn afhankelijk van de graad van ventilatie en procedures zoals inertiseren, openen van ventleidingen, etc. In deze fase van het project werd alleen de zone rond de H<sub>2</sub> ventleiding bepaald, met als doel de minimale afstand tot de O<sub>2</sub> ventleiding te bepalen. De berekening werd uitgevoerd volgens NEN-EN-IEC 60079-10-1:2020. De minimale afstand tussen beide ventleidingen werd bepaald op 15m.

### 3.1.3 Veiligheid beschouwd vanuit de QRA

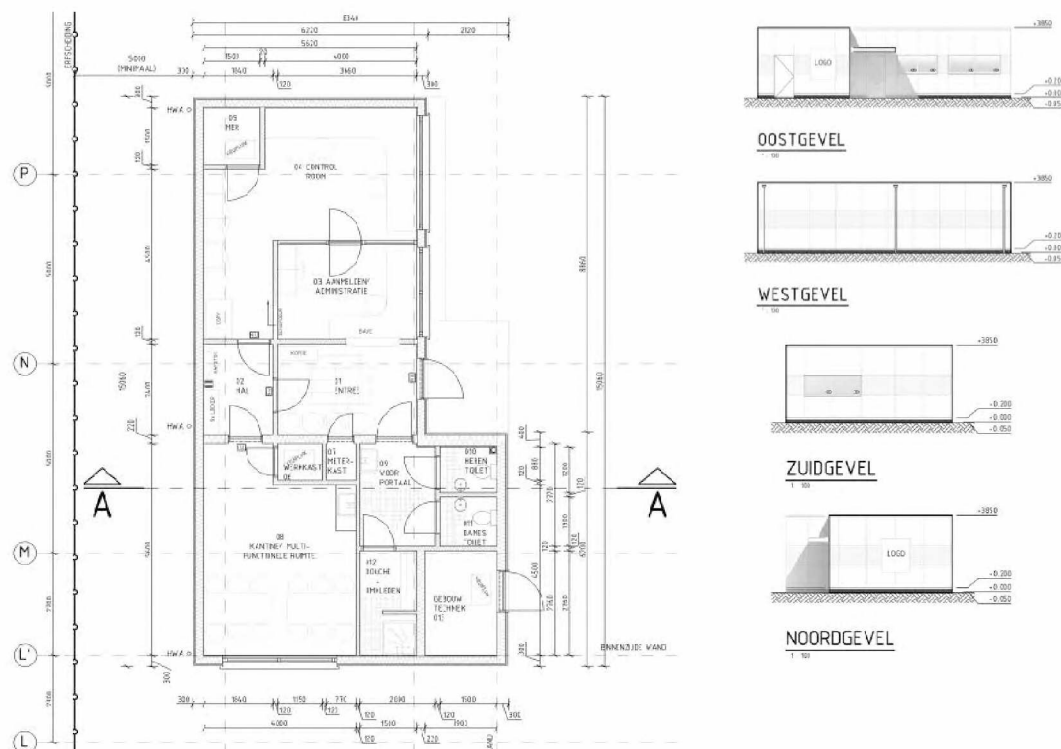
Vanuit externe veiligheid wordt een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. De QRA geeft de plaatsgebonden (PR) en het groepsrisico (GR) weer. Het besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) schrijft voor dat binnen de PR 10<sup>-6</sup>/jaar geen kwetsbare objecten (grenswaarden) mogen plaatsvinden en in principe geen beperkt kwetsbare objecten (richtwaarden).

De QRA wordt uitgevoerd in het kader van het verkrijgen van een omgevingsvergunning en niet omdat de inrichting onder het Besluit externe veiligheid inrichtingen valt. Het bedrijf valt binnen het industrieterrein Sloegebied. Volgens het bestemmingsplan Zeehaven en Industrieterrein Sloe 2018, ligt de inrichting binnen het gebied dat is vastgesteld als "veiligheidszone Bevi 1". Binnen deze veiligheidszone zijn kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten slechts toegelaten voor zover het gaat om functioneel gebonden objecten. Dit betreft over het algemeen objecten die gerelateerd zijn aan havengebonden activiteiten. De essentie van de veiligheidszone is dat binnen deze zone ruimte wordt gereserveerd voor risicovolle activiteiten. Concreet houdt dit in dat de PR 10<sup>-6</sup> per jaar contour binnen deze veiligheidscontour moet blijven.

De QRA wordt samen met de vergunningsaanvraag ingediend.

## 4 Detailomschrijving civiele onderdelen

### 4.1 Kantoorfunctie



Figuur 6, impressie kantoor, zie ook bladnummer 7863-0002-AC-DW-002 (Sweco)

#### 4.1.1 Gebouwkenmerken

- |   |   |
|---|---|
| • Afmeting LxB:                               | Ca. 15 x 8,35m <sup>2</sup>   |
| • Gebouwhoogte:                               | Ca. 3,85m (dakrandhoogte)   |
| • Functie:                                    | Kantoorfunctie  |
| • Verwarmd / onverwarmd:                      | Verwarmd  |
| • Hoge warmteproductie?                       | Nee   |
| • Maximale bezettingsgraad: (aantal personen) | Max. 3 personen personeel. Bij wisseling shift mogelijk kortstondig 6 personen aanwezig. Bijkomend mogelijks ca. 4 wachtende chauffeurs. Incidenteel max. 12 personen in kantine. |
| • Zonering van toepassing? (ATEX)             | Nee   |
| • Maximale werkdruk equipment?                | Nvt   |
| • Bijzonderheden/                             | Gebouw zal voorbereid worden op een toekomstige extra verdieping in HSB en een houten dak.  |

#### 4.1.2 Brandveiligheid Bouwbesluit

Het gebouw kan gezien de kleine oppervlakte worden gezien als 1 brandcompartiment waarbij de vloerniveaus, inclusief in de toekomstige situatie niet onder of boven 5m ten opzichte van het meetniveau liggen. Daarbij is de afstand tot de erfscheiding  $\geq 5\text{m}$  waardoor op basis van spiegelsymmetrie op de erfscheiding een WBDBO met het naastgelegen perceel wordt behaald van 60 minuten.

Het kantoor is erg klein, ook vluchtafstanden zijn in orde (gecorrigeerde vluchtafstand  $\leq 30\text{m}$ ).

Overige vereisten die voorgeschreven worden vanuit het Bouwbesluit zijn opgenomen op de tekening van het kantoor, bladnummer 7863-0002-AC-DW-002 (Sweco).

#### 4.1.3 Randvoorwaarden bruikbaarheid

De gebruikelijke randvoorwaarden rond het gebruik binnen een kantoorfunctie zijn van toepassing. Gezien de risico's op de site en de gecombineerde administratieve en operationele taken is vanuit het oogpunt van veiligheid de gehele site niet geschikt voor mindervalide personen. Faciliteiten hiervoor, zoals een MIVA toilet worden dan ook niet meegenomen in het ontwerp.

#### 4.1.4 Gebouwstructuur

##### Fundering

Mortel schroefpalen en een in het werk gestorte ringbalk. Als begane grondvloer zal een rib-cassette vloer toegepast worden.

##### Draagstructuur

Voor de dragende wanden zullen (prefab) houtskeletbouw wanden worden toegepast.

##### Dak

Voor het dak zal een kanaalplaat met een druklaag worden toegepast. Dit dak kan in de toekomst worden gebruikt als verdiepingsvloer voor de toekomstige verdieping. Er zal dan in de toekomst een zwevende dekvloer op de druklaag worden aangebracht.

##### Stabiliteit

De stabiliteit van het bouwwerk wordt gehaald uit schijfwerking van de dragende wanden in verschillende richtingen. Indien bij beperkte wandbreedte lokaal de stabiliteit niet uit schijfwerking gehaald kan worden zal plaatselijk een stabiliteitsbok worden toegepast.

#### 4.1.5 Gebouwschil

Vanuit de BENG-berekening wordt de volgende gebouwschil voorgeschreven:

##### Thermische schil

Voor de berekening is uitgegaan van de minimale eisen conform Bouwbesluit:

- Rc waarde gevel: 4,7  $\text{m}^2\text{k/W}$
- Rc waarde dak: 6,3  $\text{m}^2\text{k/W}$
- Rc waarde vloer (BG): 3,7  $\text{m}^2\text{k/W}$
- Gecombineerde U-waarde glas / kozijn: 1,65  $\text{W/m}^2\text{K}$
- g-waarde glas: 0,60
- Screens buitenzijde: Geen screens / zonwering

Voor de werkelijke opbouw van de schildelen wordt verwezen naar tekening 7863-0002-AC-DW-002.

#### 4.1.6 Gebouwinstallaties

Vanuit de BENG-berekening worden de volgende installaties voorgeschreven:

##### Ventilatie

Ventilatiesysteem: **D Mechanische balansventilatie.**

Uitgegaan van mechanische toe- en afvoer met centrale warmteterugwinning en CO<sub>2</sub>-sturing.

Type subsysteem: **"D3 Centrale WTW, CO<sub>2</sub>-sturing op toe- of afvoer"**.

Uitgangspunten:

- Ventilatiesysteem niet voorzien van passieve koeling.
- Debiet: onbekend.
- Debietregeling: smoorregeling (kleppen).
  - Terugregeling: debietregeling aanwezig, terugregeling onbekend.
- Geen recirculatie aanwezig.
- Type WTW: kruisstroomwarmtewisselaar.
- Bypass aanwezig, percentage onbekend.
  - Fabricagejaar >2010.
- Isolatie kanaal buitenaansluiting: geïsoleerd (eigenschappen onbekend).
- Luchtdichtheidsklasse: onbekend.
- Ventilatoren:
  - Onbekend.
  - Type: gelijkstroom.
  - Fabricagejaar: >2006.

##### Verwarming

Elektrische warmtepomp lucht / water. Merk / type NTB.

Uitgangspunten:

- Opwekker binnen thermische schil.
- Type distributie: tweepijpssysteem.
- Waterzijdig ingeregeld: methode onbekend.
- Leidingen geïsoleerd: ja, detailinvoer onbekend (isolatiejaar vanaf 1995).
- Appendages en beugels niet geïsoleerd.
- Afgiftesysteem vloerverwarming:
  - Natsysteem.
  - Isolatie eisen: onbekend.
  - Regeling afgifte: onbekend.

##### Tapwater

Elektrische boiler (close-in boiler).

Leidinglengte: ≤ 3 meter.

##### Koeling

Elektrische warmtepomp lucht / water. Merk / type NTB.

Uitgangspunten:

- Compressiekoeling met indirecte verdamping.
- Luchtgekoelde condensor.
- Wateraanvoertemperatuur: onbekend.
- Waterzijdig ingeregeld: methode onbekend.
- Circulatiepomp: onbekend.
- Leidingen geïsoleerd: ja, detailinvoer onbekend (isolatiejaar vanaf 1995).

- Appendages en beugels niet geïsoleerd.
- Afgiftesysteem: vloerkoeling.
  - Regeling afgifte: onbekend.

### **Zonne-energie**

PV-installatie:

- Oppervlakte per paneel: 1,7 m<sup>2</sup>.
- Aantal: 12 stuks (op het dak).
- Hellingshoek: 15 graden.
- Oriëntatie: zuid.

PV-panelen:

- Code kwaliteitsverklaring: volgt na definitieve selectie merk / type pv-paneel.
- Wattpiekvermogen: 200 Wp/m<sup>2</sup>.
- Bouwintegratie: matig geventileerd.

### **Bevochtiging en ontvochtiging**

Geen bevochtiging en ontvochtiging.

### **Verlichting**

Armatuurvermogen: 10 W/m<sup>2</sup>.

Uitgangspunten:

- Regeling: automatisch aan / uit (aanwezigheidsdetectie).
- Nieuwwaarde compensatie: zonder nieuwwaarde compensatie.
- Geen daglichtregeling aanwezig.

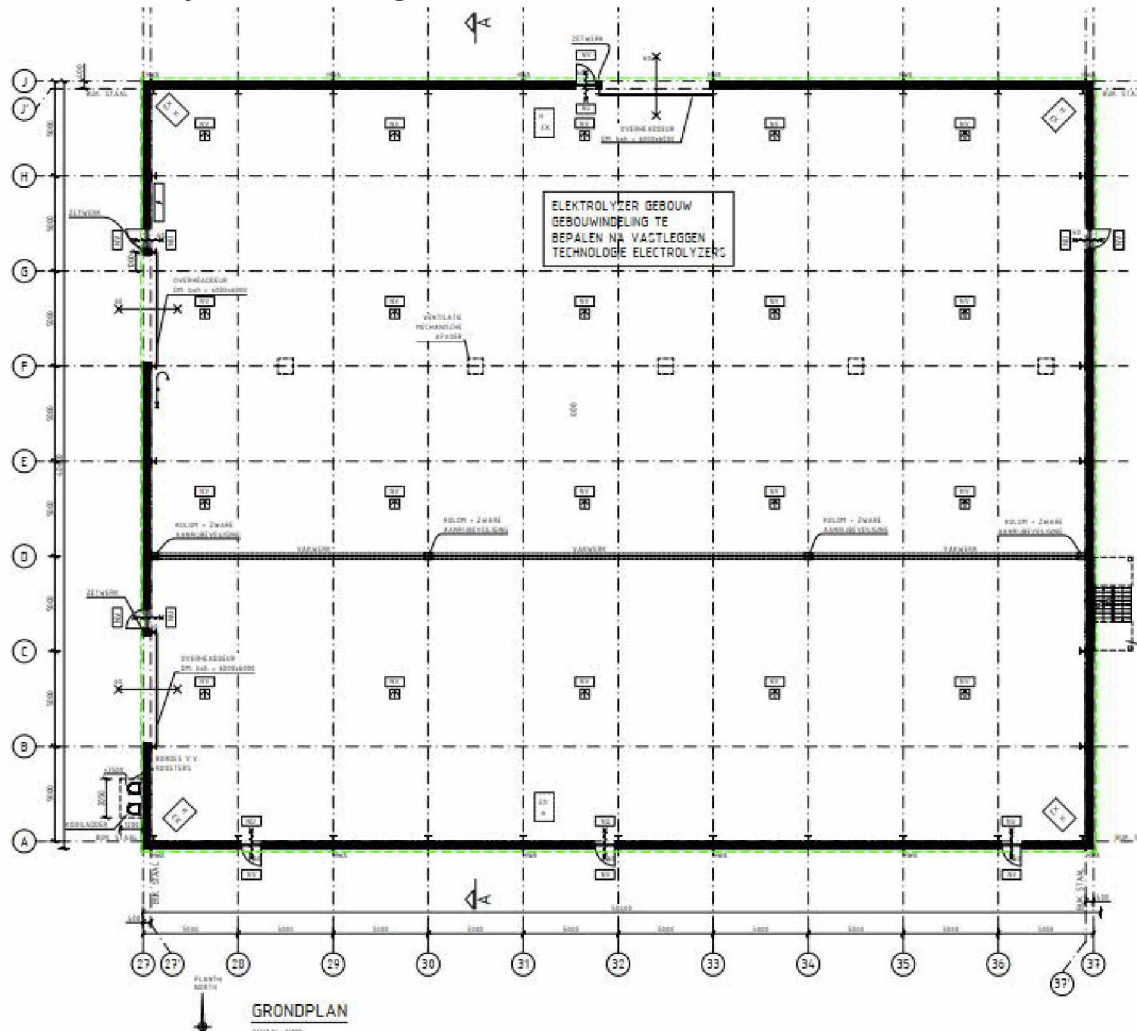
#### 4.1.7 Resultaten BENG-berekening

Van het kantoor is zoals het Bouwbesluit voorschrijft een BENG-berekening opgesteld met de volgende resultaten:

Gebouwsgebonden energieverbruik per jaar	Resultaat	Eenheid
EP 1: Energiebehoefte	117.04	kWh/m²
EP 2: Primair fossiel energieverbruik	45.12	kWh/m²
EP 2 EMG forf.: Primair fossiel energieverbruik	45.12	kWh/m²
EP 3: Hernieuwbare energie	72.8	%
TO juli max	-	-
Energie label	A+++	-
CO2-uitstoot	944	kg
Netto warmtebehoefte (EPV)	83	kWh/m²
Nieuwbouweis: BENG-1 Energiebehoefte	135.52	kWh/m²
Nieuwbouweis: BENG-2 Fossiel energieverbruik	47.53	kWh/m²
Nieuwbouweis: BENG-3 Aandeel hernieuwbare energie	30.0	%
Nieuwbouweis: TO juli max	-	-
Ag: Gebruiksoppervlakte	89.22	m²
Als: Verliesoppervlakte	295.98	m²
Als/Ag: Geometrie verhouding	3.32	-
Totaal energiebehoefte	10442	kWh
Totaal primair fossiel energieverbruik	4025	kWh
Totaal hernieuwbare energie	10818.64	kWh
EP 2 niet primair	68.74	kWh/m²
Totale deelposten (niet primair)	6133	kWh
Ventilatie	294	kWh
Verwarming	2903	kWh
Tapwater	172	kWh
Koeling	447	kWh
Bevochtiging	0	kWh
Ontvochtiging	0	kWh
Verlichting	2167	kWh
Hulpenergie elektrisch	150	kWh
Hulpenergie waakvlam	0	kWh
Elektriciteitsopwekking	3357	kWh



## 4.2 Elektrolyzer / elektrisch gebouw



Figuur 7, impressie elektrolyzer gebouw, zie ook bladnummer 7863-0002-AC-DW-007 e.v.. (Sweco)

### 4.2.1 Gebouwenkenmerken

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| • Afmeting LxB:          | Ca. 50 x 40m <sup>2</sup>   |
| • Gebouwhoogte:          | Ca. 11,0m (dakrandhoogte)   |
| • Functie:               | Industriefunctie. Verblijven van personen is ongeschikt (geen operators aanwezig) als in de zin van artikel 5.5 lid 1 van het Bouwbesluit |
| • Verwarmd / onverwarmd: | Vorstbegrenzing   |
| • Hoge warmteproductie?  | Ja  |



- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximale bezettingsgraad: (aantal pers.)</li> <li>• Zonering van toepassing? (ATEX)</li> <li>• Maximale werkdruk equipment?</li> <li>• Bijzonderheden:</li> </ul> | <p>Schatting: maximaal 25 personen bij multidisciplinair onderhoud (= 80 m<sup>2</sup>/persoon)</p> <p>Ja. ATEX studie volgt in de detailed engineering.</p> <p>30 Bar</p> <p>Het gebouw zal worden voorzien van een sprinklersysteem, al wordt dit door het Bouwbesluit niet verlangd. Het systeem zal uitgewerkt worden gedurende de detailed engineering.</p> |
|--|--|

#### 4.2.2 Brandveiligheid Bouwbesluit

- Geen verdiepingen of verblijfsgebieden aanwezig op 5m onder of boven het meetniveau.
- Maximale bezettingsgraad: ca. 80m<sup>2</sup>/persoon.
- Afstand tot erfscheiding of andere gebouwen  $\geq 10m$ .

#### Afdeling 2.2, artikel 2.10 sterkte bij brand

Het gehele gebouw is kleiner dan 2500m<sup>2</sup> en kan derhalve gezien worden als 1 brandcompartiment. Er zal een wand geplaatst worden om het elektrische gedeelte te scheiden van de elektrolyzers maar vanuit ieder deel kan er binnen de gestelde maximale gecorrigeerde afstanden direct naar buiten gevlucht worden. Er ontstaan dus geen beschermde vluchtroutes. Er is alleen een begane grondvloer aanwezig op het meetniveau dus formeel is geen brandwerendheid van de constructie noodzakelijk. Om de veiligheid voldoende te waarborgen wordt toch gekozen om de structuur 60 minuten brandwerend uit te voeren.

#### Afdeling 2.10, beperking van de uitbreiding van brand

Het totale brandcompartiment is kleiner dan 2500m<sup>2</sup> en kan zoals in voorgaande paragraaf vermeld beschouwd worden als 1 brandcompartiment. De afstand tot de naastgelegen gebouwen bedraagt 10 meter. Deze afstand is in sommige gevallen voldoende en in sommige gevallen onvoldoende om zonder aanvullende voorzieningen brandoverslag te voorkomen. Een brandoverslagberekening zal dit uit moeten wijzen. Er zal op voorhand gekozen worden om niet alleen de structuur maar ook de gevels brandwerend uit te voeren. Met het uitvoeren van het gebouw als brandcompartiment wordt de kans op het overslaan van brand naar een naastgelegen gebouw beperkt. Daarbij zal het gebouw ook voorzien worden van een sprinklersysteem wat het risico nog verder inperkt.

#### Afdeling 2.12, artikel 2.102 vluchtroute

Het elektrolyzergebouw heeft een zeer lage bezettingsgraad,  $> 30m^2/\text{persoon}$ . Volgens dit artikel is een maximale gecorrigeerde vluchtafstand van toepassing van 60m. De vluchtdeuren zullen zo geplaatst worden dat een maximale rechte afstand tot een vluchtdeur vanaf ieder punt binnen het gebouw nooit groter is dan  $60 / 1,5 = 40m$ .

#### Noodverlichting

De nooduitgangen zullen binnen het gebouw aangeduid worden middels een verlichte aanduiding nooduitgang. Bijkomend worden de uitgangen aan de buitenzijde ook voorzien van een noodverlichting. In de diverse gebouwen zal ook een algehele noodverlichting voorzien worden, wellicht gecombineerd met de algehele (smart)verlichting in het gebouw. De uitwerking hiervan zal gedurende de detailed engineering plaatsvinden.

### **Blusmiddelen**

Volgens het Bouwbesluit zijn geen blusmiddelen noodzakelijk. Het gebouw zal echter voorzien worden van een sprinklersysteem waarbij in een latere fase bepaald zal worden of er een gebouw- of equipmentsprinkler zal worden toegepast. Indien uit nadere veiligheidsstudies, bv. na de definitieve keuze van alle equipment, blijkt dat aanvullende handblusmiddelen noodzakelijk zijn, dan worden deze uiteraard geplaatst. Dit zal voor ingebruikname van het gebouw duidelijk worden gemaakt op het algehele definitieve brandveiligheidsplan.

