



BILFINGER

Opdrachtgever: **Shell Nederland Raffinaderij B.V.**
Project: **Realisatie van een Pre-Treatment Unit**

Brandveiligheidsrapportage

Nieuwbouw van een Pre-Treatment Unit

Shell locatie te Pernis

Bilfinger Tebodin Netherlands B.V.
Jan Tinbergenstraat 101
7559 SP Hengelo

Auteur: 2E [redacted]
- Telefoon: 2E [redacted]
- E-mail: 2E [redacted] [@bilfinger.com](mailto:[redacted]@bilfinger.com)

18 februari 2021
Ordernummer: T54450.01
Documentnummer: 3963002
Revisie: B

B	18-02-2021	Definitief, opmerkingen opdrachtgever verwerkt.	2E	2E
A	21-01-2021	Concept, ter beoordeling opdrachtgever	2E	2E
Rev.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd

Indien er wijzigingen worden aangebracht ten opzichte van voorgaande versies, dan worden deze wijzigingen door middel van streepjes langs de kantlijn aangegeven (zie deze alinea als voorbeeld). Hierdoor zijn wijzigingen snel traceerbaar.

© Copyright Bilfinger Tebodin

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

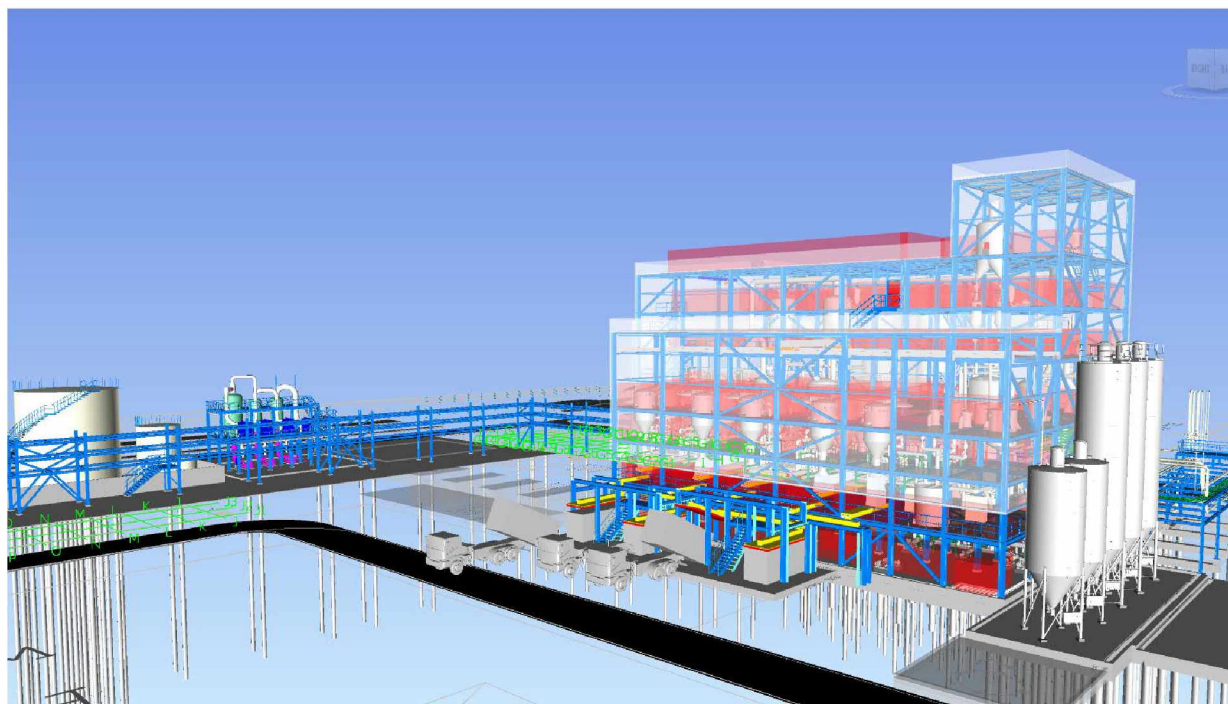
Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Algemene projectomschrijving	4
1.2	Doel van dit rapport	4
1.3	Demarcatie	4
1.4	Uitgangspunt(en)	5
2	Beschrijving van het gebruik en het gebouw	6
2.1	Locatie	6
2.2	PTU	6
2.3	Het proces	7
2.4	Grond-, hulp- en afvalstoffen	8
2.5	Gebruiksfunctie en bezetting	8
2.6	Bouwkundig ontwerp	9
2.7	Installatietechnische ontwerp	9
2.8	Ontruimingsconcept	9
2.9	Belendingen	9
2.10	Opslagtanks eindproduct PTU	10
3	Wettelijk kader	11
3.1	Bouwbesluit 2012	11
3.2	Gelijkwaardigheid	11
3.3	Omgevingsvergunning voor bouwen	11
4	Bouwkundige aspecten	12
4.1	Brandwerendheid bouwconstructie	12
4.2	Brandcompartimentering	12
4.2.1	WBDBO tussen brandcompartimenten	13
4.2.2	Brandoverslag	13
4.3	Verdere beperking van branduitbreiding	13
4.3.1	Vluchtroutes	13
4.3.2	Materialen	13
5	Brandbeveiligingsinstallaties	15
5.1	Blusmiddelen	15
5.1.1	Brandmeldinstallatie	15
5.1.2	Ontruimingsalarminstallatie	15
5.1.3	Noodverlichting	15
5.1.4	Vluchtrouteaanduiding	15
6	Voorzieningen voor de brandweer	16
6.1	Algemeen	16
6.2	Bereikbaarheid en toegankelijkheid	16
6.3	Brandweeringang	16
6.4	Opstelplaats Brandweer	16
6.5	Bluswatervoorzieningen	16
6.5.1	Brandweerlift	17
6.5.2	Droge blusleiding	17
	Bijlage 1: Methodiek NEN 6079	18
	Bijlage 2: Berekeningen NEN 6079	22
	Bijlage 3: Richtwaarde voor de vrije ruimte van buiten opgestelde trafo's	24