### **4.2.3 Randvoorwaarden bruikbaarheid**

#### **Toegankelijkheid**

Aan meerdere zijden van het gebouw zullen hoofdboorten geplaatst worden om grote onderdelen naar binnen of buiten te brengen. De exacte positie van de poorten zal deels afhankelijk zijn van de gekozen technologie van de elektrolyzers en de daarbij voorgeschreven indeling van het gebouw. De dagmaat van de poorten is  $b \times h = 6000 \times 5000\text{mm}$  en  $5000 \times 5000\text{mm}$ , zie ook de tekeningen. Daarbij zijn de nodige vluchtdeuren aanwezig die zodanig gepositioneerd zijn dat de gecorrigeerde vluchtafstand niet meer dan 60m zal bedragen.

#### **Begane grondvloer**

Gezien de vrij zware onderdelen van de elektrolyzer zal deze vloer voorlopig uitgevoerd worden met een draagvermogen van  $3 \text{ ton/m}^2$ . Wanneer gedurende de detailed engineering de leverancier van de elektrolyzers gekozen wordt en geconcludeerd kan worden dat een beduidend lichtere vloer volstaat dan zal dit gedurende de detailed engineering geoptimaliseerd worden.

#### **Hijsvoorziening**

Het elektrolyzer gebouw zal niet voorzien worden van hijsvoorzieningen. Hijswerkzaamheden zullen verricht worden met mobiele hijsmiddelen. Er is geen bovenloopkraan noodzakelijk.

### **4.2.4 Gebouwstructuur**

#### **Fundering**

De fundering is opgebouwd uit mortel schroefpalen en een in het werk gestorte ringbalk. De vloer zal uitgevoerd worden als ter plaatse gestorte betonvloer op (HSP)palen. De vloer zal geheel vlak uitgevoerd worden, gevlierd en voorzien van een slijtlaag. Afhankelijk van de technologie die voor de elektrolyzers gekozen wordt, dient bekeken te worden of de vloer vloeistof dicht uitgevoerd dient te worden of niet.

#### **Draagstructuur**

De constructie van het elektrolyzer gebouw zal uitgevoerd worden in staal. Voor het elektrolyzer gebouw is formeel geen brandwerendheid benodigd. Om veiligheid naar de omgeving te waarborgen vanuit het elektrolyzer gedeelte wordt echter een gebouwschil gerealiseerd met een brandwerendheid van 60 minuten wat dus ook resulteert in een brandwerende staalconstructie zoals in voorgaande paragrafen vermeld.

#### **Dak**

Het dak kan zeer licht uitgevoerd worden, er is gekozen voor steeldeck met een mechanisch bevestigde EPS isolatie en een kunststof dakbedekking. Bij een waterstof lekkage zal dit zeer lichte gas zich verzamelen op het hoogste punt. Het dak zal daarom als zadeldak uitgevoerd worden met een lichte helling en op het hoogste punt ventilatieopeningen. Aan het dak zullen de nodige sprinklerleidingen komen te hangen. Tevens wordt er bovendaks een staalframe gerealiseerd waarop coolers gemonteerd zullen worden.

### **Stabiliteit**

Het gebouw zal uitgevoerd worden als geschoorde constructie in 2 richtingen. Hierdoor zal de vervorming wat beperkt blijven, al dient er dan wel aandacht te zijn voor de elastische vervormingen van de windverbanden vanwege de aanzienlijke afmetingen van het gebouw.

#### **4.2.5 Gebouwschil**

Aangezien er alleen een vorstbegrenzing aanwezig is in het bouwwerk en er dus niet verwarmd wordt voor het verblijven van personen zijn geen specifieke eisen gesteld rond de thermische isolatie van de gebouwschil. Door het verhogen van gasdruk ontstaat warmte die afgevoerd dient te worden. Vanuit energetisch oogpunt is dus eerder een lage isolatiewaarde wenselijk.

### **Vloer**

De vloer van zowel het elektrolyzer gedeelte als het elektrisch gebouw zal geheel niet geïsoleerd worden.

### **Gevels**

Tegen de staalconstructie wordt als brandwand een cellenbeton “binnenblad” geplaatst. De panelen zullen horizontaal van kolom naar kolom spannen. Er is voorlopig een dikte van 200mm gekozen om een wat robuustere wand te realiseren die niet direct zal bezwijken bij een drukgolf uit een kleine waterstof explosie. Waterstof is zeer licht en er zal sterk worden geventileerd waardoor de kans op een explosie echter uiterst klein is. Uit de ATEX studie en eventuele verdere veiligheidsanalyses gedurende de detailed engineering zal bepaald worden of ontlastluiken in het dak noodzakelijk zijn.

De isolatiewaarde van de gevel zal ca.  $R_c=3,0\text{m}^2\cdot\text{K/W}$  bedragen. Exacte berekening is niet noodzakelijk aangezien er geen eisen aan worden gesteld.

De gevel is van buiten naar binnen als volgt opgebouwd:

- Verticale beplating.
- 130mm steenwol.
- Z-gordingen (als afstandhouder).
- 200mm cellenbeton binnenblad. Minimaal 60min WBDBO.

### **Dak**

Het dak zal zoals eerder benoemd uitgevoerd worden in steeldeck. De dakopbouw is van buiten naar binnen als volgt:

- Kunststof dakbedekking. Bij voorkeur wit i.v.m. koellast gebouw (TPO).
- 120mm EPS-SE.
- Dampremmende laag.
- Stalen dakplaat SAB 158 (hoogte 158mm gekozen ivm afvoer waterstof door cannelures).
- Z-gordingen.

Isolatiewaarde dakpakket:  $R_c = 3,3\text{m}^2\cdot\text{K/W}$

#### 4.2.6 Gebouwinstallaties

##### **Verwarming**

In het gebouw zal alleen een vorstbegrenzing aanwezig zijn in de vorm van enkele EX-heaters aan het plafond.

##### **Ventilatie**

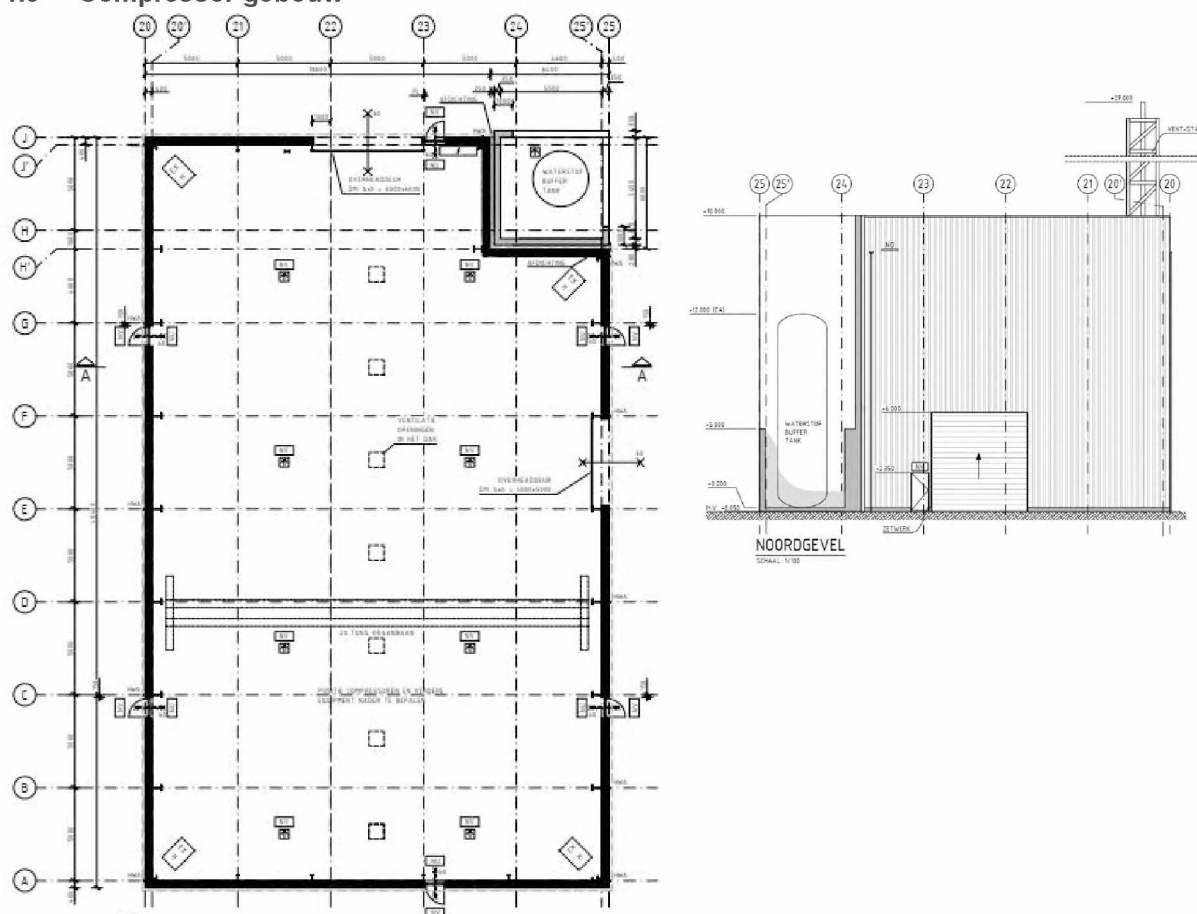
Volgens het Bouwbesluit, afdeling 3.6, artikel 3.29 is er voor een industriefunctie een minimaal ventilatiedebiet vereist van  $6,5\text{dm}^3/\text{s}/\text{persoon}$ . Met een maximaal te verwachten aantal van 25 personen in het elektrolyzer gebouw zou er een minimum debiet noodzakelijk zijn van  $162,5\text{dm}^3/\text{s} = 585\text{m}^3/\text{h}$ . Naar verwachting is het noodzakelijke debiet omwille van ATEX regelgeving en het afvoeren van warmte vele malen hoger. Het noodzakelijke debiet zal bepaald worden in de ATEX studie gedurende de detailed engineering.

In de langsgevels zullen vrij laag toevoerroosters worden voorzien. Deze zullen brandwerend worden uitgevoerd. De afvoer geschiedt via het hoogste punt op het dak, natuurlijk of geforceerd. Dit zal nader bekeken worden. Met deze opzet wordt de ventilatielucht diagonaal door de ruimte getrokken wat gunstig is op het vlak van ATEX. Om te voorkomen dat in een koude periode extreem veel koude lucht aangezogen wordt, kan er eventueel gewerkt worden met een ventilatie op gasdetectie. Ook dit zal in de detailed engineering verder worden uitgewerkt.

##### **Elektrische gebouwinstallatie**

De gehele installatie zal EX worden uitgevoerd met een hoofdschakelaar nabij een toegangsdeur. Voor de verlichting zal LED worden gekozen op bewegingssensoren met een vertrager. (Smart Lighting).

### 4.3 Compressor gebouw



Figuur 8, impressie compressorgebouw, zie ook blad 7863-0002-AC-DW-005 e.v.. (Sweco)

#### 4.3.1 Gebouwkenmerken

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afmeting LxB:</li> <li>• Gebouwhoogte:</li> <li>• Functie:</li> <br/> <li>• Verwarmd / onverwarmd:</li> <li>• Hoge warmteproductie?</li> <li>• Maximale bezettingsgraad: (aantal pers.)</li> <br/> <li>• Zonering van toepassing? (ATEX)</li> <br/> <li>• Maximale werkdruk equipment?</li> </ul> | <p>Ca. 25 x 40m<sup>2</sup></p> <p>Ca. 18,0m (dakrandhoogte)</p> <p>Industriefunctie. Verblijven van personen is ondergeschikt (geen operators aanwezig) als in de zin van artikel 5.5 lid 1 van het Bouwbesluit.</p> <p>Vorstbegrenzing</p> <p>Ja</p> <p>Schatting: maximaal 25 personen bij multidisciplinair onderhoud (= 44m<sup>2</sup>/persoon)</p> <p>Ja. ATEX studie volgt in detailed engineering.</p> <p>500Bar</p> |
|--|---|

- Bijzonderheden:

Het gebouw zal worden voorzien van een sprinklersysteem, al wordt dit door het Bouwbesluit niet verlangd. Het systeem zal uitgewerkt worden gedurende de detailed engineering.

#### 4.3.2 Brandveiligheid Bouwbesluit

- Geen verdiepingen of verblijfsgebieden aanwezig op 5m onder of boven het meetniveau.
- Maximale bezettingsgraad: ca. 40m<sup>2</sup>/persoon.
- Afstand tot erscheiding: 2m.

#### **Afdeling 2.2, artikel 2.10 sterkte bij brand**

Aangezien het compressor gebouw wordt uitgevoerd als 1 open ruimte zijn er geen subbrandcompartimenten aanwezig. Daarbij is het vloerniveau gelijk aan het meetniveau en is uit het oogpunt van sterkte bij brand geen brandwerende constructie vereist.

#### **Afdeling 2.10, beperking van de uitbreiding van brand**

Met ca. 1000m<sup>2</sup> valt het brandcompartiment binnen de maximale oppervlakte van 2500m<sup>2</sup>. Interne compartimentering is niet nodig. Zoals ook voor het elektrolyzergebouw geldt is de afstand tot de naastgelegen gebouwen met ca. 10 meter krap dus de gevels zullen 60 minuten brandwerend uitgevoerd worden. Om deze gevel daadwerkelijk in stand te houden zal ook de hoofdconstructie 60 minuten brandwerend uitgevoerd worden. Zoals vermeld in de gebouwsamenvatting zal het gebouw voorzien worden van een aanvullend blussysteem in de vorm van een sprinkler. Vermoedelijk een Deluge systeem wat verder uitgewerkt zal worden in de detailed engineering. Of dit een gebouw- of equipmentsprinkler betreft, zal nader bepaald worden.

#### **Afdeling 2.12, artikel 2.102 vluchtroute**

Het gebouw bestaat uit slechts 1 grote open ruimte en daarbij is een lage maximale bezettingsgraad van toepassing van 40m<sup>2</sup>/persoon. Volgens dit artikel is een maximale gecorrigeerde vluchtafstand van toepassing van 60m. De vluchtdeuren zullen zo geplaatst worden dat een maximale rechte afstand tot een vluchtdeur vanaf ieder punt binnen het gebouw nooit hoger is dan  $60 / 1,5 = 40\text{m}$ .

#### **Noodverlichting**

De nooduitgangen zullen binnen het gebouw aangeduid worden middels een verlichte aanduiding nooduitgang. Daarbij worden de uitgangen aan de buitenzijde ook voorzien van een noodverlichting. In de diverse gebouwen zal ook een algehele noodverlichting voorzien worden, wellicht gecombineerd met de algehele (smart)verlichting in het gebouw. De uitwerking hiervan zal gedurende de detailed engineering plaatsvinden.

#### **Blusmiddelen**

Volgens het Bouwbesluit zijn geen blusmiddelen noodzakelijk. Het gebouw zal echter voorzien worden van een sprinklersysteem waarbij in een latere fase bepaald zal worden of er een gebouw- of equipmentsprinkler zal worden toegepast. Indien uit nadere veiligheidsstudies, bv. na de definitieve keuze van alle equipment blijkt, dat aanvullende handblusmiddelen noodzakelijk zijn, dan worden deze uiteraard geplaatst. Dit zal voor ingebruikname van het gebouw duidelijk worden gemaakt op het algehele definitieve brandveiligheidsplan.

#### 4.3.3 Randvoorwaarden bruikbaarheid

##### Toegankelijkheid

Aan de noordzijde van het gebouw zal een hoofdboort geplaatst worden om grote onderdelen naar binnen of buiten te brengen. De dagmaat van de boort is  $b \times h = 6000 \times 6000$  mm. Daarnaast is op as 25 een aanvullende boort aanwezig welke vanwege de asmaat van 5m een wat kleinere afmeting heeft. Ook zijn de nodige vluchtdeuren aanwezig die zodanig gepositioneerd zijn dat de gecorrigeerde vluchtafstand niet meer dan 60m zal bedragen.

##### Begane grondvloer

Deze vloer tussen de machinefundatie zal voorlopig uitgevoerd worden met een draagvermogen van 3 ton/m<sup>2</sup> gezien de vrij zware onderdelen van de compressoren. Wanneer gedurende de detailed engineering de leverancier van de compressoren gekozen wordt en geconcludeerd kan worden dat een beduidend lichtere vloer volstaat dan zal dit gedurende de detailed engineering geoptimaliseerd worden.

De vloer zal geheel vlak uitgevoerd worden, gevlierd en voorzien van een slijtlaag. Aangezien de compressoren eigen lekbakken hebben, is vloeistofdichtheid geen vereiste.

##### Hijsvoorziening

Voor montage en onderhoudswerkzaamheden zal een bovenloopkraan worden aangebracht. Het hijsvermogen wordt voorlopig ingeschat op 20 ton. Het definitieve draagvermogen zal vastgesteld worden nadat de definitieve keuze voor een compressor is gemaakt.

Vermoedelijk is voor dit draagvermogen en de overspanning van de brug van ca. 25m een dubbelligger kraan benodigd (op basis van informatie van Abus).

##### Niet-ATEX ruimte elektrisch & controls

Afhankelijk van het type compressor die wordt gekozen, is mogelijk een afzonderlijke ruimte nodig voor niet-ATEX equipment waaronder elektrisch & controls. Deze ruimte zal uitgevoerd worden in zelfdragende sandwichpanelen en valt in hetzelfde brandcompartiment als de hal voor de compressoren. Uit veiligheidsoverwegingen zal wel een vluchtdeur rechtstreeks naar het buitenterrein worden voorzien. Verdere uitwerking vindt plaats gedurende de detailed engineering.

#### 4.3.4 Gebouwstructuur

##### Fundering

De fundering is opgebouwd uit mortel schroefpalen en een in het werk gestorte ringbalk. De compressoren zijn erg zwaar en behoeven ook i.v.m. trillingen een massief fundatieblok met een hoge eigenfrequentie. Het ontwerp van de machinefundaties is afhankelijk van de randvoorwaarden van de leverancier. De leverancier is nog niet bekend, dus het fundatieblok zal tijdens de detailed engineering worden ontworpen. Rond de machinefundaties zal een vloer op (HSP)palen gerealiseerd worden. De vloer is niet geïsoleerd, gevlierd met een slijtlaag.

##### Draagstructuur

De constructie zal uitgevoerd worden in staal wat vanwege de compartimentering minimaal 60 min. brandwerend zal worden bekleed. Mocht blijken dat bv. omwille van de verzekering de brandwerendheid verder verhoogd dient te worden, dan wordt dit meegenomen in de detailed engineering.

##### Dak

Vanwege de voldoende hoge wand is de brandscheiding met de naastgelegen gebouwen gewaarborgd bij een eventueel bezwijken van het dak. Het dak kan derhalve zeer licht uitgevoerd

worden. Er is gekozen voor steeldeck met een mechanisch bevestigde EPS isolatie en een kunststof dakbedekking. Bij een waterstof lekkage zal dit zeer lichte gas zich verzamelen op het hoogste punt. Het dak zal daarom worden uitgevoerd als zadeldak met een lichte helling en op het hoogste punt ventilatieopeningen. Aan het dak zullen de nodige sprinklerleidingen komen te hangen.

### **Stabiliteit**

Het gebouw zal uitgevoerd worden als geschoorde constructie in 2 richtingen. Hierdoor zal de vervorming wat beperkt blijven wat noodzakelijk is voor de aanwezige bovenloopkraan. Aandachtspunt is wel, gezien de grote afmetingen van de structuur, om bij de definitieve berekening de elastische vervorming van de windverbanden in rekening te brengen.

### **4.3.5 Gebouwschil**

Aangezien er alleen een vorstbegrenzing aanwezig is in het bouwwerk en er dus niet verwarmd wordt voor het verblijven van personen, zijn geen specifieke eisen gesteld rond de thermische isolatie van de gebouwschil. Door het verhogen van gasdruk ontstaat warmte die afgevoerd dient te worden. Vanuit energetisch oogpunt is dus eerder een lage isolatiewaarde wenselijk.

### **Vloer**

De vloer zal geheel niet geïsoleerd worden uitgevoerd.

### **Gevels**

Tegen de staalconstructie wordt als brandwand een cellenbeton “binnenblad” geplaatst. De panelen zullen horizontaal van kolom naar kolom spannen. Er is voorlopig een dikte van 200mm gekozen om een wat robuustere wand te realiseren die niet direct zal bezwijken bij een drukgolf uit een kleine waterstof explosie. Waterstof is zeer licht en er zal sterk worden geventileerd waardoor de kans op een explosie uiterst klein is. Er zal dus geen blast resistant design worden voorzien (zoals dat bij veel gebouwen met ATEX zones ook niet het geval is).

Daarbij zijn er de nodige zwakkere delen in de algehele gebouwschil aanwezig die als ontlastopeningen zullen werken.

De isolatiewaarde van de gevel zal ca.  $R_c = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  bedragen. Exacte berekening is niet noodzakelijk aangezien er geen eisen aan worden gesteld.

De gevel is van buiten naar binnen als volgt opgebouwd:

- Verticale beplating.
- 130mm steenwol.
- Z-gordingen (als afstandhouder).
- 200mm cellenbeton binnenblad. Minimaal 60min WBDBO.



### **Dak**

Het dak zal zoals eerder benoemd, uitgevoerd worden in steeldeck. De dakopbouw is van buiten naar binnen als volgt:

- Kunststof dakbedekking. Bij voorkeur wit i.v.m. koellast gebouw (TPO).
- 120mm EPS-SE.
- Dampremmende laag.
- Stalen dakplaat SAB 158 (hoogte 158mm gekozen ivm afvoer waterstof door cannelures).
- Z-gordingen.

Isolatie waarde dakpakket:  $R_c = 3,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

### **4.3.6 Gebouwinstallaties**

#### **Verwarming**

In het gebouw zal alleen een vorstbegrenzing aanwezig zijn in de vorm van enkele EX-heaters aan het plafond.

#### **Ventilatie**

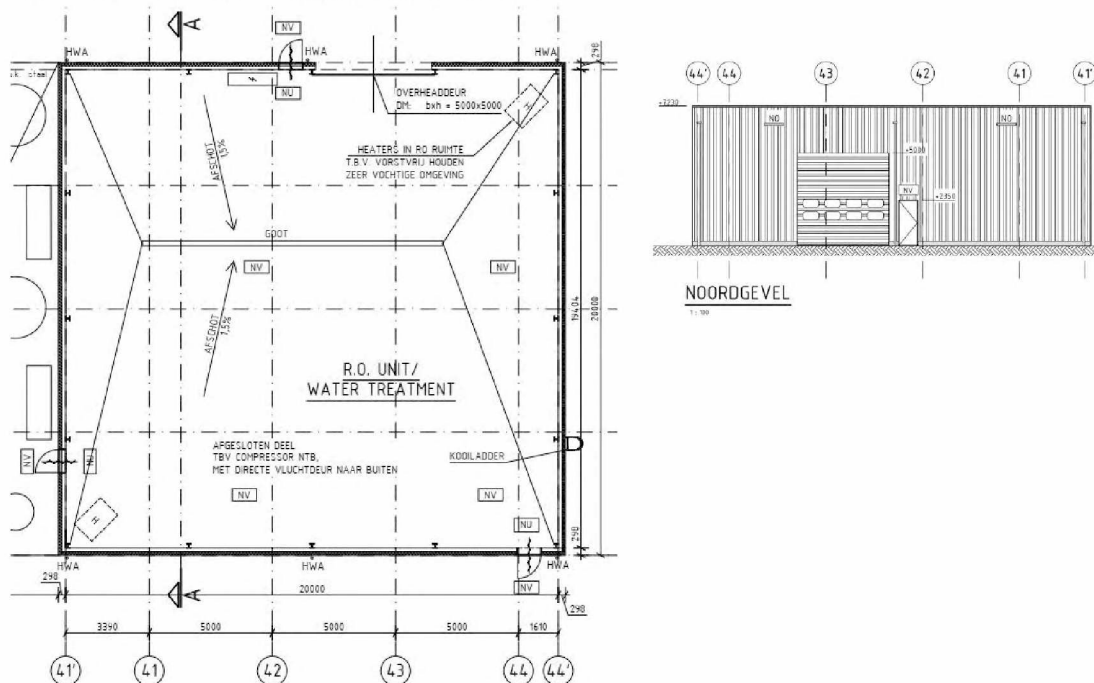
Volgens het Bouwbesluit, afdeling 3.6, artikel 3.29 is er voor een industriefunctie een minimaal ventilatiedebiet vereist van  $6,5 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{persoon}$ . Met een maximaal te verwachten aantal van 25 personen zou er een minimum debiet noodzakelijk zijn van  $162,5 \text{ dm}^3/\text{s} = 585 \text{ m}^3/\text{h}$ . Naar verwachting is het noodzakelijke debiet omwille van ATEX regelgeving of noodzakelijk afvoeren van warmte vele malen hoger. Het noodzakelijke debiet zal bepaald worden in de ATEX studie gedurende de detailed engineering.

In de langsgevels zullen vrij laag toevoerroosters worden voorzien. Deze zullen brandwerend worden uitgevoerd. De afvoer geschiedt via het hoogste punt op het dak, natuurlijk of geforceerd. Dit zal nader bekeken worden. Met deze opzet wordt de ventilatielucht diagonaal door de ruimte getrokken wat gunstig is op het vlak van ATEX. Om te voorkomen dat in een koude periode extreem veel koude lucht aangezogen wordt, kan er eventueel gewerkt worden met een ventilatie op gasdetectie. Ook dit zal na de ATEX studie verder worden uitgewerkt.

#### **Elektrische gebouwinstallatie**

De gehele installatie zal EX worden uitgevoerd met een hoofdschakelaar nabij een toegangsdeur. Voor de verlichting zal LED worden gekozen op bewegingssensoren met een vertrager (Smart Lighting).

#### 4.4 R.O. Unit / air compressor / stikstof



Figuur 9, impressie gebouw R.O. unit, zie ook blad 7863-0002-AC-DW-012 (Sweco)

##### 4.4.1 Gebouwkenmerken

- |  |  |
|--|--|
| • Afmeting LxB:                            | Ca. 20 x 20m <sup>2</sup>  |
| • Gebouwhoogte:                            | Ca. 7,23m (dakrandhoogte)  |
| • Functie:                                 | Industriefunctie. Verblijven van personen is ongeschikt (geen operators aanwezig) als in de zin van artikel 5.5 lid 1 van het Bouwbesluit. |
| • Verwarmd / onverwarmd:                   | Vorstbegrenzing  |
| • Hoge warmteproductie?                    | Nee  |
| • Maximale bezettingsgraad: (aantal pers.) | Schatting: maximaal 8 personen bij multidisciplinair onderhoud (= 25m <sup>2</sup> /persoon)   |
| • Zonering van toepassing? (ATEX)          | Nee  |
| • Maximale werkdruk equipment?             | Nvt  |
| • Bijzonderheden:                          | In het gebouw zijn basische stoffen aanwezig   |

##### 4.4.2 Brandveiligheid Bouwbesluit

- Geen verdiepingen of verblijfsgebieden aanwezig op 5m onder of boven het meetniveau.
- Maximale bezettingsgraad: ca. 25m<sup>2</sup>/persoon.
- Afstand tot erfscheiding: 5 meter.

#### **Afdeling 2.2, artikel 2.10 sterkte bij brand**

Aangezien het R.O. gebouw wordt uitgevoerd als 1 open ruimte zijn er geen subbrandcompartimenten aanwezig. Daarbij is het vloerniveau gelijk aan het meetniveau, dus uit het oogpunt van sterkte bij brand is geen brandwerende constructie vereist.

#### **Afdeling 2.10, beperking van de uitbreiding van brand**

Met ca. 400m<sup>2</sup> valt het brandcompartiment binnen de maximale oppervlakte van 2500m<sup>2</sup>. Interne compartimentering is niet nodig. De afstand tot de erfscheiding bedraagt 5m. Op basis van spiegelsymmetrie kan gesteld worden dat de weerstand tegen branddoorslag en -overslag minimaal 30 minuten dient te bedragen wat wordt behaald door de afstand van 5m tot de erfgrans. Er is derhalve geen brandwerende constructie of gevel noodzakelijk.

#### **Afdeling 2.12, artikel 2.102 vluchtroute**

Het gebouw bestaat uit slechts 1 grote open ruimte en daarbij is een lage maximale bezettingsgraad van toepassing van 25m<sup>2</sup>/persoon. Volgens dit artikel is een maximale gecorrigeerde vluchtafstand van toepassing van 45m. De vluchtdeuren zullen zo geplaatst worden dat een maximale rechte afstand tot een vluchtdeur vanaf ieder punt binnen het gebouw nooit hoger is dan  $45 / 1,5 = 30\text{m}$ .

#### **4.4.3 Randvoorwaarden bruikbaarheid**

##### **Toegankelijkheid**

Er zal een aanzienlijke poort geplaatst worden voor het binnenbrengen van de R.O. unit en eventueel ander equipment. Daarbij zullen de nodige vluchtdeuren voorzien worden.

##### **Begane grondvloer**

De vloer zal vloestofkerend worden uitgevoerd gezien de vochtige omgeving en de basische stoffen.

De vloer zal onder afschot met een goot uitgevoerd worden, gevlienderd en voorzien van een slijtlaag.

##### **Hijsvoorziening**

Er is geen hijsvoorziening aanwezig.

#### **4.4.4 Gebouwstructuur**

##### **Fundering**

De fundering is opgebouwd uit mortel schroefpalen en een in het werk gestorte ringbalk. De vloer zal onderheid worden uitgevoerd, onder afschot, vloestofkerend gevlienderd en voorzien van een slijtlaag.

##### **Draagstructuur**

De constructie zal uitgevoerd worden in een thermisch verzinkte staalconstructie zonder verdere coating. Brandwerendheid is niet vereist.

##### **Dak**

Het dak zal licht uitgevoerd worden, er is gekozen voor steeldeck met een mechanisch bevestigde EPS isolatie en een kunststof dakbedekking.

##### **Stabiliteit**

Het gebouw zal uitgevoerd worden als geschoorde constructie in 2 richtingen.

#### 4.4.5 Gebouwschil

Aangezien er alleen een vorstbegrenzing aanwezig is in het bouwwerk en er dus niet verwarmd wordt voor het verblijven van personen, zijn geen specifieke eisen gesteld rond de thermische isolatie van de gebouwschil.

#### Vloer

De vloer zal geheel niet geïsoleerd uitgevoerd worden.

#### Gevels

De gevels zullen worden gerealiseerd in sandwichpanelen.

#### Dak

Het dak zal zoals eerder benoemd uitgevoerd worden in steeldeck. De dakopbouw is van buiten naar binnen als volgt:

- Kunststof dakbedekking.
- 120mm EPS-SE.
- Dampremmende laag.
- Stalen dakplaat SAB 106.

Isolatiewaarde dakpakket:  $R_c = 3,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

#### 4.4.6 Gebouwinstallaties

##### Verwarming

In het gebouw zal alleen een vorstbegrenzing aanwezig zijn in de vorm van een vochtbestendige heater aan het plafond.

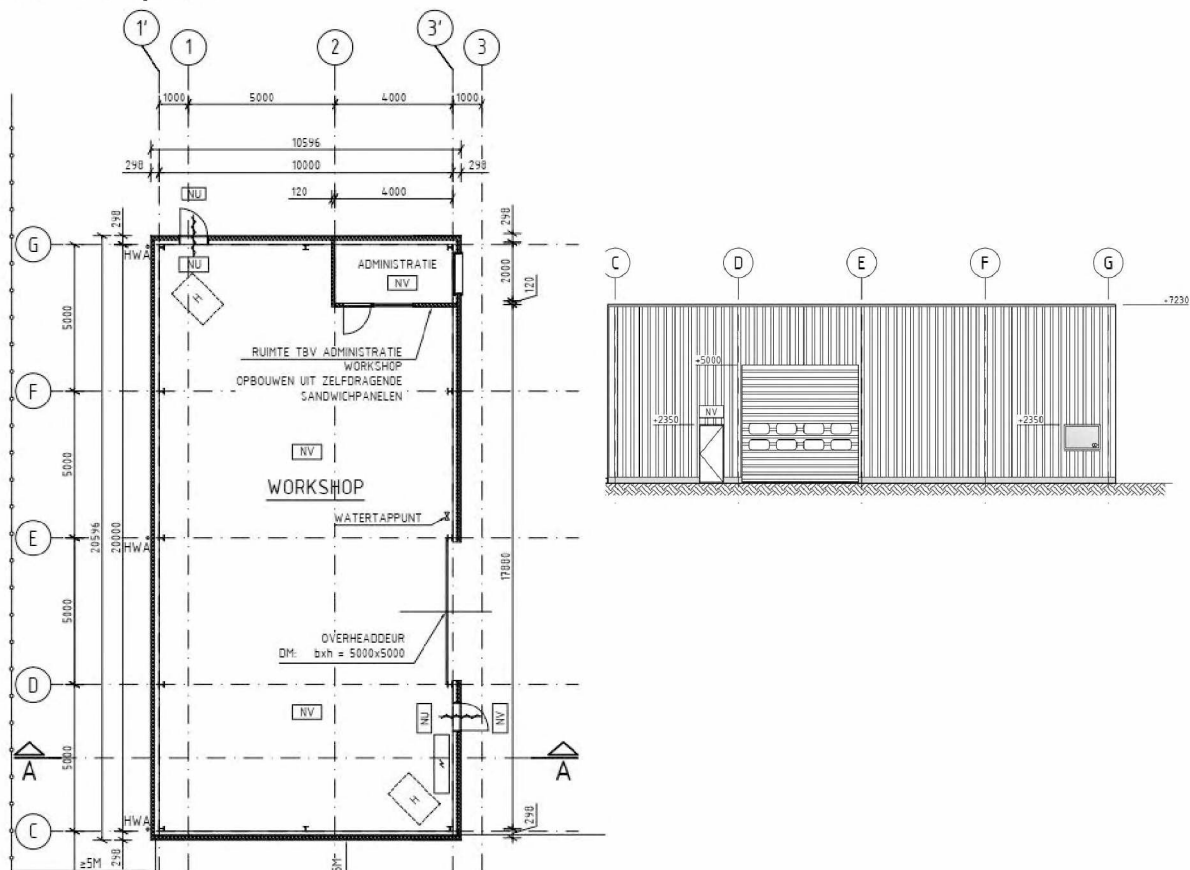
##### Ventilatie

Volgens het Bouwbesluit, afdeling 3.6, artikel 3.29 is er voor een industriefunctie een minimaal ventilatiedebiet vereist van  $6,5 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{persoon}$ . Met een maximaal te verwachten aantal van 8 personen is een minimum debiet noodzakelijk van  $52 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Dit zal voorzien worden door een natuurlijke toevoer via roosters en een mechanische afvoer. Mocht in de detailed engineering blijken dat het aanwezige equipment een hoger ventilatiedebiet verlangt, dan zal dit worden meegenomen.

##### Elektrische gebouwinstallatie

De gehele installatie zal vochtbestendig worden uitgevoerd met een hoofdschakelaar nabij een toegangsdeur. Voor de verlichting zal LED worden gekozen op bewegingssensoren met een vertrager.

## 4.5 Werkplaats



Figuur 10, impressie werkplaats, zie ook blad 7863-0002-AC-DW-011 (Sweco)

### 4.5.1 Gebouwenkenmerken

- |  |  |
|--|--|
| • Afmeting LxB:                            | Ca. 20 x 10m <sup>2</sup>  |
| • Gebouwhoogte:                            | Ca. 7,23m (dakrandhoogte)  |
| • Functie:                                 | Industriefunctie. Te zien als verblijfsgebied.                                   |
| • Verwarmd / onverwarmd:                   | Verwarmd   |
| • Hoge warmteproductie?                    | Nee  |
| • Maximale bezettingsgraad: (aantal pers.) | Schatting: maximaal 4 personen bij normaal gebruik (= 50m <sup>2</sup> /persoon) |
| • Zonering van toepassing? (ATEX)          | Nee  |
| • Maximale werkdruk equipment?             | Nvt  |
| • Bijzonderheden:                          | In het gebouw wordt een kleine   |

administratieve ruimte gerealiseerd,  
geheel ten dienste van de werkplaats.  
Ca. 15m<sup>2</sup>.

#### 4.5.2 Brandveiligheid Bouwbesluit

- Geen verdiepingen of verblijfsgebieden aanwezig op 5m onder of boven het meetniveau.
- Maximale bezettingsgraad: ca. 50m<sup>2</sup>/persoon.
- Afstand tot erscheiding: 5 meter.

#### **Afdeling 2.2, artikel 2.10 sterkte bij brand**

Het gehele gebouw en de ruimtes daarbinnen worden uitgevoerd als 1 brandcompartiment. De administratieve functie staat geheel ten dienste van de werkplaats, dus hier is geen compartimentering vereist. Daarbij is het vloerniveau gelijk aan het meetniveau, dus uit het oogpunt van sterkte bij brand is geen brandwerende constructie vereist.

#### **Afdeling 2.10, beperking van de uitbreiding van brand**

Met ca. 200m<sup>2</sup> valt het brandcompartiment binnen de maximale oppervlakte van 2500m<sup>2</sup>. Interne compartimentering is niet nodig. De afstand tot de erscheiding bedraagt 5m. Op basis van spiegelsymmetrie kan gesteld worden dat de weerstand tegen branddoorslag en -overslag minimaal 30 minuten dient te bedragen, wat wordt behaald door de afstand van 5m tot de erfgrans. Er is derhalve geen brandwerende constructie of gevel noodzakelijk.

#### **Afdeling 2.12, artikel 2.102 vluchtroute**

Het gebouw heeft een maximale bezettingsgraad van 50m<sup>2</sup>/persoon. Volgens dit artikel is een maximale gecorrigeerde vluchtafstand van toepassing van 60m. De vluchtdeuren zullen zo geplaatst worden dat een maximale rechte afstand tot een vluchtdeur vanaf ieder punt binnen het gebouw nooit hoger is dan  $60 / 1,5 = 40\text{m}$ .

#### 4.5.3 Randvoorwaarden bruikbaarheid

##### **Toegankelijkheid**

Geen bijzondere randvoorwaarden.

##### **Begane grondvloer**

De vloer zal vloeistofkerend worden uitgevoerd met het oog op morsverliezen van gevaarlijke stoffen bij (onderhouds)werkzaamheden.

De vloer zal volledig vlak uitgevoerd worden, gevlinderd en voorzien van een slijtlaag.

##### **Hijsvoorziening**

Er is geen hijsvoorziening aanwezig.

#### 4.5.4 Gebouwstructuur

##### **Fundering**

De fundering is opgebouwd uit mortel schroefpalen en een in het werk gestorte ringbalk. De vloer zal onderheid worden uitgevoerd, geheel vlak, vloeistofkerend gevlinderd en voorzien van een slijtlaag.

##### **Draagstructuur**

De constructie zal uitgevoerd worden in een gecoate staalconstructie zonder verdere coating. Brandwerendheid is niet vereist.

**Dak**

Het dak zal licht uitgevoerd worden, er is gekozen voor steeldeck met een mechanisch bevestigde EPS isolatie en een kunststof dakbedekking.

**Stabiliteit**

Het gebouw zal uitgevoerd worden als geschoorde constructie in 2 richtingen.

**4.5.5 Gebouwschil**

Er zullen personen verblijven binnen het verblijfsgebied. Onderhoudswerkzaamheden verlangen geen hoge temperatuur. Er zal wel verwarmd worden, dus de schil zal moeten voldoen aan de eisen voor een industriefunctie zoals vermeld in het Bouwbesluit.

**Vloer**

De vloer zal geheel geïsoleerd uitgevoerd worden met een  $R_c = 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

**Gevels**

De gevels zullen worden gerealiseerd in sandwichpanelen met een minimale isolatiewaarde van  $R_c = 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

**Dak**

Het dak zal zoals eerder benoemd uitgevoerd worden in steeldeck met een minimale isolatiewaarde van  $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ . De dakopbouw is van buiten naar binnen als volgt:

- Kunststof dakbedekking.
- 240mm EPS-SE
- Dampremmende laag.
- Stalen dakplaat SAB 106.

**4.5.6 Gebouwinstallaties****Verwarming**

In het gebouw zullen heaters worden geplaatst t.b.v. het incidenteel verwarmen van het gebouw. In het kantoor zal een nader te bepalen verwarming worden geplaatst.

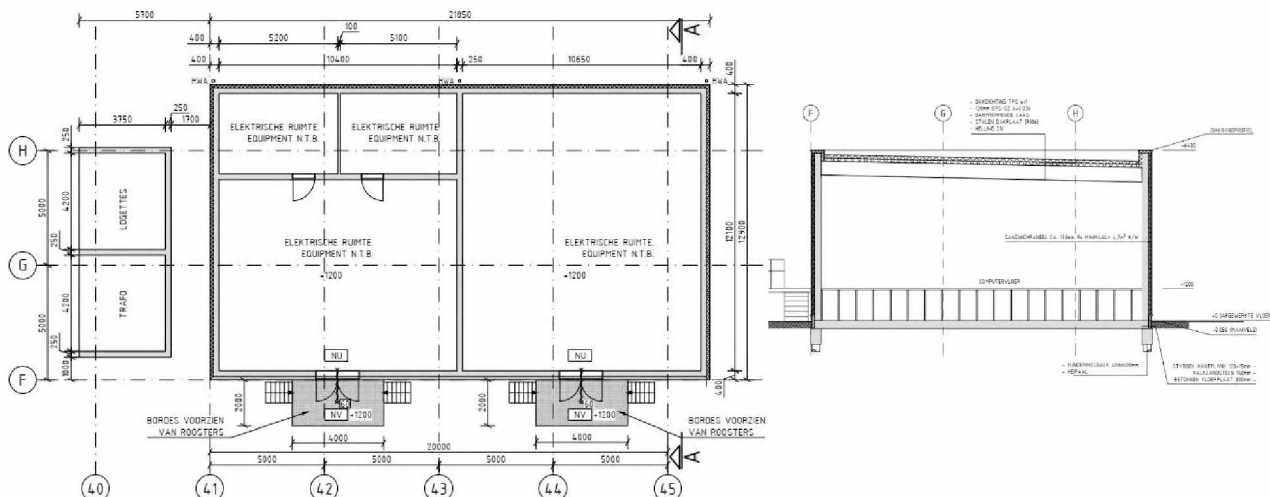
**Ventilatie**

Volgens het Bouwbesluit, afdeling 3.6, artikel 3.29 is er voor een industriefunctie een minimaal ventilatiedebiet vereist van  $6,5 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{persoon}$ . Met een maximaal te verwachten aantal van 4 personen is een minimum debiet noodzakelijk van  $26 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Dit zal voorzien worden door een natuurlijke toe- en afvoer via roosters. De administratieve ruimte zal worden voorzien van een natuurlijke toevoer en een mechanische afvoer die uitblaast naar de werkplaats.

**Elektrische gebouwinstallatie**

De gehele installatie zal vochtbestendig worden uitgevoerd met een hoofdschakelaar nabij een toegangsdeur. Voor de verlichting zal LED worden gekozen op bewegingssensoren met een vertrager.