1 Inleiding

1.1 Algemene projectomschrijving

Shell Nederland Raffinaderij bv (verder te noemen: Shell) is voornemens een voorbehandelingsfabriek, voor behandeling van plantaardige en dierlijke vetten, te realiseren en te opereren op de Shell locatie te Pernis. Deze Pre-Treatment Unit (verder te noemen PTU) maakt, uit vetten en oliën voorbehandelde biogene olie. De geproduceerde voorbehandelde biogene olie dient als voeding voor de productie van 'biobrandstoffen' of wel 'brandstoffen uit hernieuwbare bronnen'. Voor een volledige beschrijving van het proces wordt verwezen naar de aanvraag veranderingsvergunning WABO Milieu. In figuur 1-1 is ter beeldvorming een 3D model opgenomen van de PTU.



Figuur 1-1: Figuur ter beeldvorming (model is in ontwerp en kan afwijken ten opzichte van het figuur)

1.2 Doel van dit rapport

Dit rapport heeft als doel om ten behoeve van de aanvraag omgevingsvergunning aan te geven op welke wijze wordt voldaan aan de door de overheid gestelde eisen. In de basis gaat het hierbij om hoe voldaan wordt aan het Bouwbesluit 2012. Daar waar noodzakelijk is de koppeling gelegd met een ander wettelijk kader of specifiek van toepassing zijnde Best Beschikbare Technieken (BTT-documenten).

1.3 Demarcatie

Het rapport heeft uitsluitend betrekking op de brandveiligheid vanuit het oogpunt van de door de overheid gestelde eisen. Eventuele eisen van verzekeringsmaatschappij of maatregelen die wenselijk zouden kunnen zijn uit hoofde van schadebeperking of het verbeteren van bedrijfscontinuïteit, worden niet in dit rapport behandeld.

In het plotplan aan de zuidzijde is ruimte opgenomen voor een eventuele toekomstige uitbreiding. De toekomstige uitbreiding is geen onderdeel van deze rapportage/aanvraag.