## 4.6 Elektrische gebouwen



Figuur 11, impressie elektrisch gebouw 1, zie ook blad 7863-0002-AC-DW-013 (SWECO)

### 4.6.1 Gebouwenkenmerken

- |  |  |
|--|--|
| • Afmeting LxB:                            | Ca. 22 x 13m <sup>2</sup>  |
| • Gebouwhoogte:                            | Ca. 6,43m (dakrandhoogte)  |
| • Functie:                                 | Industriefunctie. Te zien als verblijfsgebied.   |
| • Verwarmd / onverwarmd:                   | Verwarmd   |
| • Hoge warmteproductie?                    | Nee  |
| • Maximale bezettingsgraad: (aantal pers.) | Schatting: maximaal 4 personen bij Onderhoud.<br>(> 50m <sup>2</sup> /persoon)   |
| • Zonering van toepassing? (ATEX)          | Nee  |
| • Maximale werkdruk equipment?             | Nvt  |
| • Bijzonderheden:                          | Randvoorwaarden voor het gebouw vanuit de elektrische installatie nog niet bekend. Definitieve invulling volgt in de detailed engineering. |

### 4.6.2 Brandveiligheid Bouwbesluit

- Geen verdiepingen of verblijfsgebieden aanwezig op 5m onder of boven het meetniveau.
- Maximale bezettingsgraad: > 50m<sup>2</sup>/persoon.
- Afstand tot erfscheiding: 5 meter.

### Afdeling 2.2, artikel 2.10 sterkte bij brand

Het gehele gebouw en de ruimtes daarbinnen worden uitgevoerd als 1 brandcompartiment. Daarbij is het vloerniveau gelijk aan het meetniveau, dus uit het oogpunt van sterkte bij brand is geen brandwerende constructie vereist.



### **Afdeling 2.10, beperking van de uitbreiding van brand**

Met ca. 280m<sup>2</sup> valt het brandcompartiment binnen de maximale oppervlakte van 2500m<sup>2</sup>. Interne compartimentering is niet nodig. De afstand tot de erfscheiding bedraagt 5m. Op basis van spiegelsymmetrie kan gesteld worden dat de weerstand tegen branddoorslag en -overslag minimaal 30 minuten dient te bedragen, wat wordt behaald door de afstand van 5m tot de erfgrans. Er is derhalve geen brandwerende constructie of gevel noodzakelijk. Voor de elektrische installatie worden waarschijnlijk vanuit de leverancier en/ of netbeheerder eisen gesteld aan de wanden op het vlak van brandwerendheid. Voorlopig is uitgegaan van betonnen wanden. Dit kan echter nog wijzigen in de detailed engineering.

### **Afdeling 2.12, artikel 2.102 vluchtroute**

Het gebouw heeft een maximale bezettingsgraad van 50m<sup>2</sup>/persoon. Volgens dit artikel is een maximale gecorrigeerde vluchtafstand van toepassing van 60m. De vluchtdeuren zullen zo geplaatst worden dat een maximale rechte afstand tot een vluchtdeur vanaf ieder punt binnen het gebouw nooit hoger is dan  $60 / 1,5 = 40\text{m}$ .

#### **4.6.3 Randvoorwaarden bruikbaarheid**

##### **Toegankelijkheid**

Geen bijzondere randvoorwaarden.

##### **Begane grondvloer**

De vloer wordt ter plaatse gestort en zal worden gedragen door de randbalken en de nodige palen direct onder de vloer. De vloer zal volledig vlak uitgevoerd worden, gevlinderd en voorzien van een slijtlaag.

##### **Hijsvoorziening**

Er is geen hijsvoorziening aanwezig.

#### **4.6.4 Gebouwstructuur**

##### **Fundering**

De fundering is opgebouwd uit mortel schroefpalen en een in het werk gestorte ringbalk. De vloer zal onderheid worden uitgevoerd, geheel vlak, vloeistofkerend gevlinderd en voorzien van een slijtlaag.

##### **Draagstructuur**

De constructie zal uitgevoerd worden in dragende wanden en een stalen dak.

##### **Dak**

Het dak zal licht uitgevoerd worden, er is gekozen voor steeldeck met een mechanisch bevestigde EPS isolatie en een kunststof dakbedekking.

##### **Stabiliteit**

Het gebouw zal uitgevoerd worden als geschoorde constructie in 2 richtingen waarbij de horizontale stabiliteit door schijfwerking uit de wanden zal worden verzorgd.

#### 4.6.5 Gebouwschil

##### Vloer

De vloer zal geheel niet geïsoleerd uitgevoerd worden.

##### Gevels

De isolatiewaarde van de gevel zal ca.  $R_c=3,0\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  bedragen. Exacte berekening is niet noodzakelijk aangezien er geen eisen aan worden gesteld.

De gevel is van buiten naar binnen als volgt opgebouwd:

- Verticale beplating.
- 130mm steenwol.
- Z-gordingen (als afstandhouder).
- 250mm betonnen binnenblad.

##### Dak

Het dak zal zoals eerder benoemd uitgevoerd worden in steeldeck. De dakopbouw is van buiten naar binnen als volgt:

- Kunststof dakbedekking.
- 120mm EPS-SE.
- Dampremmende laag.
- Stalen dakplaat SAB 106.

Isolatiewaarde dakpakket:  $R_c = 3,3\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

#### 4.6.6 Gebouwinstallaties

##### Verwarming

In het gebouw zullen heaters worden geplaatst t.b.v. het incidenteel verwarmen van het gebouw.

##### Ventilatie

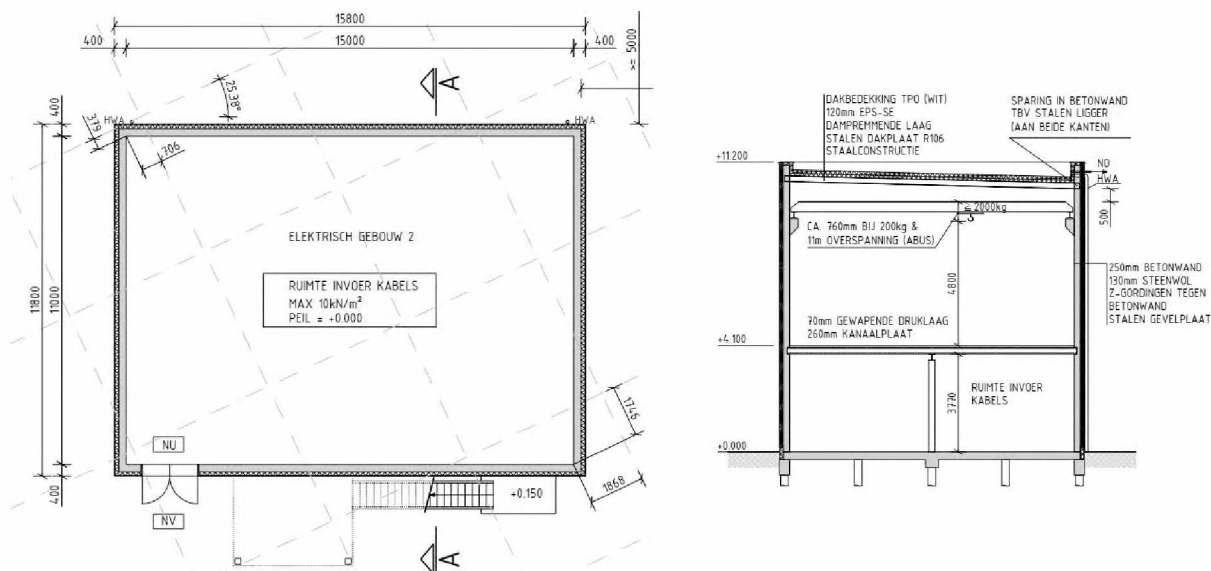
Volgens het Bouwbesluit, afdeling 3.6, artikel 3.29 is er voor een industriefunctie een minimaal ventilatiedebiet vereist van  $6,5\text{dm}^3/\text{s}/\text{persoon}$ . Met een maximaal te verwachten aantal van 4 personen is een minimum debiet noodzakelijk van  $26\text{dm}^3/\text{s}$ . Dit zal voorzien worden door een natuurlijke toe- en afvoer via roosters. In de detailed engineering zal nagegaan, worden of er voor de te plaatsen equipment en bijvoorbeeld eventuele warmteproductie een hoger debiet noodzakelijk is.

##### Elektrische gebouwinstallatie

De gehele installatie zal vochtbestendig worden uitgevoerd met een hoofdschakelaar nabij een toegangsdeur. Voor de verlichting zal LED worden gekozen op bewegingssensoren met een vertrager.

#### 4.6.7 Elektrisch gebouw 2

Er is een tweede elektrische gebouw aanwezig wat gelijkaardig zal worden opgebouwd. In dit gebouw is echter wel een lichte bovenloopkraan aanwezig voor onderhoudswerkzaamheden. Maximale hijslast bedraagt 2000kg.



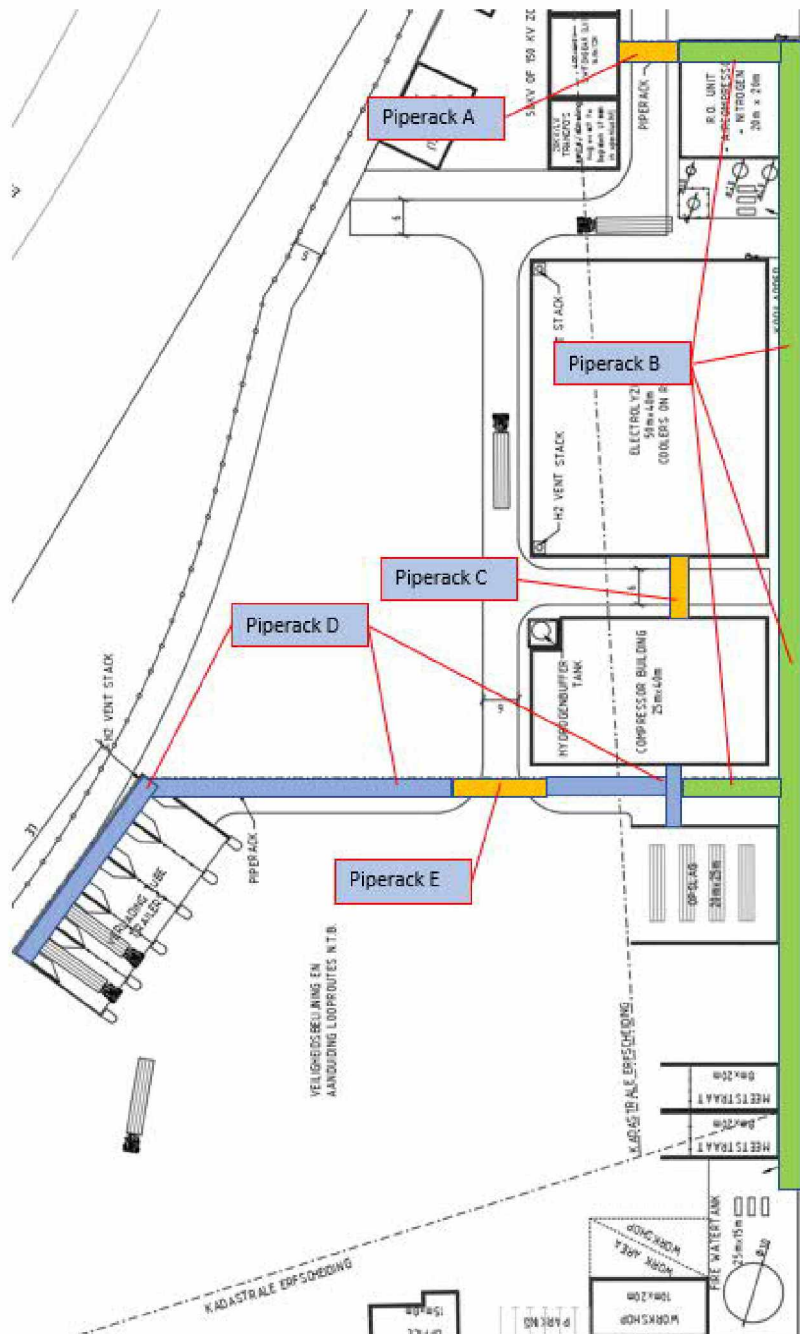
Figuur 12, impressie elektrisch gebouw 2, zie bladnummer 7863-0002-AC-DW-014 (Sweco)

#### 4.6.8 Trafo loettes

Naast beide elektrische gebouwen zijn trafo loettes aanwezig. De transformatoren behorende bij de elektrische installatie worden in de buitenlucht op een betonplaat geplaatst. Aan 3 zijden van de trafo is een betonwand aanwezig ter bescherming van de omgeving.

#### 4.7 Piperacks

Tussen de diverse gebouwen en voorzieningen dienen de nodige leidingen geplaatst te worden om gassen, elektra en data te transporteren. Leidingen zullen veelal op piperacks gelegd worden. Zie onderstaand overzicht voor een opzet van de piperacks.



Figuur 13, overzicht piperacks

**Piperack A**

Uitgevoerd als brug over de weg. Voornamelijk kabels t.b.v. de elektrische aansluiting van de hele site. B.O.S.  $\geq 4500\text{mm} + \text{wegdek}$ .

**Piperack B**

Piperacks t.b.v. utilities; Geen waterstof aanwezig, behalve in het deel tussen de opslag en de meetstraten. Dit deel zal volledig gelast, met pas flenzen op een voldoende afstand van de erfscheiding worden uitgevoerd. Lage piperacks, onderdoorgang met hoge voertuigen veelal niet nodig. B.O.S.  $\geq 3500\text{mm} + \text{maaiveld}$ .

**Piperack C**

Uitvoeren als brug tussen het elektrolyzer gebouw en het compressorgebouw. Met name ten behoeve van het transport van waterstof van het elektrolyzer gebouw naar het compressorgebouw, druk: ca. 30Bar.

**Piperack D**

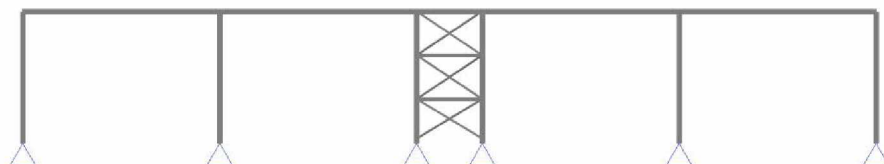
Piperack met name t.b.v. transport van waterstof van het compressorgebouw naar de opslag naar de trailerverlading. Druk: ca. 500Bar. Lage piperacks, onderdoorgang met hoge voertuigen veelal niet nodig. B.O.S.  $\geq 3500\text{mm} + \text{maaiveld}$ .

**Piperack E**

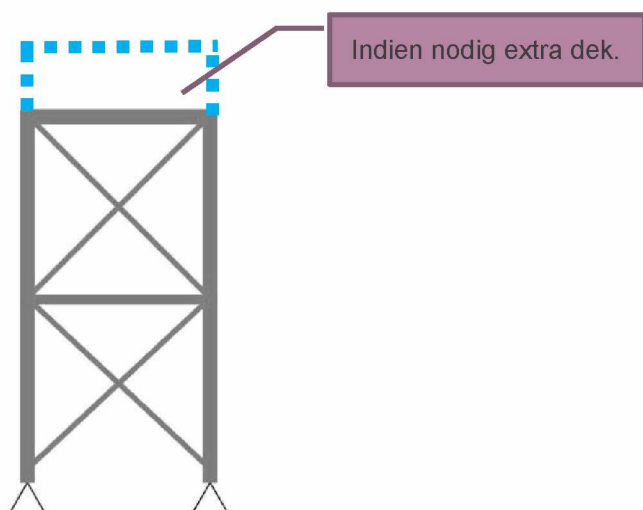
Piperack met name t.b.v. transport van waterstof van de opslag naar de trailerverlading. Druk: ca. 500Bar. Deel E uitvoeren als brug over de weg. B.O.S.  $\geq 4500\text{mm} + \text{wegdek}$ .

### Staalconstructie

De constructie zal in 2 richtingen geschoord uitgevoerd worden. Vaste punten en horizontale ontkoppelingen worden zodanig gekozen dat horizontaalkrachten zeer beperkt op kunnen bouwen. Het verdere ontwerp wordt in de detailed engineering opgepakt, afgestemd op de te plaatsen leidingen die ook gedurende de detailed engineering worden uitgewerkt.



Figuur 14, langsaanzicht piperack. Plaatsing windverbanden zodanig dat horizontaalkrachten niet opbouwen.



Figuur 15, aanzicht portaal piperack

### Fundering

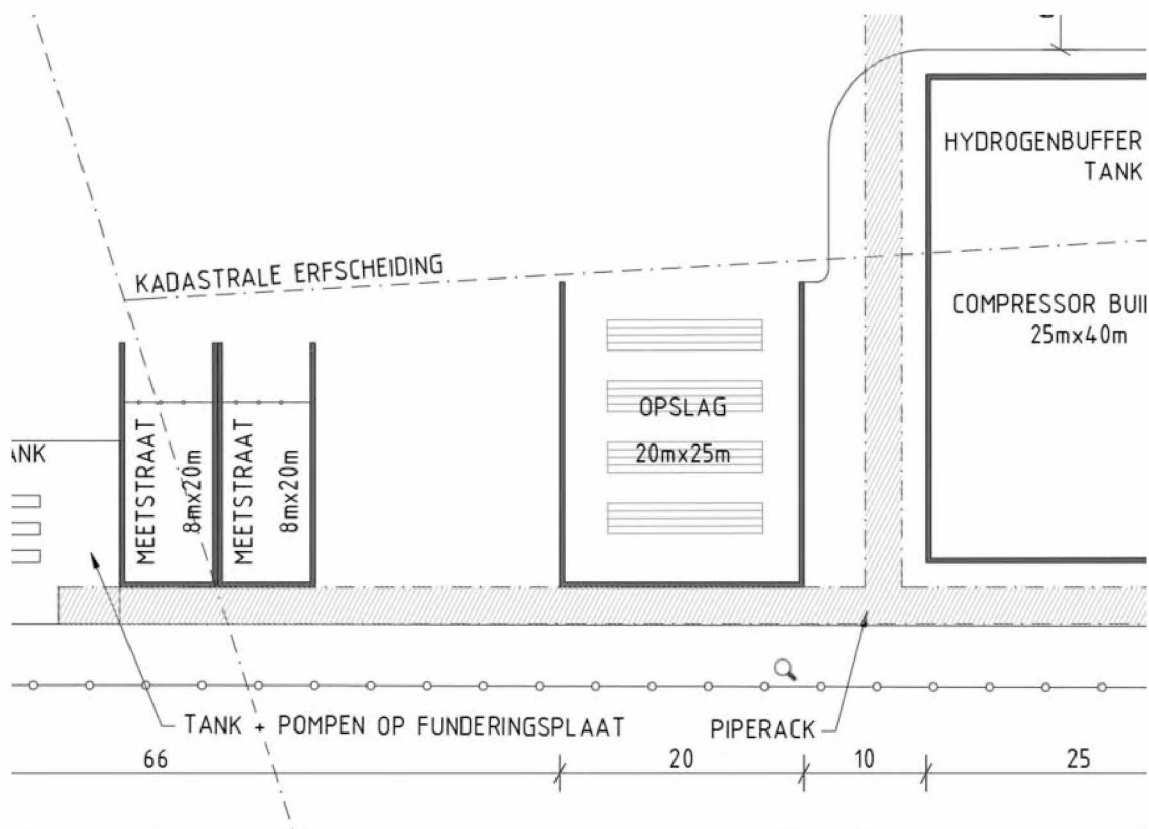
Aangezien verschilzettingen tot een minimum beperkt dienen te worden, zal voor de ondersteuning van de piperacks voorlopig uitgegaan worden van een fundering op palen zoals voor de gebouwen. Zeker bij de hogere piperacks heeft dit ook als voordeel dat kantelen door horizontaalkrachten uit onder andere wind beter op te nemen is dan bij een fundering op staal.

### Bluswatervoorziening

Vanuit de bluswatertank zullen de hydranten en het sprinklersysteem via leidingen worden gevoed. Deze leidingen worden omwille van veiligheidsredenen niet over de piperacks waar ook waterstofleidingen aanwezig zijn naar de afnamepunten geleid maar worden deels ondergronds aangebracht.

#### 4.8 Meetstraten / opslag

Aan de zuidzijde is een opslag en meetstraat aanwezig, zie ook onderstaande afbeelding.



Figuur 16, impressie meetstraten & opslag, zie blad 7863-0002-AC-DW-004 (Sweco)

#### Meetstraten

In de (nabije) toekomst is het mogelijk dat de geproduceerde waterstof deels via gasleidingen getransporteerd wordt naar afnemers in de omgeving. De hoeveelheid gas dient gemeten te worden en daarbij zal het gas ook op de juiste druk gebracht moeten worden. Dit zal in de meetstraten gebeuren. Er zijn 2 meetstraten voorzien waartussen indien noodzakelijk een brandwand kan geplaatst worden. De gehele zone zal voorzien worden van een sprinklersysteem. Uit veiligheidsoverwegingen zijn de meetstraten middels betonwanden afgeschermd van de omgeving, met uitzondering van 1 zijde t.b.v. de toegang.

#### Opslag

In deze zone wordt een tijdelijke opslag gerealiseerd die gezien kan worden als buffer tussen de productie van waterstof en het transport. Zoals in het inleidende hoofdstuk is aangegeven, zal er ca. 3 ton waterstof worden opgeslagen. De gehele zone zal worden voorzien van een sprinklersysteem. De opslag wordt door middel van betonwanden afgeschermd van de omgeving. De wanden hebben een hoogte van minimaal 4,7m. Deze hoogte is bepaald aan de hand van de NFPA regelgeving die stelt dat een betonwand minimaal 0,5m hoger dient te zijn dan het hoogste

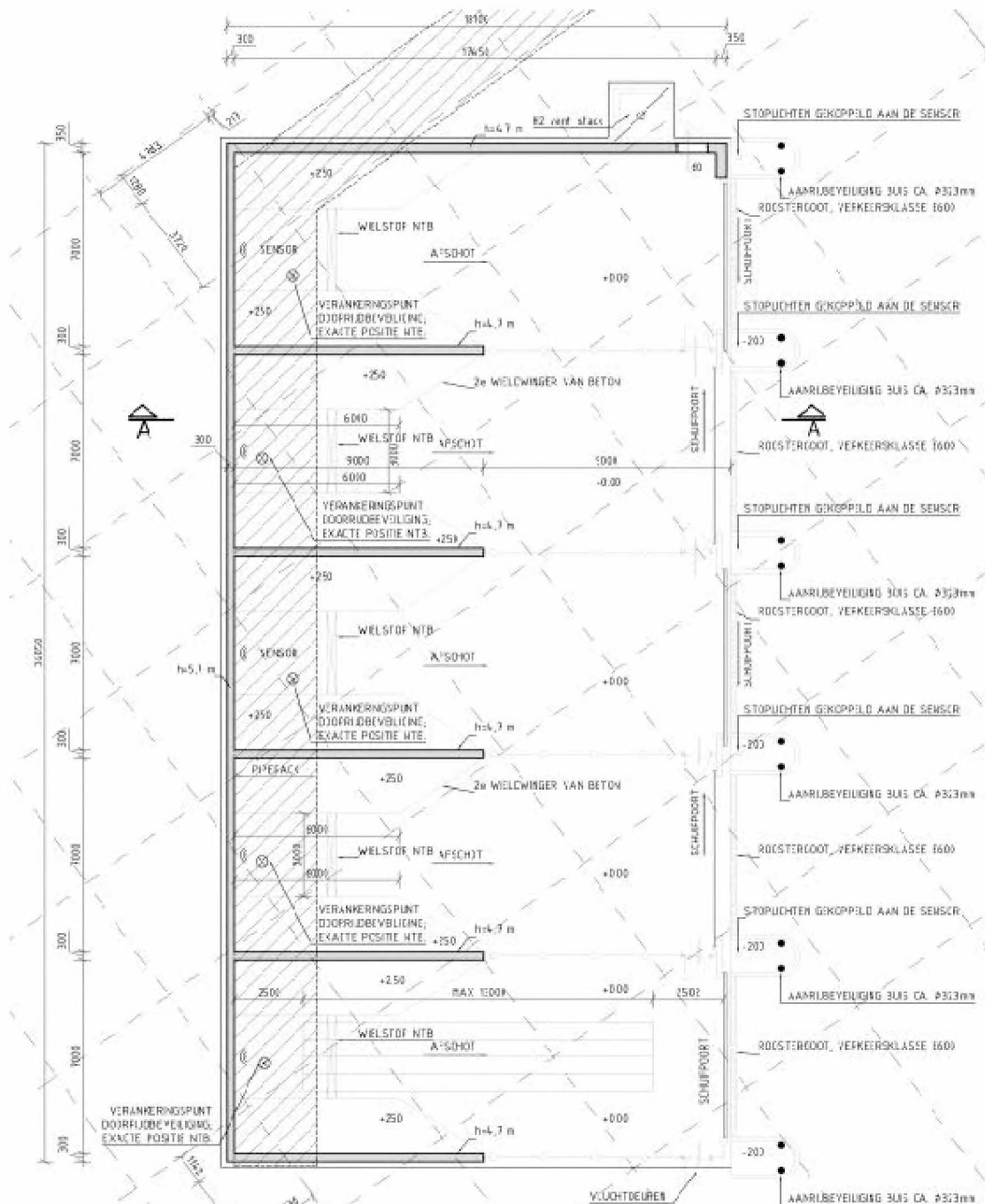
punt van een trailer. Een trailer is aangehouden op 4m, met een reserve van 0,2m. Als hier 0,5m wordt bij opgeteld, ontstaat de aangehouden hoogte van 4,7m.

Ook is aandacht besteed aan vluchtwegen. De beschermende wanden hebben een U-vorm waarbij aan de zuidzijde een risico bestaat op insluiting mocht er zich in de meer noordelijke opslagcontainers een calamiteit voordoen. Vanuit het oogpunt van veiligheid zijn in de zuidelijke wand daarom een 2-tal vluchtdeuren geplaatst. Wel zelfsluitend en 60min brandwerend om in het geval van brand de scheiding naar de erfgrens te behouden.



#### 4.9 Verlading tube trailers

Er zijn 5 “bays” voorzien voor de verlading van de tube trailers. Er kunnen maximaal 4 “bays” bezet zijn door een trailer. Zie ook onderstaande afbeelding.



Figur 17, impressie trailerverlading, zie blad 7863-0002-AC-DW-003

Een vrachtwagen zal arriveren met een lege trailer die in een lege “bay” afgekoppeld kan worden. De trekker zal dan vervolgens een volle tube trailer voor transport over de weg kunnen aankoppelen.

Ook hier zijn betonwanden aanwezig met een hoogte van 4,7m en 5,7m en ook deze zone is voorzien van een sprinklersysteem. Er zijn de nodige voorzieningen getroffen om het risico op calamiteiten door achteruit manoeuvrerende vrachtwagens te beperken.

- Belijning op het terrein voor de tube verlading.
- Wieldwingers vlak voor het betreden van de “bays”, net voor de poorten.
- Aanrijdbeveiligingen. Veelal uitgevoerd in een robuuste stalen buis, ingedreven in de grond en gevuld met beton.
- Een tweede wieldwinger t.b.v. verdere uitlijning van de trailers in de “bays”.
- Sensor met stoplicht, groen-oranje-rood. Bij benaderen van de eindpositie zal oranje verschijnen waarna als stopsein rood.
- Er zal nog een wielstop voorzien worden. De vorm en positie zullen nader bepaald worden en zijn mede afhankelijk van de gemiddelde positie van de achterwielen t.o.v. de achterzijde van de trailers.
- De betonnen scheidingswand tussen de verlading en de opslag zal vervolgens nog berekend worden op een aanrijding met een vrachtwagen op een bedrijfsterrein.

#### **4.10 Terreininrichting**

##### **Entreezone**

Aan de noordwestzijde bevindt zich de toegangsweg tot de site waarvan het laatste deel enkel dient voor de toegang tot de site, niet voor andere nabijgelegen bedrijven. Hoe lang dit deel is zal duidelijk worden als het infra-ontwerp van het gehele gebied gereed is.

Op het eigen terrein is een nachtpoort aanwezig om het terrein buiten de gewenste laad- en losuren aan de noordwestzijde geheel af te sluiten. Tijdens laad- en losuren kan door de nachtpoort naar de slagbomen doorgereden worden. Voor de slagboom staat de vrachtwagen stil en vanaf dit gedeelte is een looppad voorzien richting het administratief gebouw. Na aanmelding zal de slagboom openen en kan de chauffeur het terrein met de vrachtwagen betreden.

Aan de noordwestzijde is naast de toegang tevens de terreinuitgang aanwezig.

##### **Toegang brandweer**

De brandweer dient het terrein langs twee zijden te kunnen betreden. Aan de zuidoost- zijde wordt een nieuwe toegangsweg gerealiseerd tot de site welke alleen bedoeld is voor de brandweer.

##### **Terreinverharding**

Waar noodzakelijk voor de bedrijfsvoering zal het terrein worden verhard. Er zal een asfaltverharding worden aangebracht. Ontwerpgedachte opbouw:

- Deklaag: sma 35mm
- Tussenlaag: AC 16 bind 45mm
- Onderlaag: AC 22 base 120mm
- Fundering: ongebonden verharding, ca. 300mm puingranulaat (dikte afhankelijk van ondergrond)

De definitieve opbouw zal nader bepaald worden.

Langs de gebouwen is het wenselijk om waterdoorlatende zones aan te brengen. Er dient echter aandacht geschonken te worden aan brandveiligheid. De NFPA2 stelt dat brandbare vegetatie niet is toegestaan op een afstand van minder dan 3m tot een gebouw of voorziening. Er wordt echter een uitzondering gemaakt voor een goed onderhouden grasmat. De keuze voor de definitieve terreinverharding wordt later gemaakt.

##### **Afscherming terrein**

Rond het gehele terrein zal een hekwerk worden voorzien, uitvoering nader te bepalen.

## 5 Bodemgesteldheid (draagkracht)

### 5.1 Algemeen

Het project zal gerealiseerd worden op de Axelse vlakte. Begin 1900 is dit gebied opgehoogd met extreem veel zand. Gezien de leeftijd van de ophoging is de verwachting dat de periode van zettingen ten gevolge van de ophoging teneinde is. Neemt niet weg dat er ondanks dat er met veelal zand opgehoogd is geen slappe lagen aanwezig kunnen zijn. Door slechte verdichting van lagen kan losgepakt zand nog steeds tot een beperkte draagkracht van de ondergrond leiden. In de ondergrond lijken nog wel de nodige lagen klei en incidenteel wat veen aanwezig te zijn. De aanwezigheid van veen is kenmerkend voor het gebied rond Terneuzen.

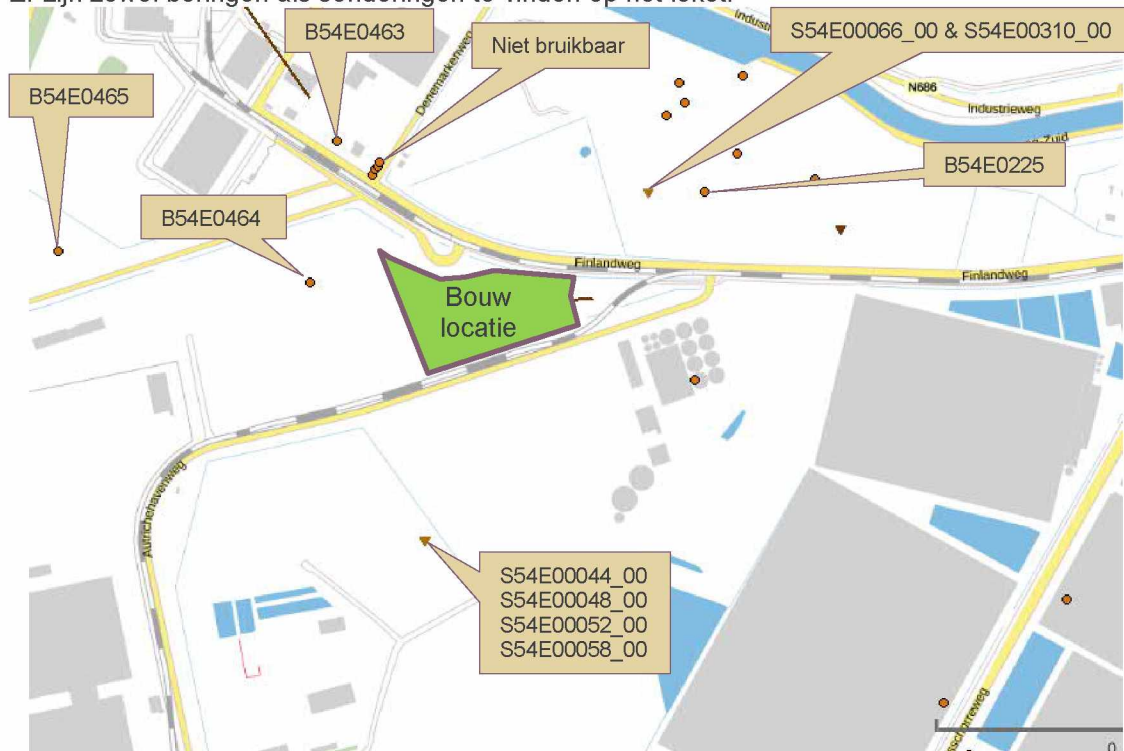
### 5.2 Bestaande gegevens ondergrond

Om een realistische inschatting te maken van het funderingssysteem zal gebruik gemaakt worden van bestaande sonderingen en boringen uit de omgeving. Tijdens de uitvoeringsvoorbereiding zullen sonderingen op het terrein worden gemaakt op basis waarvan het definitieve geotechnische advies zal worden opgesteld.

De bestaande gegevens zullen worden overgenomen van het Dinoloket, een site van TNO welke een database met ondergrondgegevens van geheel Nederland bevat.

[www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl)

Er zijn zowel boringen als sonderingen te vinden op het loket.



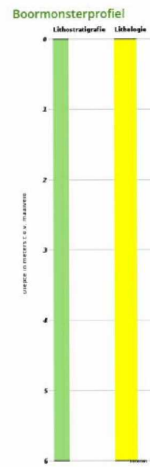
Figuur 18, locatie bestaande sonderingen en boringen



B54E0464

Identificatie: B54E0464  
 Coördinaten: 47480, 365170 (RD)  
 Maaiveld: 1.40 m t.o.v. NAP  
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens  
 Beschrijfmethode: Onbekend  
 Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

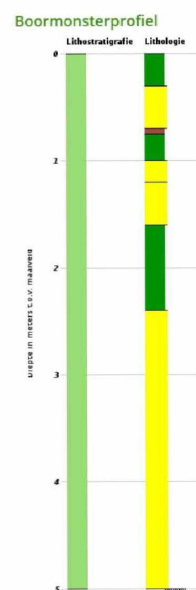
Lithostratigrafie: NAWA  
 Lithologie: Zand fne categorie



B54E0465

Identificatie: B54E0465  
 Coördinaten: 47090, 365220 (RD)  
 Maaiveld: 6.40 m t.o.v. NAP  
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens  
 Beschrijfmethode: Onbekend  
 Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

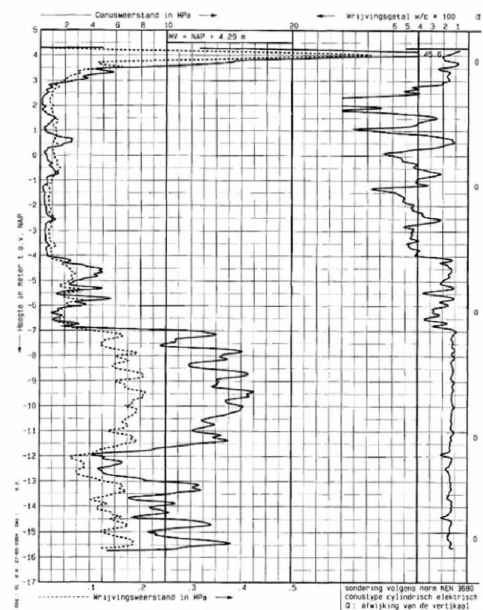
Lithostratigrafie: NAWA  
 Lithologie: Zand fne categorie



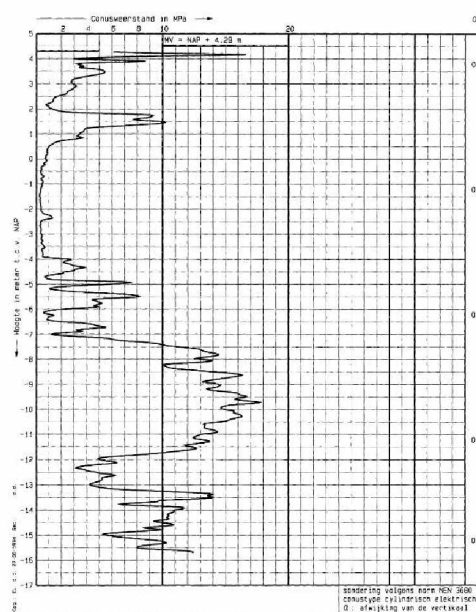
B54E0463

Identificatie: B54E0463  
 Coördinaten: 47520, 365390 (RD)  
 Maaiveld: 5.40 m t.o.v. NAP  
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens  
 Beschrijfmethode: Onbekend  
 Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie: NAWA  
 Lithologie: Klei  
 Zand fne categorie  
 Veen

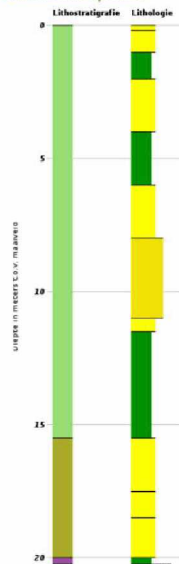


S24E00066\_00



S54E00310\_00

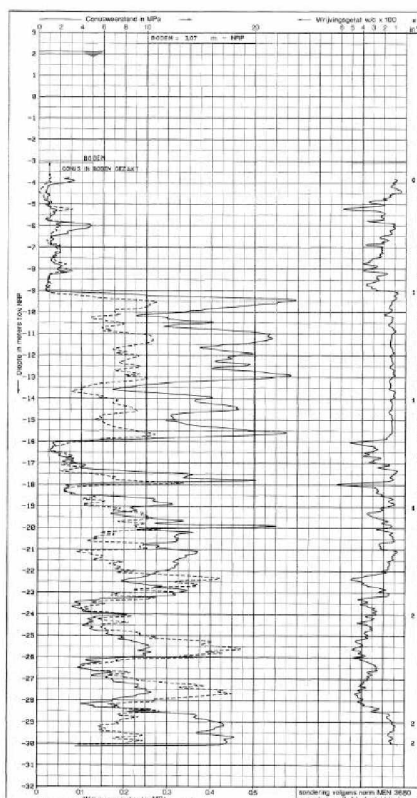
### Boormonsterprofiel



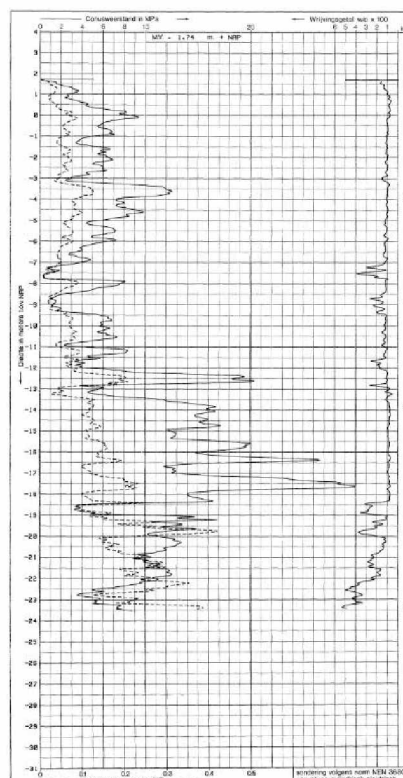
B54E0225

Identificatie: B54E0225  
 Coördinaten: 48090, 365310 (RD)  
 Maaiveld: 1.50 m t.o.v. NAP  
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens  
 Beschrijfmethode: Onbekend  
 Kwaliteit interpretatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie: NAWA, KIW, RUBO  
 Lithologie: Klei, Zand fijn categorie, Zand midden categorie

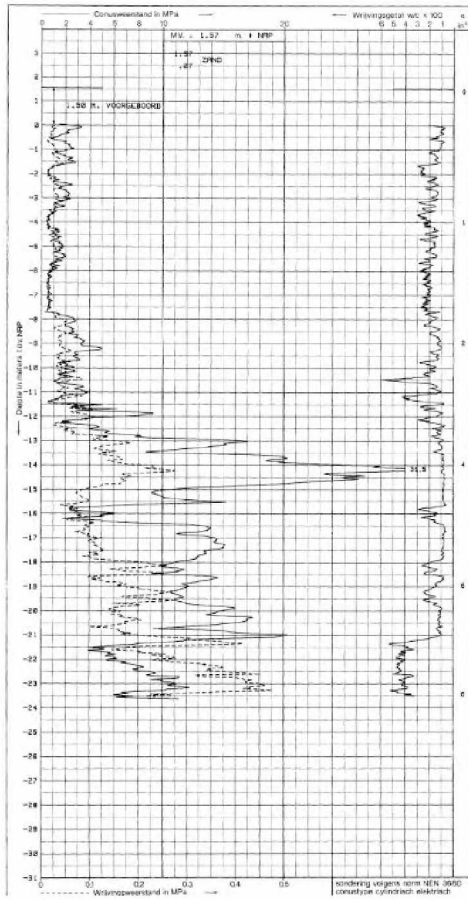


S54E00044\_00

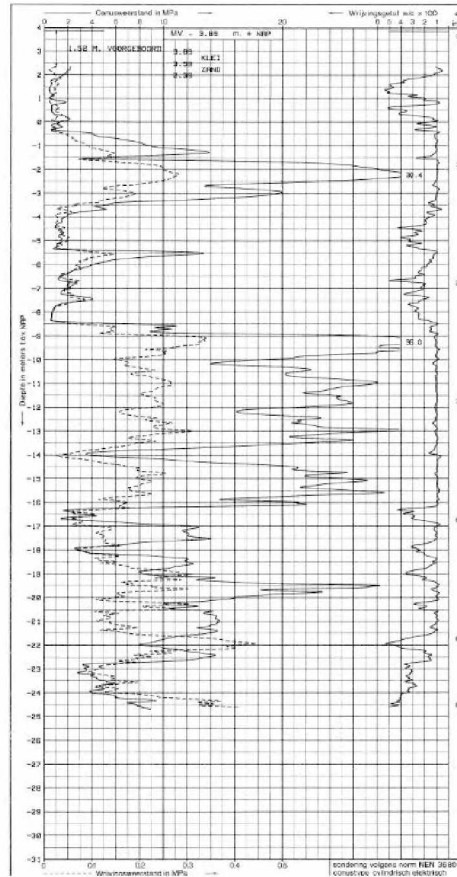


S54E00048\_00





S54E00052\_00



S54E00058\_00



### **5.3 Fundering**

Gezien de variërende ondergrond, zoals op te maken uit de bestaande boormonsters en sondeergrafieken, zal voorlopig uitgegaan worden van een fundering op palen. Sonderingen op de bouwlocatie welke gedurende de verdere bouwvoorbereiding worden gemaakt zullen bevestigen of alles daadwerkelijk op palen gefundeerd dient te worden.

### **5.4 Paalsysteem**

Voorlopig zal uitgegaan worden van het uitvoeren van een fundering op avegaarpalen. Dit trillingsvrije systeem lijkt goed toepasbaar op de bouwlocatie. Gedurende de verdere engineering zal de mogelijkheid bekeken worden om op heipalen te funderen waarbij schade naar de omliggende bebouwing vermoedelijk de maatgevende factor zal zijn. De afstand van de nieuwe bebouwing tot bestaande bebouwing lijkt overal gelijk- of meer dan 100 meter te bedragen. Daarmee lijkt het risico op schade door heiwerk nihil.