1.4 Uitgangspunt(en)

- De aanwezige stoffen in de PTU zijn niet explosief, noch toxische. De aard van de plantaardige en dierlijke oliën en vetten leidt ook niet tot een jet-fire of een plasbrand¹. Kort vertaald betekent dit dat de PTU niet behandeld wordt onder het BRZO-regime. De simpele reden is de aard van de stoffen in de PTU. Hoofdstuk 3 gaat verder in op het van toepassing zijnde wettelijk kader.
- De restvetten in de gebruikte bleekarde kunnen gaan broeien. Belangrijke aspecten in het ontstaan van broei zijn temperatuur, vochtigheid en de tijdsduur van de opslag. Om deze aspecten te beïnvloeden wordt de gebruikte bleekarde nat gehouden met een nevelinstallatie en worden de containers, wanneer vol direct afgevoerd.

De nevel installatie wordt als een procesveiligheid gezien en verder niet behandeld in deze rapportage. Uitgangspunt voor deze rapportage is dat de installatie goed is ontworpen en wordt onderhouden waardoor de kans op een broei brand zo klein mogelijk wordt gehouden. De gebruikte bleekarde wordt hierdoor in deze rapportage als onbrandbaar beschouwd.

- Het bestaande trafogebouw betreft een zelfstandig brandcompartiment maar valt verder buiten de scope van deze rapportage.

¹ Ref. risicoberekening Bevi, versie 4.2, pgn. 46

2 Beschrijving van het gebruik en het gebouw

2.1 Locatie

Het plangebied is gelegen op het terrein van Shell Pernis aan Vondelingenweg 6601 in het Rijnmondgebied aan de Eerste en Tweede Petroleumhaven in de gemeente Rotterdam (zie figuur 2-1).



Figuur 2-1: Situatie

2.2 PTU

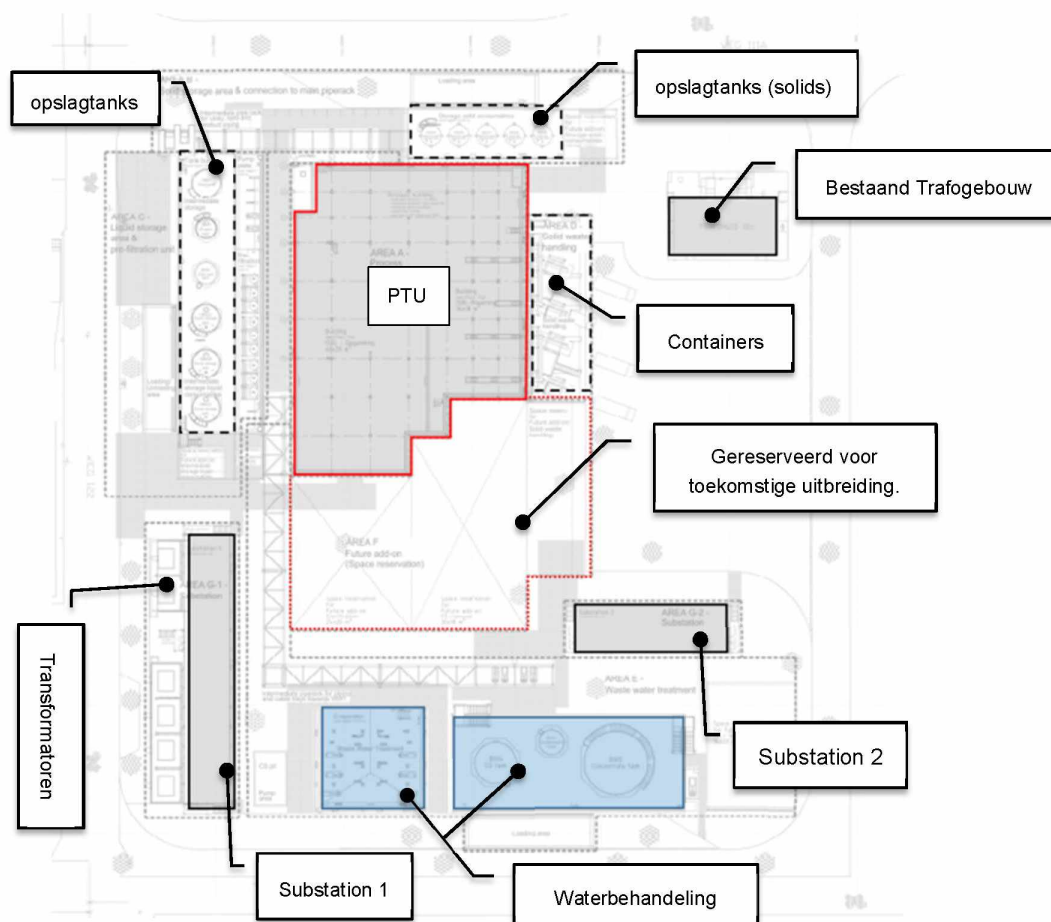
De PTU betreft een procesinstallatie. De installatie is ondergebracht in een open gebouw met een grondoppervlak van circa 1.550 m². Het gebouw betreft een staalskelet met een dicht dak op 24 en 28 meter hoogte om de installatie te beschermen tegen weersinvloeden (zie figuur 1-1). De gevels (tot 6m hoog) en vloeren zijn voornamelijk open van structuur.