## 6 Bevestiging haalbaarheid civiel ontwerp.

De exacte constructie van veel gebouwen en/ of structuren is afhankelijk van de te installeren of te plaatsen, equipment. Afmetingen, gewichten, wijze van montage, configuratie en zelfs onderhoudsvoorschriften kunnen een directe impact hebben op de (gebouw)structuur. Derhalve is van de diverse gebouwen en structuren een ontwerp gemaakt op basis van de tot nu toe beschikbare gegevens, wat heeft geleid tot een zeer realistisch en veilig ontwerp maar met nog wel een groot aantal onbekenden die gedurende de verdere engineering ingevuld dienen te worden.

Van de diverse structuren is een grove opzet weergegeven op de vergunningstekeningen van Sweco, waarbij het stabiliteitsprincipe en de fundering op haalbaarheid zijn getoetst. Zodra in de verdere (detailed) engineering meer constructieve uitgangspunten beschikbaar zijn zal de constructie met het opgegeven principe verder tot in detail uitgewerkt worden. Deze gegevens worden uiterlijk 3 weken voor aanvang van de bouwwerkzaamheden ter controle aangeboden.

De constructieve uitgangspunten en deze toetsing van haalbaarheid is te vinden in bijlage A van dit document.



7863-0002

VoltH2

Groene waterstofontwikkeling Terneuzen

Bijlage A: bevestiging haalbaarheid constructief ontwerp

7863-0002

Groene waterstofontwikkeling Terneuzen

Bevestiging haalbaarheid constructief ontwerp



Vergunningsaanvraag

7863-0002-AC-CN-FI-001-inschatting haalbaarheid civiel

Date: 2/07/2021

Auteur: 

Document status:

**SWECO** 

**Vergunningsaanvraag**

Datum: 2/07/2021

7863-0002-AC-CN-FI-001-inschatting haalbaarheid civiel

**INHOUDSOPGAVE**

<b>1</b>	<b>Constructieve veiligheid</b>	<b>3</b>
1.1	Gevolgklasse	3
1.2	Ontwerplevensduur	3
1.3	Brandveiligheid	3
<b>2</b>	<b>Belastingen</b>	<b>4</b>
2.1	Bouwdelen	4
2.2	Equipment	6
2.3	Sprinklertank	6
2.4	Bijzondere belastingen	7
2.5	Windbelastingen	7
<b>3</b>	<b>Ontwerpinschattingen gebouwen</b>	<b>8</b>
3.1	Berekening kantoor	8
3.2	Berekening werkplaats / ruimte RO unit	12
3.3	Berekening compressorgebouw	14
3.4	Berekening elektrolyzergebouw	16
3.5	Berekening transportzone	20
3.6	Berekening elektrische gebouwen	22

## 1 Constructieve veiligheid

### 1.1 Gevolgklasse

Het proces voor de productie van waterstof verloopt geheel zonder operators ter plaatse. Vanuit de controlroom wordt het proces gemonitord en alleen bij een korte inspectieronde of bij onderhoudswerkzaamheden zullen personen in de productiegebouwen verblijven.

Alle gebouwen bestaan slechts uit in bouwlaag, met uitzondering van 1 elektrisch gebouw.

Daarbij is het milieu-risico voor de omgeving bij een calamiteit beperkt. Brandveiligheid verdient ruime aandacht maar het risico op vervuiling emissies naar bodem, water of lucht bij calamiteiten is zeer beperkt.

Volgens NEN-EN 1990-1-1 ANB, tabel NB.24 - B1 is het bouwwerk in te delen in gevolgklasse CC2.

### 1.2 Ontwerplevensduur

Bepaling levensduur volgens NEN-EN 1990 tabel 2.1

- Primaire onderdelen hoofddraagconstructie

Ontwerplevensduurklasse	4
Richtwaarde ontwerplevensduur	50 jaar
Onderdelen	Alle onderdelen van de hoofddraagconstructie

### 1.3 Brandveiligheid

#### Kantoor

Het kantoor is op 5 meter afstand van de erfscheiding geplaatst. Met deze afstand wordt op basis van spiegelsymmetrie een afstand behaald van 10 meter tot een object op het naastgelegen perceel en daarmee een WBDBO van 60minuten door een voldoende afstand bereikt. Er zijn geen brandwerende gevels nodig.

In een toekomstige situatie ligt het hoogste verblijfsgebied niet hoger dan 5 meter boven het evacuatie-niveau. Alleen lid 1 van artikel 2.10 is van toepassing wat betekent dat de structuur minimaal 30min behouden dient te blijven in het geval van brand. In een toekomstige situatie waarbij het kantoor wordt voorzien van een extra verdieping kan het gehele kantoor in hetzelfde brandcompartiment worden ingedeeld. Hieruit kan worden opgemaakt dat de gehele brandwerendheid van het kantoor 30 minuten blijft bedragen.

De binnenwanden zullen derhalve voorzien worden van een 30min brandwerende gipsplaat.

#### R.O. Unit + werkplaats.

Deze gebouwen worden gezien als 1 brandcompartiment met voldoende korte vluchtwegen en een ruime afstand tot de erfscheiding. Het gehele gebouw hoeft dus niet brandwerend uitgevoerd te worden.

#### Elektrisch gebouw

Voor de elektrische aansluiting en verdeling zijn twee gebouwen en de nodige trafo logettes nodig.

De gebouwen staan geheel vrij en worden uitgevoerd als losse brandcompartimenten. Vanwege voldoende afstand is er nauwelijks tot geen brandwerende gevel nodig. De randvoorwaarden van de netbeheerder zijn nog niet bekend dus voorlopig worden betonnen wanden aangehouden. Deze zouden in een later stadium nog kunnen wijzigen naar een ander, lichter materiaal. Verder zijn de daken niet brandwerend in steeldeck uitgevoerd.

#### Elektrolyzer gebouw

Het gehele elektrolyzergebouw wordt uitgevoerd als 1 brandcompartiment. Ondanks voldoende afstand tot nabijgelegen gebouwen zullen toch alle wanden als brandwand worden uitgevoerd, inclusief een 60min brandwerende draagstructuur.

Het dak wordt uitgevoerd in steeldeck en is niet brandwerend. Door voldoende hoge dakopstanden wordt horizontale overslag van brand voorkomen. Het dak zal worden voorzien van zwakke delen welke zullen bezwijken bij een waterstofexplosie om zo de wanden te behouden en daarmee de veiligheid naar de omgeving te waarborgen.

#### Compressorgebouw

Als het elektrolyzer gebouw.

#### Berekening brandwerendheid

Voor de daadwerkelijke berekening van de brandwerende voorzieningen zal voor de constructies die blootgesteld kunnen worden aan een waterstofbrand de brandkromme voor een koolwaterstofbrand aangehouden worden.

Inzulling hieraan wordt in de detailed engineering gegeven.

## 2 Belastingen

### 2.1 Bouwdelen

#### 0,00 kantoor

					Perm	Var.
E.g. vloer	rib cassette 350mm	1,00 x	2,2 =		2,2	kN/m <sup>2</sup>
druklaag		0 x	25 =		0,00	kN/m <sup>2</sup>
afwerkvloer	0,08 x	20	=		1,60	kN/m <sup>2</sup>
lichte scheidingswanden			=			0,50 kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie B: kantoorruimtes		=			3,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 0,5$	$\Psi_1 = 0,5$	perm	=	3,8	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 3	kN	var.	=		3,50 kN/m <sup>2</sup>

#### 1e verd. Kantoor (nu dak, in toekomst vloer)

					Perm	Var.
E.g. vloer	kanaalplaat 200	1,00 x	3,2 =		3,2	kN/m <sup>2</sup>
druklaag		0,08 x	25 =		2,00	kN/m <sup>2</sup>
Zwevende dekvloer	0,08 x	20	=		1,60	kN/m <sup>2</sup>
plafond		0,15	=		0,15	kN/m <sup>2</sup>
leidingen onder de vloer		0,15	=		0,15	kN/m <sup>2</sup>
lichte scheidingswanden			=			0,50 kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie B: kantoorruimtes		=			3,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 0,5$	$\Psi_1 = 0,5$	perm	=	7,1	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 3	kN	var.	=		3,50 kN/m <sup>2</sup>

#### Plat dak kantoor

dakhelling = 2 °

					Perm	Var.
E.g. dak	plat dak, hout	1,00 x	0,5 =		0,5	kN/m <sup>2</sup>
isolatie	hardschuim	0,22 x	0,6 =		0,13	kN/m <sup>2</sup>
dakbedekking	EPDM dakbedekking		=		0,02	kN/m <sup>2</sup>
plafond		0,15	=		0,15	kN/m <sup>2</sup>
leidingen / equipment		0,15	=		0,15	kN/m <sup>2</sup>
zonnepanelen (direct of toekomst)			=		0,25	kN/m +
			perm	=	1,20	kN/m <sup>2</sup>
sneeuw	$\Psi_0 = 0$	$\Psi_1 = 0$	=			0,40 kN/m <sup>2</sup>
nuttig	$\Psi_0 = 0$	$\Psi_1 = 0$	=			0,56 kN/m <sup>2</sup>

#### 0,00 werkplaats

					Perm	Var.
E.g. vloer	i.h.w. gestort	0,25 x	25 =		6,25	kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie E: opslagruimtes: E1		=			20,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 1$	$\Psi_1 = 0,9$	perm	=	6,25	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 7	kN	var.	=		20,00 kN/m <sup>2</sup>

#### 0,00 R.O. ruimte

					Perm	Var.
E.g. vloer	i.h.w. gestort	0,25 x	25 =		6,25	kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie E: opslagruimtes: E1		=			20,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 1$	$\Psi_1 = 0,9$	perm	=	6,25	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 7	kN	var.	=		20,00 kN/m <sup>2</sup>



Dak R.O. / werkpl		dakhelling =	2 °		Perm	Var.
E.g. dak	106R/750-1,00	1,00 x	0,13 =		0,13	kN/m <sup>2</sup>
Staalconstructie incl. kolommen		1 x	0,65 =		0,65	kN/m <sup>2</sup>
isolatie	hardschuim	0,24 x	0,6 =		0,14	kN/m <sup>2</sup>
dakbedekking	PVC dakbedekking 1,5mm		=		0,02	kN/m <sup>2</sup>
leidingen / equipment		0,5	=		0,50	kN/m <sup>2</sup>
zonnepanelen (direct of toekomst)			=		0,25	kN/m +
			perm	=	1,69	kN/m <sup>2</sup>
sneeuw	$\Psi_0 = 0,5$	$\Psi_1 = 0$	=			0,40 kN/m <sup>2</sup>
nuttig	$\Psi_0 = 0$	$\Psi_1 = 0$	=			0,56 kN/m <sup>2</sup>

Tankvloer buiten					Perm	Var.
E.g. vloer	i.h.w. gestort	0,35 x	25 =		8,75	kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie E: opslagruimtes: E1		=			30,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 1$	$\Psi_1 = 0,9$	perm	=	8,75	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 7 kN		var.	=		30,00 kN/m <sup>2</sup>

Opmerking: de tankvloer wordt met een dikte van 350mm uitgevoerd zodat er voldoende ruimte is voor eventuele verankeringen van tanks, het verankeren van opstorten en het achteraf inboren van (chemische) ankers.

0,00 compressor					Perm	Var.
E.g. vloer	i.h.w. gestort	0,30 x	25 =		7,5	kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie E: opslagruimtes: E2		=			30,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 1$	$\Psi_1 = 0,9$	perm	=	7,5	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 5 kN		var.	=		30,00 kN/m <sup>2</sup>

Dak compressor		dakhelling =	6 °		Perm	Var.
E.g. dak	158R/750-1,00	1,00 x	0,157 =		0,157	kN/m <sup>2</sup>
Staalconstructie incl. kolommen		1 x	1 =		1,00	kN/m <sup>2</sup>
isolatie	hardschuim	0,15 x	0,6 =		0,09	kN/m <sup>2</sup>
dakbedekking	PVC dakbedekking 1,5mm		=		0,02	kN/m <sup>2</sup>
leidingen / equipment		0,5	=		0,50	kN/m <sup>2</sup>
armaturen		0,1	=		0,10	kN/m <sup>2</sup>
sprinklerleidingen		0,2	=		0,20	kN/m <sup>2</sup>
zonnepanelen (direct of toekomst)			=		0,25	kN/m +
			perm	=	2,32	kN/m <sup>2</sup>
sneeuw	$\Psi_0 = 0,5$	$\Psi_1 = 0$	=			0,56 kN/m <sup>2</sup>
nuttig	$\Psi_0 = 0$	$\Psi_1 = 0$	=			1,00 kN/m <sup>2</sup>

0,00 elektrolyzer					Perm	Var.
E.g. vloer	i.h.w. gestort	0,30 x	25 =		7,5	kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie E: opslagruimtes: E2		=			30,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 1$	$\Psi_1 = 0,9$	perm	=	7,5	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 5 kN		var.	=		30,00 kN/m <sup>2</sup>

Dak elektrolyzer		dakhelling =	6 °		Perm	Var.
E.g. dak	158R/750-1,00	1,00 x	0,157 =	0,157		kN/m <sup>2</sup>
Staalconstructie incl. kolommen		1 x	1 =	1,00		kN/m <sup>2</sup>
isolatie	hardschuim	0,15 x	0,6 =	0,09		kN/m <sup>2</sup>
dakbedekking	PVC dakbedekking 1,5mm		=	0,02		kN/m <sup>2</sup>
leidingen / equipment		0,5	=	0,50		kN/m <sup>2</sup>
armaturen		0,1	=	0,10		kN/m <sup>2</sup>
sprinklerleidingen		0,2	=	0,20		kN/m <sup>2</sup>
zonnepanelen (direct of toekomst)			=	0,25		kN/m +
			perm	=	2,32	kN/m <sup>2</sup>
sneeuw	$\Psi_0 = 0,5$	$\Psi_1 = 0$	=		0,56	kN/m <sup>2</sup>
nuttig	$\Psi_0 = 0$	$\Psi_1 = 0$	=		1,00	kN/m <sup>2</sup>

Coolers		dakhelling =	0 °		Perm	Var.
(op elektrolyzer gebouw)						
E.g. dak	staalframe	1,00 x	0,5 =	0,5		kN/m <sup>2</sup>
E.g. coolers*			=	10,00		kN/m +
			perm	=	10,5	kN/m <sup>2</sup>
sneeuw	$\Psi_0 = 0,5$	$\Psi_1 = 0$	=		0,56	kN/m <sup>2</sup>
nuttig	$\Psi_0 = 0$	$\Psi_1 = 0$	=		1,00	kN/m <sup>2</sup>

\* definitieve last coolers te bepalen na keuze leverancier.

0,00 elektrisch					Perm	Var.
E.g. vloer	i.h.w. gestort	0,30 x	25 =	7,5		kN/m <sup>2</sup>
Verhoogde vloer		1	=	1,00		kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie E: opslagruimtes: E2		=			10,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 1$	$\Psi_1 = 0,9$	perm	=	8,5	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 5	kN	var.	=		10,00 kN/m <sup>2</sup>

4,1+ elektrisch					Perm	Var.
E.g. vloer	Kanaalplaat 265	1,00 x	4,00 =	4		kN/m <sup>2</sup>
Staalconstructie incl. kolommen		1 x	0,5 =	0,50		kN/m <sup>2</sup>
druklaag		0,08 x	25 =	2		kN/m <sup>2</sup>
leidingen onder de vloer		0,15	=	0,15		kN/m <sup>2</sup>
lichte scheidingswanden			=			0,5 kN/m <sup>2</sup>
variabele last	Categorie E: opslagruimtes: E2		=			10,00 kN/m +
	$\Psi_0 = 1$	$\Psi_1 = 0,9$	perm	=	6,65	kN/m <sup>2</sup>
	Qk = 5	kN	var.	=		10,00 kN/m <sup>2</sup>

Dak elektrisch		dakhelling =	2 °		Perm	Var.
E.g. dak	106R/750-1,00	1,00 x	0,13 =	0,13		kN/m <sup>2</sup>
Staalconstructie incl. kolommen		1 x	0,65 =	0,65		kN/m <sup>2</sup>
isolatie	hardschuim	0,24 x	0,6 =	0,14		kN/m <sup>2</sup>
dakbedekking	PVC dakbedekking 1,5mm		=	0,02		kN/m <sup>2</sup>
leidingen / equipment		0,5	=	0,50		kN/m <sup>2</sup>
zonnepanelen (direct of toekomst)			=	0,25		kN/m +
			perm	=	1,69	kN/m <sup>2</sup>
sneeuw	$\Psi_0 = 0,5$	$\Psi_1 = 0$	=		0,56	kN/m <sup>2</sup>
nuttig	$\Psi_0 = 0$	$\Psi_1 = 0$	=		2,00	kN/m <sup>2</sup>

## 2.2 Equipment

Van de equipment zijn nog geen belastinggegevens bekend. Onder andere de technologie voor de elektrolyzers zal bij aanvang van de detailed engineering worden gekozen.

## 2.3 Sprinklertank

Er zal een sprinklertank worden gerealiseerd met een inhoud van maximaal 1200m<sup>3</sup>.

## 2.4 Bijzondere belastingen

In diverse gebouwen wordt waterstof geproduceerd en verwerkt. Er is een kans op (flens)lekkages en derhalve worden deze ruimten sterk geventileerd zodanig dat de kans dat de LEL- waarde voor waterstof van 4% wordt overschreden nagenoeg nihil zal zijn. In de detailed engineering zal dit verder worden bekeken. Om het risico toch verder te beperken zullen de daken voorzien worden van zwakke delen welke zullen bezijken bij een beperkte ontploffing zodanig dat alle gevels intact blijven.

Rond de transportzone worden veel cruciale onderdelen beschermd middels een aanrijdbeveiliging, bestaande uit een in de grond gebrachte stalen buis, gevuld met beton en praktische wapening. Plastische vervorming toegestaan, ntb.

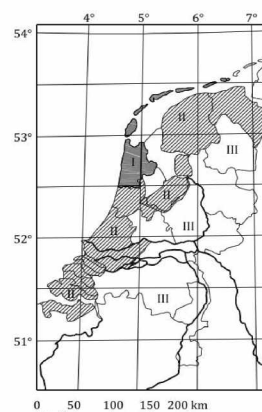
Diverse betonnen wanden zullen worden berekend met een aanrijdbelasting van een vrachtwagen op een bedrijfsterrein.

## 2.5 Windbelastingen

### BEREKENING EXTREME STUWDRIJK

Tabel NB.5 — Extreme stuwddruk in kN/m<sup>2</sup> als functie van de hoogte

Hoogte m	Gebied I			Gebied II			Gebied III	
	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Onbebouwd	Bebouwd
1	0,93	0,71	0,69	0,78	0,60	0,58	0,49	0,48
2	1,11	0,71	0,69	0,93	0,60	0,58	0,49	0,48
3	1,22	0,71	0,69	1,02	0,60	0,58	0,49	0,48
4	1,30	0,71	0,69	1,09	0,60	0,58	0,49	0,48
5	1,37	0,78	0,69	1,14	0,66	0,58	0,54	0,48
6	1,42	0,84	0,69	1,19	0,71	0,58	0,58	0,48
7	1,47	0,89	0,69	1,23	0,75	0,58	0,62	0,48
8	1,51	0,94	0,73	1,26	0,79	0,62	0,65	0,51
9	1,55	0,98	0,77	1,29	0,82	0,65	0,68	0,53
10	1,58	1,02	0,81	1,32	0,85	0,68	0,70	0,56
15	1,71	1,16	0,96	1,43	0,98	0,80	0,80	0,66
20	1,80	1,27	1,07	1,51	1,07	0,90	0,88	0,74
25	1,88	1,36	1,16	1,57	1,14	0,97	0,94	0,80
30	1,94	1,43	1,23	1,63	1,20	1,03	0,99	0,85
35	2,00	1,50	1,30	1,67	1,25	1,09	1,03	0,89
40	2,04	1,55	1,35	1,71	1,30	1,13	1,07	0,93
45	2,09	1,60	1,40	1,75	1,34	1,17	1,11	0,97



VB.1 — Indeling van Nederland in windgebieden

de extreme stuwddruk

$q_p(z)$

1,050 kN/m<sup>2</sup>

Waar het gebouw aanzienlijk lager is zal ook de aangehouden stuwddruk worden aangepast.

### 3 ONTWERPINSCHATTINGEN GEBOUWEN

Navolgende berekeningen zijn bedoeld om de haalbaarheid van de constructieve ontwerpen van de diverse gebouwen te beoordelen. Er zijn grove berekeningen opgesteld welke gedurende detailed engineering verder zullen worden verfijnd. Deze verfijnde definitieve berekeningen samen met de definitieve constructietekeningen worden uiterlijk 3 weken voor aanvang van de bouwwerkzaamheden ter controle aangeboden.

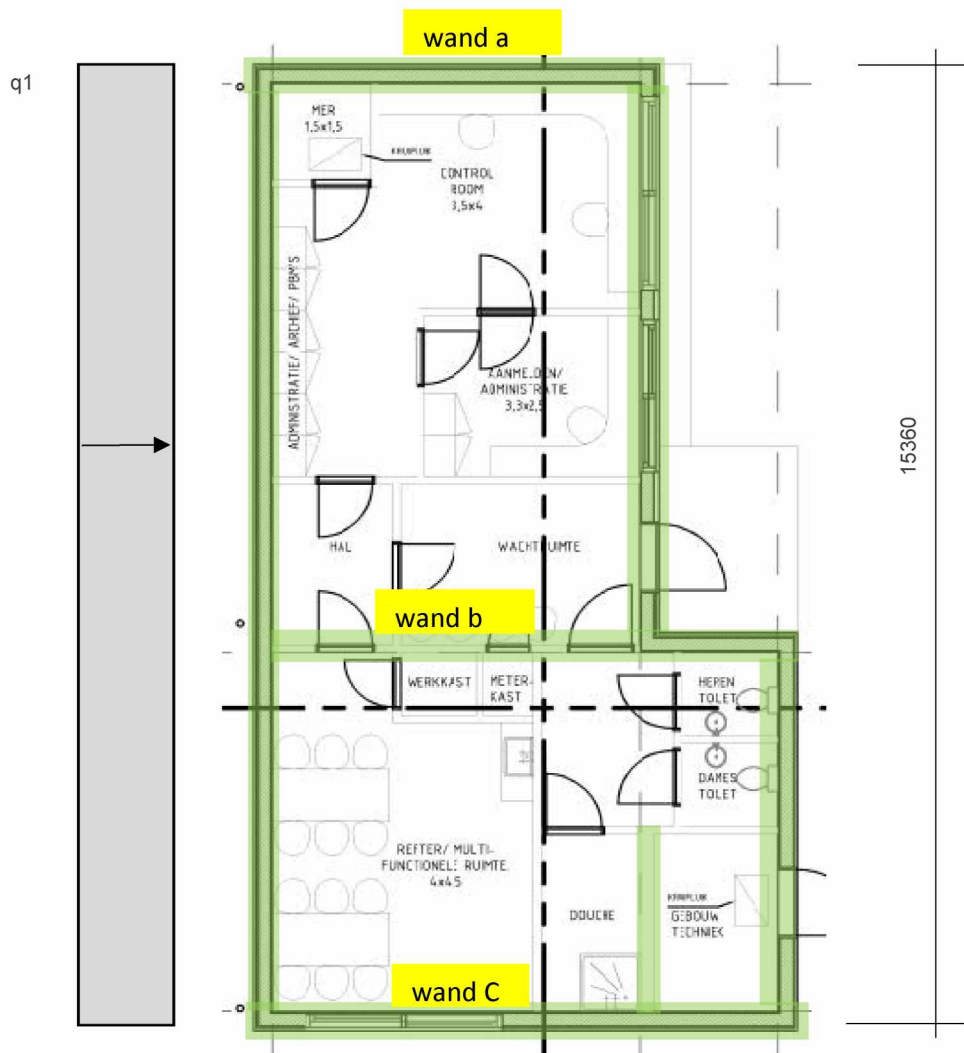
#### 3.1 BEREKENING KANTOOR

Opmerking: Het kantoor wordt berekend met 2 bouwlagen, er zal in de eerste fase 1 bouwlaag worden gerelaiseerd.

##### Stabiliteit

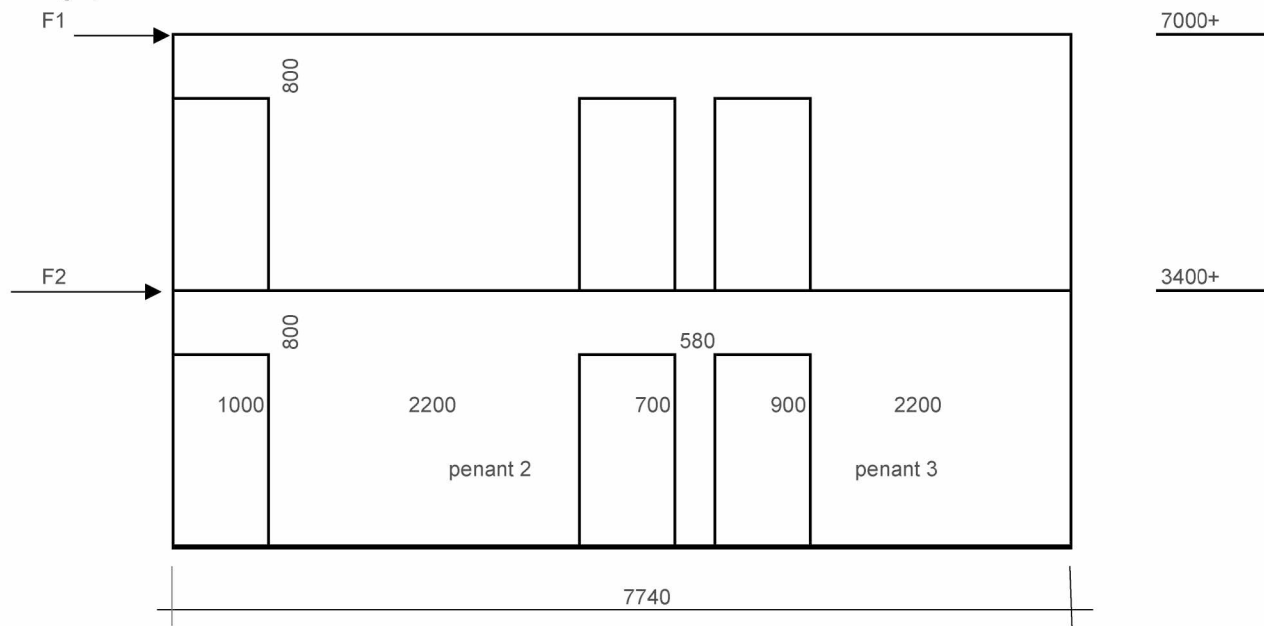
Het gebouw zal worden gestabiliseerd door schijfwerking uit de houtskeletbouw wanden.

De groen gemarkeerde wanden kunnen beschouwd worden als stabiliteitswanden.



Wind van links naar rechts is het meest ongunstig voor de houtskeletbouwwanden waarbij wand b het meest kritisch zal zijn.

## Belasting op wand B



F1	L	x	b	x	h	x	$q_p(z)$	x	$C_{pe}$	x	0,85 (NEN-EN 1991-1-4 art 7.2.2 opm.)	
Winddruk	0,5	x	15,36	x	1,8	x	0,79	x	1,3	x	0,85	= 12,07 kN
Wrijving dak	0,5	x	15,36	x	8,35	x	0,79	x	0,02	x	0,85	= 0,86 kN
											totaal	12,93 0,00 kN

F2	L	x	b	x	h	x	$q_p(z)$	x	$C_{pe}$	x	0,85 (NEN-EN 1991-1-4 art 7.2.2 opm.)	
Winddruk	0,5	x	15,36	x	3,5	x	0,79	x	1,3	x	0,85	= 23,46 kN

Windlast te verdelen over 2 gelijke penanten

Last op penant 3:	F1;e;d	=	12,93 x	0,5 x	1,5 =	9,70 kN
	F2;e;d	=	23,46 x	0,5 x	1,5 =	17,60 kN

$$M_{e;d} = 9,70 \times 7 + 17,5987 \times 2,4 = 110,11 \text{ kN.m}$$

$$\text{Trek / druk uiterste vezel:} = 110,114 / 2,2 = 50,05 \text{ kN}$$

Let op: HSB wand verankeren aan fundering.

$$\text{Schuifspanning:} = 50,05 / 2,4 = 20,85 \text{ kN/m1}$$

Deze schuifspanning is te hoog op op te nemen door een houtskeletbouw wand.

**Er dient een stalen bok opgenomen te worden in de wand.**

De wanden A en C zullen wel als schijf werken waarbij wand A de zwaarst belaste wand zal zijn.

Belastingen op een dichte wand met een breedte van ca. 5600mm.

F1	L	x	b	x	h	x	$q_p(z)$	x	$C_{pe}$	x	0,85 (NEN-EN 1991-1-4 art 7.2.2 opm.)	
Winddruk	0,5	x	8,9	x	1,8	x	0,79	x	1,3	x	0,85	= 6,99 kN
Wrijving dak	0,5	x	8,9	x	8,35	x	0,79	x	0,02	x	0,85	= 0,50 kN
												----- +
totaal											7,49	0,00 kN

F2	L	x	b	x	h	x	$q_p(z)$	x	$C_{pe}$	x	0,85 (NEN-EN 1991-1-4 art 7.2.2 opm.)	
Winddruk	0,5	x	8,9	x	3,5	x	0,79	x	1,3	x	0,85	= 13,60 kN

Last op penant 3:  $F1;e;d = 7,49 \times 0,5 \times 1,5 = 5,62 \text{ kN}$   
 $F2;e;d = 13,60 \times 0,5 \times 1,5 = 10,20 \text{ kN}$

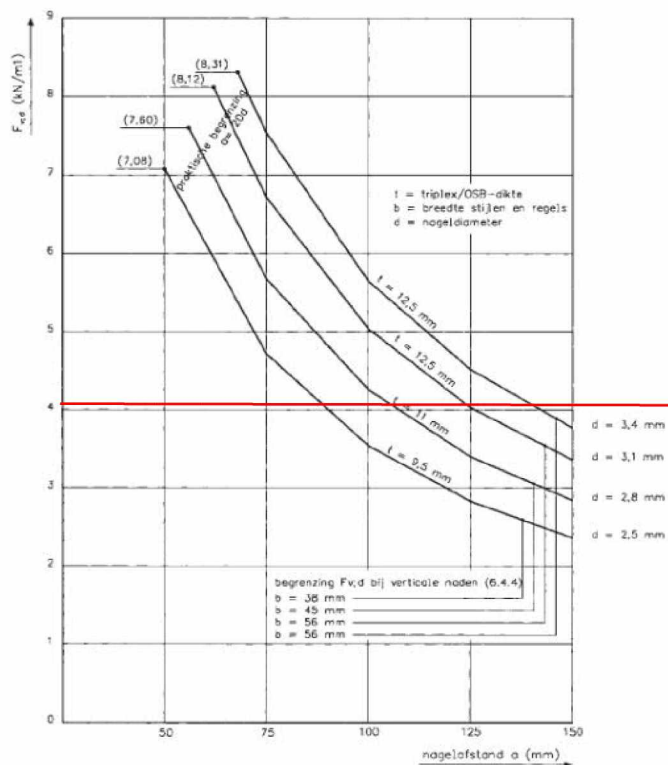
$M;e;d = 5,62 \times 7 + 10,20 \times 3,4 = 74,00 \text{ kN.m}$

Trek / druk uiterste vezel:  $= 74,00 / 5,6 = 13,21 \text{ kN}$

Let op: HSB wand verankeren aan fundering.

Schuifspanning:  $13,21 / 3,4 = 3,89 \text{ kN/m1}$

Deze schuifspanning is opneembaar door een dicht nagelpatroon / beplating en de houtskeletbouw stijlen.



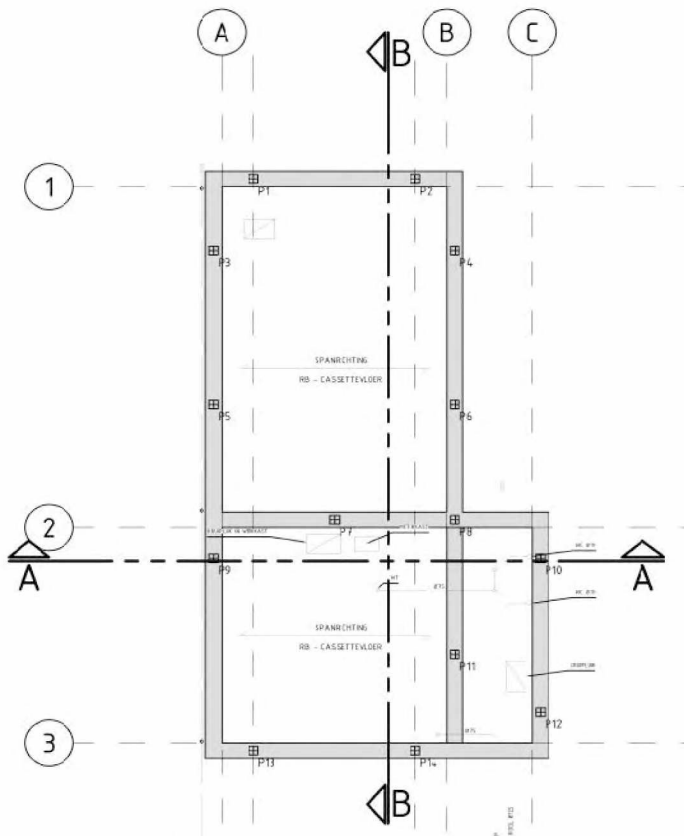
4,18kN/m1.

Oplossing in schijfwerking is haalbaar

**Conclusie: een constructie in houtskeletbouw is haalbaar met toepassing van een stalen bok ter plaatse van wand 'b'.**

## Inschatting fundering

Er zal een grove inschatting gedaan worden van de fundering en de maximaal te verwachten paalbelasting om de haalbaarheid van het ontwerp te bevestigen.



### Maximale paalbelasting as A

					bel x	$\Psi_0 =$	Perm.	Var.
Funderingsbalk		0,4 x	0,6 x	1 x	1,00 x	25,00 =	6,00	kN/m1
0,00 kantoor	perm.	0,5 x	5,8 x	1 x	3,8	=	11,02	kN/m1
	var.	0,5 x	5,8 x	1 x	3,50 x	1 =		10,15 kN/m1
HSB wand		7 x	1 x	1 x	1,00 x	0,60 =	4,20	kN/m1
1e verd. Kantoor	perm.	0,5 x	5,8 x	1 x	7,1	=	20,59	kN/m1
	var.	0,5 x	5,8 x	1 x	3,50 x	1 =		10,15 kN/m1
Plat dak kantoor	perm.	0,5 x	5,8 x	1 x	1,202	=	3,4858	kN/m1
	var.	0,5 x	5,8 x	1 x	1,00 x	0 =		0,00 kN/m1
sneeuw		0,5 x	5,8 x	1 x	0,56 x	0 =		0,00 kN/m1
							----- +	
totaal							45,30	20,30 kN/m1

### Rekenwaarde van de belasting:

GGT	=	45,30 +	20,3			=	65,60	kN/m1
UGT	=	45,30 x	1,2 +	20,3 x	1,5	=	84,80	kN/m1

Grootste paalafstand: 4 m

Maximale paalbelasting:  $F_{e;d} = 0,625 \times 8 \times 84,80 = 424,02$  kN

De berekende maximale paalbelasting is op te nemen door een 'normale' mortelschroefpaal. Nog nader te ontwerpen.

Conclusie: ontwerp is haalbaar.





## Inschatting fundering

Maximale paalbelasting					bel x	$\Psi_0 =$	Perm.	Var.
Fundering		5 x	0,4 x	0,6 x	25	=	30,00	kN
Gevel		5 x	7,23 x	1 x	0,25	=	9,04	kN
0,00 R.O. ruimte	perm.	0,5 x	2,5 x	5 x	6,25	=	39,06	kN
	var.	0,5 x	2,5 x	5 x	20,00 x	1 =		125,00 kN
Dak R.O. / werkpl	perm.	0,5 x	20 x	5 x	1,69	=	84,74	kN
	var.	0,5 x	20 x	5 x	0,40 x	0 =		0,00 kN
	sneeuw	0,5 x	20 x	5 x	0,56 x	0 =		0,00 kN
Druk uit windbok	Wind					=		48,17 kN
							-----	+
totaal							162,84	173,17 kN
<b>Rekenwaarde van de belasting:</b>								
GGT	=	162,84	+	173,17		=	336,0	kN
UGT	=	162,84 x	1,2	+	173,173 x	1,5	=	455,17 kN

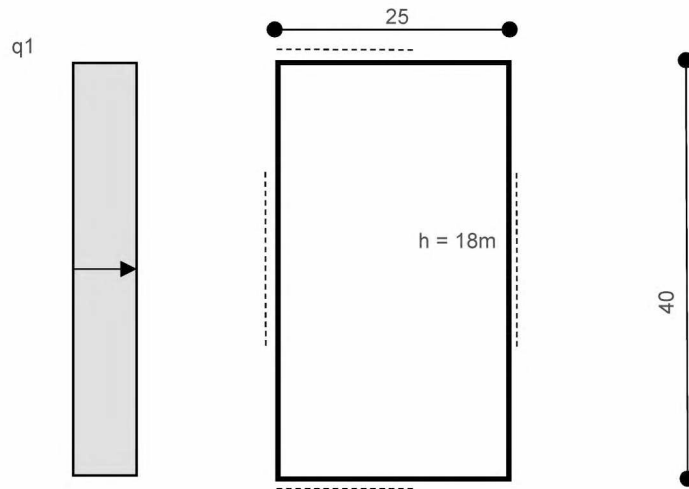
De berekende maximale paalbelasting is op te nemen door een 'normale' mortelschroefpaal. Nog nader te ontwerpen.

Conclusie: ontwerp is haalbaar.

## 3.3 BEREKENING COMPRESSORGEBOUW

### Stabiliteit

Het compressorgebouw zal in twee richtingen geschoord worden uitgevoerd.



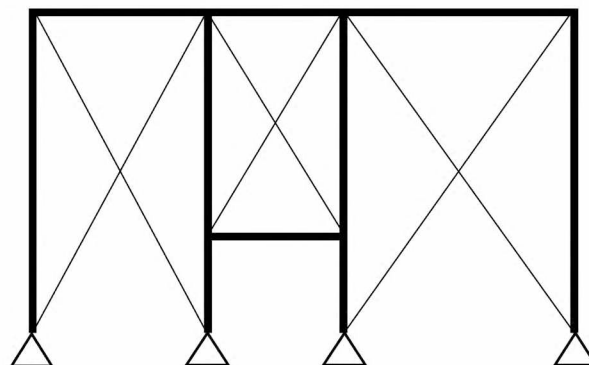
### Windbelasting op kopgevels

	L	x	b	x	h	x	$q_p(z)$	x	$C_{pe}$	x	0,85 (NEN-EN 1991-1-4 art 7.2.2 opm.)	
Winddruk	0,5	x	40	x	9	x	1,05	x	1,3	x	1	= 245,70 kN
Wrijving dak	0,5	x	40	x	25	x	1,05	x	0,02	x	1	= 10,50 kN
Remkracht kraan, 50% combinatiewaarde						0,1 x	200	x	0,5			= 10 kN

totaal 266,20 kN

### Rekenwaarde van de belasting:

GGT	=	266,2 +	0	=	266,2	kN
UGT	=	266,2 x	1,5	=	399,3	kN



Windmoment:  $399,3 \times 17 = 6788,1 \text{ kN.m}$

Trek / druk =  $6788,1 / 24 = 282,838 \text{ kN}$  (Fundamenteel)

Deze trekkracht is opneembaar door 2 a 3 palen. Conclusie: ontwerp is haalbaar.

Horizontaalkracht op palen:

=  $399,3 / 8 = 49,91 \text{ kN}$  (Alleen palen onder kopgevel gerekend)

Daarbij zijn de palen onder de langsbalken door schijfwerking van de vloer nog aan te spreken en kan een deel passieve grondruk nog meegerekend worden. Conclusie; een geschoorde hal is haalbaar.

## Windbok langsgevel

	L	x	b	x	h	x	q <sub>p</sub> (z)	x	C <sub>pe</sub>	x	0,85 (NEN-EN 1991-1-4 art 7.2.2 opm.)		
Winddruk	0,5	x	25	x	9	x	1,05	x	1,3	x	1	=	153,56 kN
Wrijving dak	0,5	x	25	x	40	x	1,05	x	0,02	x	1	=	10,50 kN
Wrijving langsgevel	0,5	x	18	x	40	x	1,05	x	0,02	x	1	=	7,56 kN
Remkracht kraan, 50% combinatiewaarde						0,1 x	200	x	0,5			=	10,00 kN
												----- +	
												totaal	181,62 kN

### Rekenwaarde van de belasting:

GGT	=	181,623	+	0	=	181,62	kN
UGT	=	181,623	x	1,5	=	272,43	kN

Het windbok heeft een breedte van 20 meter en een hoogte van 17m.

Trek / druk wordt dan:	F <sub>rep;trek/druk</sub>	=	181,62 x	17,00 /	20,00 =	154,38 kN
	F <sub>d</sub>	=	154,38 x	1,5	=	231,57 kN

Per getrokken kolom 2 palen toepassen. Trek per paal: = 231,57 / 2 = 115,78 kN

De berekende maximale trekkracht is op te nemen door een 'normale' mortelschroefpaal. Nog nader te ontwerpen.

Conclusie: ontwerp is haalbaar.

### Indicatie maximale paalbelasting

<u>Indicatie maximale paalbelasting</u>					bel x	Ψ <sub>0</sub> =	Perm.	Var.
Fundering		5 x	0,4 x	0,6 x	25	=	30,00	kN
Gevel		5 x	18 x	1,00 x	1,00	=	90,00	kN
0,00 compressor	perm.	0,5 x	2,5 x	5 x	7,5	=	46,88	kN
	var.	0,5 x	2,5 x	5 x	30,00 x	1 =		187,50 kN
Dak compressor	perm.	0,5 x	25 x	5 x	2,317	=	144,81	kN
	var.	0,5 x	25 x	5 x	0,56 x	0 =		0,00 kN
	sneeuw	0,5 x	25 x	5 x	1,00 x	0 =		0,00 kN
Druk uit windbok	Wind				154,38 x	1 =		154,38 kN
Hijslast kraan, 50% combineren met max druk uit windbok					250 x	0,5 =		125 kN
								----- +
					totaal		311,69	466,88 kN

### Rekenwaarde van de belasting:

GGT	=	311,688	+	466,879	=	778,6	kN				
UGT	=	311,688	x	1.2	+	466,879	x	1.5	=	1074.3	kN

De berekende maximale paalbelasting is op te nemen door een 'normale' mortelschroefpaal. Nog nader te ontwerpen.