Het object kent geen voor personen bestemde vloeren². De begane grondvloer is van beton om lekkages te kunnen opvangen. De roostervloeren op de verdiepingen zijn voornamelijk bedoeld om incidenteel onderhoud en inspecties makkelijk en effectief mogelijk te maken.

Naast het gebouw bevinden zich de tanks met grond- en hulpstoffen. De hoogste tank bedraagt 20 meter. Daarnaast is in het plotplan aan de zuidzijde, ruimte opgenomen voor een eventuele toekomstige uitbreiding. De toekomstige uitbreiding is verder geen onderdeel van deze rapportage. Aan de onderzijde van het plan is een (aanvullende) waterbehandelingsinstallatie voor het afvalwater met restvetten van de PTU beoogd. Tot slot zijn er twee elektrisch substation aanwezig waarbij. Bij substation 1 zijn er tevens 6 buiten opgestelde transformatoren opgesteld. In figuur 2-2 is het plangebied weergegeven.

² Definitie: Een voor personen bestemde vloer of ruimte is een vloer of ruimte waarvan het kenmerkende gebruik verbonden is met de aanwezigheid van personen.

Toelichting op het Bouwbesluit 2012: Met andere woorden er moet worden aangenomen dat bij regulier gebruik op die vloer of in die ruimte mensen aanwezig zijn. Een technische ruimte is daarom in de regel geen voor personen bestemde ruimte. Het kenmerkend gebruik van die ruimte is de aanwezigheid en het functioneren van een installatie, niet de incidentele aanwezigheid en werkzaamheden van onderhoudsmonteurs. Moet er voor de bediening van die installatie personeel aanwezig zijn, dan is de ruimte wel een voor personen bestemde ruimte.



Figuur 2-2: Plangebied

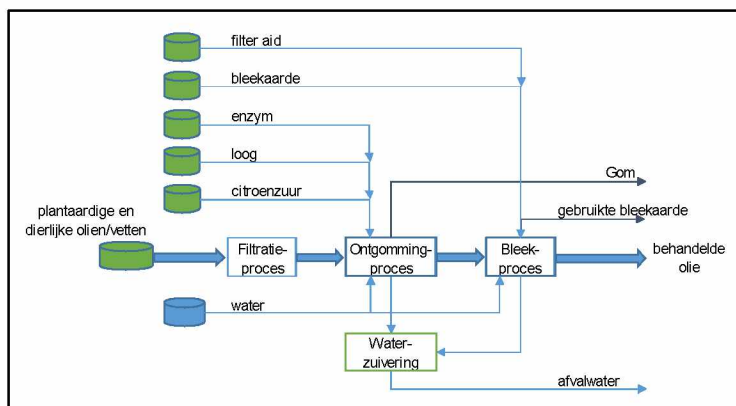
2.3 Het proces

De PTU maakt, uit plantaardige en dierlijke oliën en vetten, een stabiel, verbeterd product, te weten voorbehandelde biogene olie. De voorbehandelde biogene olie dient als voeding voor de productie van 'biobrandstoffen' ook wel 'brandstoffen uit hernieuwbare bronnen' genoemd (zie procesflow in figuur 2-3).