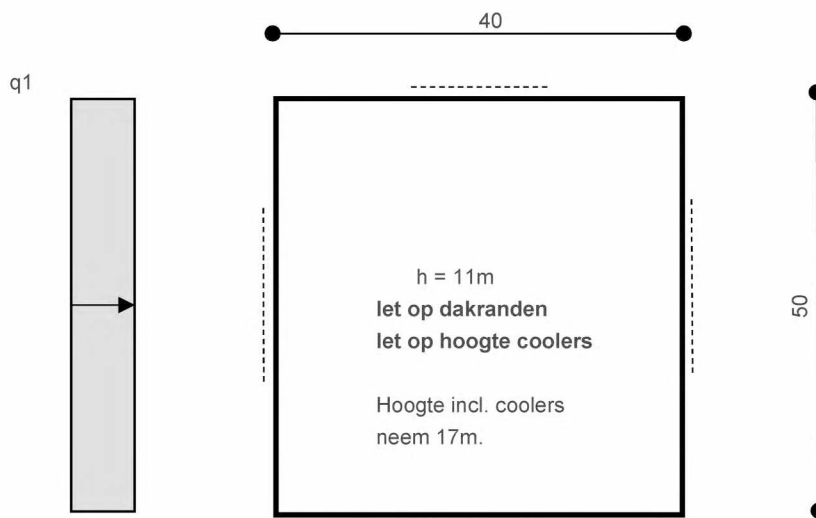
Dit zal wel een grotere diameter zijn, ca. 550mm of 600mm.

Conclusie: ontwerp is haalbaar.

### 3.4 Berekening elektrolyzergebouw

#### Stabiliteit

Het elektrolyzergebouw zal in twee richtingen geschoord worden uitgevoerd.



#### Windbelasting op kopgevels

Gebouwdruk;	L	x	b	x	h	x	$q_p(z)$	x	$C_{pe}$	x	0,85 (NEN-EN 1991-1-4 art 7.2.2 opm.)	
Druk + zuiging	0,5	x	50	x	5,5	x	1,05	x	1,3	x	1	= 187,69 kN
Wrijving dak	0,5	x	50	x	40	x	1,05	x	0,02	x	1	= 21,00 kN
Wrijving gevels	1	x	40	x	5,5	x	1,05	x	0,02	x	1	= 4,62 kN
Druk + zuiging coolers			8	x	20	x	1,05	x	1,3	x	1	= 218,40 kN
											totaal	431,71 kN

#### Rekenwaarde van de belasting:

GGT	=	431,708	+	0	=	431,71	kN
UGT	=	431,708	x	1,5	=	647,56	kN

Het windbok heeft een breedte van 30 meter en een hoogte van 10 meter.

$$\begin{aligned} \text{Windmoment:} & \quad 647,561 \times 10 = 6475,61 \text{ kN.m} \\ \text{Trek / druk} & \quad = 6475,61 / 30 = 215,85 \text{ kN (Fundamenteel)} \\ & \quad (2 \times \text{bok van 15 meter op as 27 en 37}) \end{aligned}$$

Deze trekkracht is opneembaar door 2 a 3 palen. Conclusie: ontwerp is haalbaar.

#### Horizontaalkracht op palen:

$$= 647,56 / 12 = 53,96 \text{ kN (Alleen palen onder kopgevel gerekend)}$$

Daarbij zijn de palen onder de langs balken door schijfwerving van de vloer nog aan te spreken en kan een deel passieve grondruk nog meegerekend worden. Conclusie; een geschoorde hal is haalbaar.

Inschatting windlast andere richting. Gebouwbreedte = 40 meter ipv 50.

$$\begin{aligned} \text{Windlast} & \quad = 647,561 \times 40 / 50 = 518,049 \text{ kN} \\ \text{Breedte bok} & \quad = 20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trek / druk} = 518,049 \times 10 / 20 = 259,025 \text{ kN}$$

Deze trekkracht is opneembaar door 2 a 3 palen.

Daarbij is de windlast te hoog aangezien de coolers niet over de gehele breedte aanwezig zijn.

Conclusie: ontwerp is haalbaar.

## Inschatting fundering

Gevel as A				bel x	$\Psi_0 =$	Perm.	Var.
Fundering		5 x	0,4 x	0,6 x	25	=	30,00 kN
Gevel		5 x	11 x	1 x	1	=	55,00 kN
0,00 elektrolyzer	perm.	5 x	0,5 x	2,5 x	7,5	=	46,88 kN
	var.	5 x	0,5 x	2,5 x	30,00 x	1 =	187,50 kN
Dak elektrolyzer	perm.	5 x	0,5 x	15 x	2,32	=	86,89 kN
	var.	5 x	0,5 x	15 x	0,56 x	1 =	21,00 kN
	sneeuw	5 x	0,5 x	15 x	1,00 x	0 =	0,00 kN
Coolers	perm.	5 x	0,5 x	15 x	10,5	=	393,75 kN
	var.	5 x	0,5 x	15 x	0,56 x	0 =	0,00 kN
	sneeuw	5 x	0,5 x	15 x	1,00 x	0 =	0,00 kN
						-----	+
totaal						612,51	208,50 kN
<b>Rekenwaarde van de belasting:</b>							
GGT	=	612,51 +	208,5			=	821,0 kN
UGT	=	612,51 x	1,2 +	208,5 x	1,5	=	1047,8 kN

De berekende maximale paalbelasting is op te nemen door een 'normale' mortelschroefpaal. Nog nader te ontwerpen.

Dit zal wel een grotere diameter zijn, ca. 550mm of 600mm.

Conclusie: ontwerp is haalbaar.

Gevel as J				bel x	$\Psi_0 =$	Perm.	Var.
Fundering		5 x	0,4 x	0,6 x	25	=	30,00 kN
Gevel		5 x	11 x	1 x	1	=	55,00 kN
0,00 elektrolyzer	perm.	5 x	0,5 x	2,5 x	7,5	=	46,875 kN
	var.	5 x	0,5 x	2,5 x	30,00 x	1 =	187,50 kN
Dak elektrolyzer	perm.	5 x	0,5 x	25 x	2,317	=	144,81 kN
	var.	5 x	0,5 x	25 x	0,56 x	1 =	35,00 kN
	sneeuw	5 x	0,5 x	25 x	1,00 x	0 =	0,00 kN
						-----	+
totaal						276,69	222,50 kN
<b>Rekenwaarde van de belasting:</b>							
GGT	=	276,688 +	222,5			=	499,2 kN
UGT	=	276,688 x	1,2 +	222,5 x	1,5	=	665,8 kN

De berekende maximale paalbelasting is op te nemen door een 'normale' mortelschroefpaal. Nog nader te ontwerpen.

Conclusie: ontwerp is haalbaar.

Tussenkolommen onder vakwerk as D					bel x	$\Psi_0 =$	Perm.	Var.
Fundering		2,5 x	2,5 x	1 x	25	=	156,25	kN
Vakwerk		0,625 x	35 x		6	=	131,25	kN
0,00 elektrolyzer	perm.	1 x	2,5 x	2,5 x	7,5	=	46,875	kN
	var.	1 x	2,5 x	2,5 x	30 x	1 =		187,5 kN
Dak elektrolyzer	perm.	22 x	0,5 x	40 x	2,317	=	1019,5	kN
	var.	22 x	0,5 x	40 x	0,56 x	1 =		246,4 kN
	sneeuw	22 x	0,5 x	40 x	1 x	0 =		0 kN
Coolers	perm.	22 x	0,5 x	15 x	10,5	=	1732,5	kN
	var.	22 x	0,5 x	15 x	0,56 x	0 =		0 kN
	sneeuw	22 x	0,5 x	15 x	1 x	0 =		0 kN
							-----	+
totaal							3086,4	433,9 kN
Rekenwaarde van de belasting:								
GGT	=	3086,36	+	433,9		=	3520,3	kN
UGT	=	3086,36	x	1,2	+	433,9 x	1,5	= 4354,5 kN
Neem 4- paals poer								
Last per paal =		4354,48 /			4	=	1088,62	kN

De berekende maximale paalbelasting is op te nemen door een 'normale' mortelschroefpaal. Nog nader te ontwerpen.  
Dit zal wel een grotere diameter zijn, ca. 550mm of 600mm.  
Conclusie: ontwerp is haalbaar.



Randkolommen onder vakwerk as J					bel x	$\Psi_0 =$	Perm.	Var.
Fundering		5 x	0,4 x	0,6 x	25	=	30	kN
Vakwerk		7,5 x	1 x		6	=	45	kN
0,00 elektrolyzer	perm.	1 x	2,5 x	2,5 x	7,5	=	46,88	kN
	var.	1 x	2,5 x	2,5 x	30 x	1 =		187,5 kN
Dak elektrolyzer	perm.	7,5 x	0,5 x	40 x	2,317	=	347,55	kN
	var.	7,5 x	0,5 x	40 x	0,56 x	1 =		84 kN
	sneeuw	7,5 x	0,5 x	40 x	1 x	0 =		0 kN
Coolers	perm.	7,5 x	0,5 x	15 x	10,5	=	590,63	kN
	var.	7,5 x	0,5 x	15 x	0,56 x	0 =		0 kN
	sneeuw	7,5 x	0,5 x	15 x	1 x	0 =		0 kN
							-----	+
totaal							1060,1	271,5 kN
Rekenwaarde van de belasting:								
GGT	=	1060,05	+	271,5		=	1331,6	kN
UGT	=	1060,05	x	1,2	+	271,5 x	1,5	= 1679,3 kN
Neem 2 palen								
		Last per paal =		1679,31	/	2 =	839,655 kN	

De berekende maximale paalbelasting is op te nemen door een 'normale' mortelschroefpaal. Nog nader te ontwerpen.  
 Conclusie: ontwerp is haalbaar.

### 3.5 BEREKENING TRANSPORTZONE

De zone met de meetstraat, de opslag en de opstelplaats voor tubetrailers zal opgebouwd worden met betonnen wanden welke bestand dienen te zijn tegen een aanrijding door een vrachtwagen op een erf. Vanwege de lage snelheid dient volgens NEN-EN 1991-1-7 een botslast in rekening gebracht te worden van 200kN. Dit zal een calamiteitsituatie zijn waarvoor een partiele factor 1,0 zal gelden.

De belasting zal worden gespreid over een breedte van 2 meter wat zeker bij doorgaande wanden een relatief ongunstige aanname is. Voor vrije uiteinden van wanden is dit niet het geval, hier wordt echter veelal een extra voorziening getroffen om aanrijden van de structuur te voorkomen door middel van een aanrijbeveiliging. Deze beveiliging zal praktisch gekozen worden en is niet absoluut noodzakelijk om de constructieve veiligheid te waarborgen. Op vaste locaties zal gekozen worden voor een stalen buis met een diameter van ca. 323mm welke gevuld zal worden met beton. Op locaties waar een aanrijdbeveiliging wegneembaar dient te zijn zal gewerkt worden met betonnen Legio blokken.

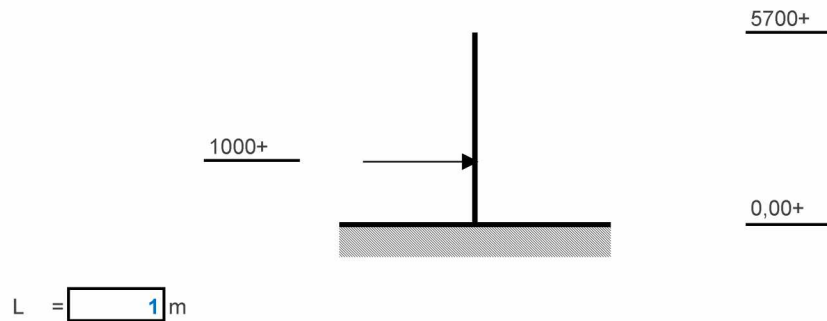
**NEN-EN 1991-1-7+C1+A1:2015/NB:2019**

**Tabel NB.1 – 4.1 — Rekenwaarden van equivalente statische krachten door stootbelastingen door voertuigen tegen elementen die constructies ondersteunen over of grenzend aan wegen**

Verkeerscategorie		$F_{dx}^a$ kN	$F_{dy}^a$ kN	$d_b$ m
Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen		2 000	1 000	20
Rijkswegen in landelijke gebieden		1 500	750	15
Wegen in stedelijke gebieden		1 000	500	10
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	50	4
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	100	5

<sup>a</sup> x = in de normale rijrichting, y = loodrecht op de normale rijrichting.

## Ontwerpberekening aanrijding betonwand



F1

Aanrijbelasting

bel x  $\Psi_0 =$  Perm. Var. 200

### Rekenwaarde van de belasting:

GGT	=	0 +	200	=	200	kN/m <sup>1</sup>
UGT	=	0 x	1,35 +	200 x	1,5	= 300 kN/m <sup>1</sup>

### Momenten

GGT	=	1 x	200	=	200	kN.m
UGT	=	200 x	1	=	200,00	kN.m

### Reacties

GGT	=	1 x	1 x	200	=	200	kN
UGT	=	1 x	1 x	300	=	300	kN

### Ontwerpberekening betondoorsnede sterkte

Geschatte betondoorsnede:  $b \times h = 2000 \times 300 \text{ mm}^2$

Schatting benodigde wapening

$$A_{s, \text{req}} = 200,00 \times 1000000 / 0,8 / 300 / 435 = 1916 \text{ mm}^2$$

Toegepaste wapening

hoh	100	ø	16	=	4021
	0	ø	0	=	0 +
totaal					= 4021 mm <sup>2</sup>

**voldoet**

### Inschatting scheurvorming zonder directe berekening volgens NEN-EN 1992-1-1 art 7.3.3

Staalspanning GGT	=	207 N/mm <sup>2</sup>
Grootste staafdiameter	=	16 mm
Maximale scheurwijdte	=	0,3 mm
Maximale staafdiameter	=	16 mm <b>voldoet</b> (zie tabel 7.2N - NBN-En 1992-1-1 art. 7.3.3)

Opmerkingen; Er wordt uitgegaan van de spreiding van een enkele botslast over 2 meter. In de praktijk zal dit nog wat verder spreiden.

De betonwanden nabij de perceelsgrens aan de noordzijde zijn praktisch iets robuuster uitgevoerd. 350mm dik ipv 300mm dik.

### Omrekening moment naar maximale gelijkmatig verdeelde druk.

Me;d = 200,00 KN.m

Hoogte wand = 5,7 m

Maximale druk =  $200,00 / 0,5 / 5,7^2 = 12,31 \text{ kN/m}^2$

Dit is ruimschoots hoger dan de optredende maximale winddruk

## Brandwerendheid betonnen wanden

De betonnen wanden zullen dienen als brandwanden. Als ontwerpberekening voor wat betreft brandwerendheid zal tabel 5.4 uit NEN-EN 1992-1-2 worden aangehouden.

**Tabel 5.4 — Minimumafmetingen en wapeningsafstanden voor dragende wanden van beton**

Standaard-brandwerendheid	Minimumafmetingen (mm)			
	Wanddikte/wapeningsafstand voor wanden			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	wand blootgesteld aan een zijde	wand blootgesteld aan twee zijden	wand blootgesteld aan een zijde	wand blootgesteld aan twee zijden
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

\* Gewoonlijk is de dekking vereist volgens EN 1992-1-1 maatgevend.

OPMERKING Zie 5.3.2 (3) voor de definitie van  $\mu_{fi}$ .

$\mu_{fi}$  is de benuttingsgraad van de wand bij een brandsituatie. Deze wordt uitgedrukt in

$$\mu_{fi} = N_{ed,fi} / N_{Rd}$$

Aangezien de vrijstaande wanden nauwelijks belast worden door een verticale last, alleen door een windlast het een grootte van 20% van de windlast in de gebruikssituatie kan gesteld worden dat de benuttingsgraad ongeveer 0,2 zal zijn. In de praktijk zal dit nog lager zijn aangezien de partiele factoren hier nog niet in verwerkt zijn.

In de tabel is te zien dat met het huidige ontwerp met wanden van 300mm dik en een vermoedelijke dekking van 30mm een brandwerendheid van 120minuten gehaald wordt.

Conclusie: als brandwand voldoet het huidige ontwerp ruimschoots aan de eis van 60 minuten en wordt zelfs ruimschoots een brandwerendheid  $\geq 120$  min gehaald

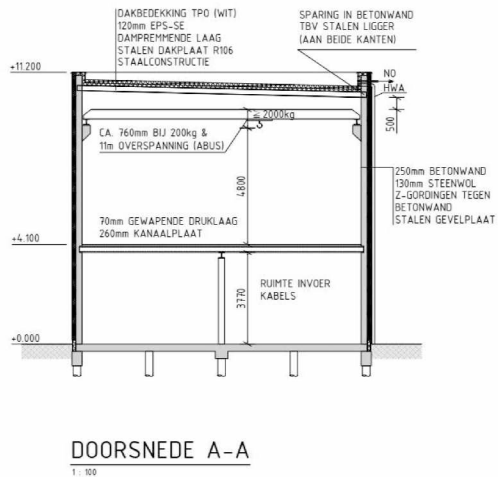
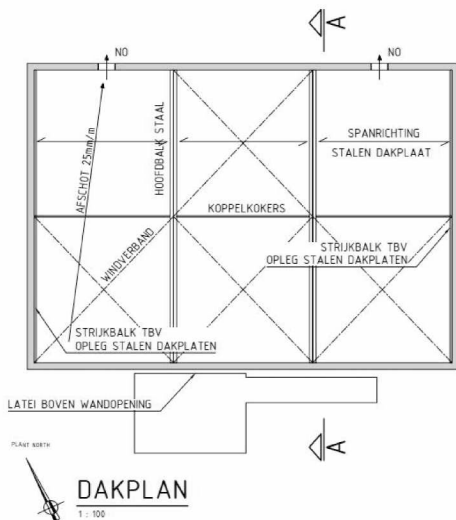
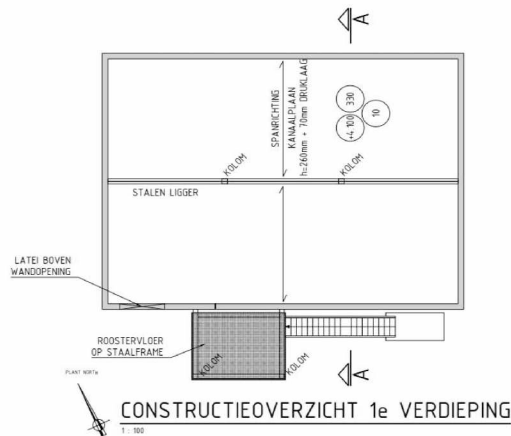
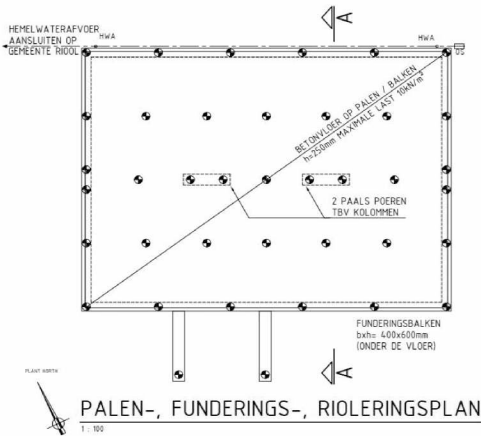
De verdere/ definitieve voorzieningen voor de brandwerendheid van de constructie zullen bepaald worden in de detailed engineering. Zoals eerder vermeld in dit document zal op plaatsen waar een waterstofbrand kan ontstaan de brandkromme van een koolwaterstofbrand worden aangehouden.

## 3.6 BEREKENING ELEKTRISCHE GEBOUWEN

### Stabiliteit

De gebouwen relatief klein en in hoogte niet slank. Gezien de nagenoeg geheel dichte wanden kan met zekerheid aangenomen worden dat middels schijfwerking van de wanden het gehele gebouw gestabiliseerd kan worden. Op dit punt is het ontwerp haalbaar.

### Maximale paalbelasting elektrisch gebouw 2



### Maximale paalbelasting noord / zuidgevel

Fundering		0,6 x	0,4 x	3 x	25	=	18	kN/m1
0,00 elektrisch	perm.	0,5 x	2,8 x	3 x	8,5	=	35,7	kN/m1
	var.	0,5 x	2,8 x	3 x	10,00 x	1 =	42,00	kN/m1
4,1+ elektrisch	perm.	0,5 x	5,5 x	3 x	6,65	=	54,863	kN/m1
	var.	0,5 x	5,5 x	3 x	10,00 x	1 =	82,50	kN/m1
Dak	perm.	0,5 x	11 x	3 x	1,69	=	27,964	kN/m1
	var.	0,5 x	11 x	3 x	0,40 x	0 =	0,00	kN/m1
	sneeuw	0,5 x	11 x	3 x	0,56 x	0 =	0,00	kN/m1
Wand		11,2 x	6,5 x	3 x		=	218,4	kN/m1
								+
totaal								354,93 124,50 kN/m1

## Rekenwaarde van de belasting:

$$\begin{aligned} \text{GGT} &= 354,93 + 124,50 &= 479,43 \text{ kN} \\ \text{UGT} &= 354,927 \times 1,2 + 124,5 \times 1,5 &= 612,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

Een fundamentele belasting van 612,66kN is opneembaar door een gangbaar paalsysteem zoals mortelschroefpalen.

Conclusie: het ontwerp is haalbaar.

## Maximale paalbelasting 2- paals poer

0,00 elektrisch	perm.	3 x	3 x	1 x	8,5	=	76,5	kN
	var.	3 x	3 x	1 x	10,00 x	1 =	90,00	kN
4,1+ elektrisch	perm.	0,625 x	10 x	5,5 x	6,65	=	228,59	kN
	var.	0,625 x	10 x	5,5 x	10,00 x	1 =	343,75	kN
totaal							305,09	433,75 kN

## Rekenwaarde van de belasting:

$$\begin{aligned} \text{GGT} &= 305,094 + 433,75 &= 738,84 \text{ kN} \\ \text{UGT} &= 305,094 \times 1,35 + 433,75 \times 1,5 &= 1062,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

Belasting per paal UGT:  $1062,5 / 2 = 531,251 \text{ kN}$

Een fundamentele belasting van 531,25kN is opneembaar door een gangbaar paalsysteem zoals mortelschroefpalen.

De poer zal gekoppeld worden aan de vloer zodat excentriciteiten kunne worden opgenomen.

Conclusie: het ontwerp is haalbaar.