De voeding voor de voorbehandelingsfabriek betreft verschillende soorten oliën en vetten, zoals gebruikt frituurvet, dierlijk vet, industriële en agrarische rest- en afvalproducten en eventueel verschillende plantaardige oliën, zoals koolzaad- en sojaolie. Deze worden opgeslagen in zes opslagtanks aan de westzijde (linkerzijde afbeelding 2-1) van de PTU.

1. De eerste van de scheidingstappen in de voorbehandelingsfabriek betreft filtratie. De filtratie van de dierlijke en plantaardige oliën en vetten heeft tot doel het percentage aan vaste stoffen in de oliën en vetten te reduceren.
2. In de scheidingstap 'ontgommen' worden onzuiverheden, met name fosfolipiden (ook wel gom genoemd), doormiddel van een pH verlaging en centrifugale scheiding uit de olie verwijderd. Hiervoor wordt loog en citroenzuur toegevoegd.
3. In de bleeksectie worden middels adsorptie verontreinigingen zoals metalen uit de olie gehaald. Hiervoor wordt bleekaarde gebruikt. De (schone)bleekaarde wordt opgeslagen in opslagtanks aan noordzijde (bovenzijde afbeelding 2-1).

De voorbehandelde olie (eindproduct PTU = grondstof biobrandstoffenfabriek) wordt opgeslagen in tanks welke onderdeel zijn van de PTU. In onderstaand schema is het proces weergegeven. De gebruikte bleekaarde wordt afgevoerd naar containers aan de oostzijde en middels vrachtwagens afgevoerd. De verontreinigde bleekaarde wordt natgehouden om broei te voorkomen.



Figuur 2-3: Schematische procesflow

2.4 Grond-, hulp- en afvalstoffen

De volgende (grond)stoffen zijn aanwezig in de PTU.

Bleekaarde:	Niet ADR geclassificeerd.
Gebruikte bleekaarde:	ADR 4.2 (kans op broei). Containers worden wanneer volledig gevuld direct afgevoerd.
Plantagische en dierlijke oliën en vetten:	Oliecomponenten hebben hoge vlampunten (>115 °C).
Natronloog:	ADR 8 (Corrosief) (75m ³)
Citroenzuur:	Organisch zuur, niet geclassificeerd, (75m ³).

In de grondstoffen zijn geen (p) ZZS aanwezig. De kans op aanwezige ZZS bij gebruikte bak- en braadolie en voorbehandelde oliën wordt ondervangen door middel van het analyseren van de PAK's en de dioxinen conform NEN-ENISO 22959:2009 en EU-verordening 2017/644.

2.5 Gebruiksfunctie en bezetting

In deze paragraaf worden in tabel 2-1 de gebruiksfunctie en bezetting van het ontwerp beschreven.

Tabel 2-1 : gebruiksfunctie

Aspect	Gebruiksfunctie	Toelichting
Procesgebouw	Lichte industriefunctie	Het verblijven van personen speelt een ondergeschikte rol.
Sub-station	Lichte industriefunctie	Het verblijven van personen speelt een ondergeschikte rol.
Waterbehandeling	Bouwwerk geen gebouw zijne	Het verblijven van personen speelt een ondergeschikte rol.
Opslagtanks	Bouwwerk geen gebouw zijne	Het verblijven van personen speelt een ondergeschikte rol.

2.6 Bouwkundig ontwerp

In deze paragraaf worden in tabel 2-2 op hoofdlijnen de bouwkundige uitgangspunten van het bouwkundig ontwerp beschreven

Tabel 2-2 : gebruiksfunctie

Aspect	Aantal hoeveelheid	Toelichting*	
Bouwlagen	5	LvL	VO [m²]
		00	1.550
		01	1.550
		02	450
		03	1.550
		04	900
		05	900
		06	200
		Totaal GO	7.100 m²
Gebouwhoogte	28 meter		
Constructie	Draagconstructie	Stalen liggers en kolommen	
	Dak	Gesloten stalen dak (niet-geïsoleerd)	
	Gevels	Half open (niet-geïsoleerde) stalen gevel. De eerste 6 meter is open.	
	Vloeren	De begane grond vloer betreft een betonnen dichte vloer. De verdiepingsvloeren zijn voornamelijk open roostervloeren met enkele dichte delen (traanplaat/beton).	
Binnen afwerking	Staal en beton		
Interne scheidingen	Lichte scheidingswanden.	Centrifugeruimte is een dichte ruimte.	
Isolatie	n.v.t.	Alleen bij interne ruimte.	
Trappenhuizen	2 open trappenhuizen.		
Waterbehandeling	Bovengrondse stalen equipment		
Sub-station	E-house solution Siemens, voorafgemonteerd units.		
*indicatieve maten voor de exacte maten wordt verwezen naar tekening bij de bouw aanvraag			

2.7 Installatietechnische ontwerp

De procesinstallatie zal worden beveiligd met:

- Noodverlichting;
- Nathoudsysteem t.b.v. de gebruikte bleektaarde (kans op broei);
- Bluswatervoorziening (hydranten);
- Procesveiligheden er is toezicht op het proces vanuit de controlekamer;
- Pernis alarmerings- en notificatie systeem (Site alarm);
- Draagbare blustoestellen (poeder) en sub-stations (CO₂)

2.8 Ontruimingsconcept

Mensen die zich in de installatie bevinden worden via het Pernis alarmerings- en notificatie systeem gealarmeerd, waarnaar zij via de aanwezige vaste trappen het object kunnen verlaten en zich kunnen verzamelen op de aangewezen verzamelplaatsen.

2.9 Belendingen

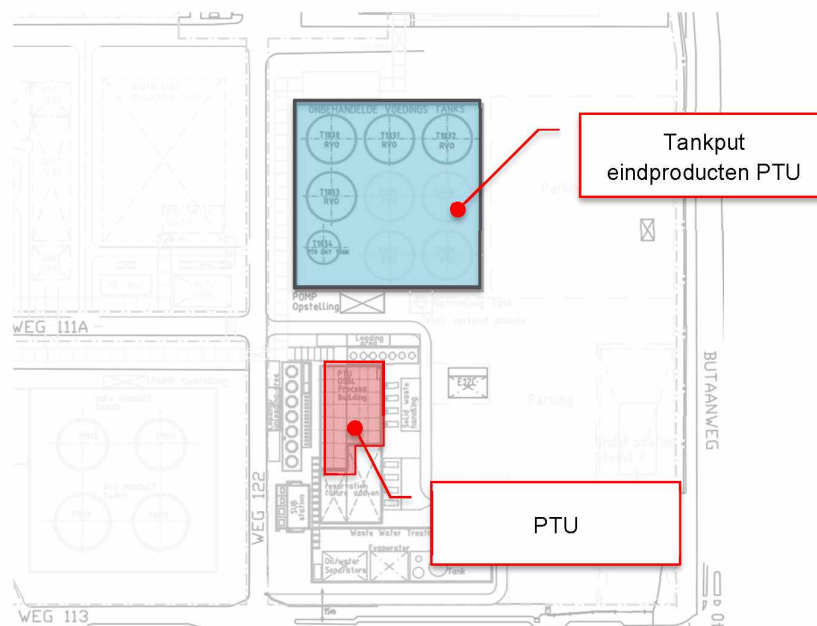
Voor de PTU zijn de gehanteerde afstanden vermeld in Tabel 2-3.

Tabel 2-3 : Rekenafstanden

Gevel	Afstand in m	Tegenoverliggend object (op eigen perceel)	Toelichting
Noord	35 m	Opslagtanks	Rand van de tankput.
Oost	32 m	Bestaand substation	Bestaande brandwerende sub-station.
Zuid	37 m	Afvalwaterzuivering	Onderdeel PTU
West	48 m	Opslagtanks	Rand van de tankput.

2.10 Opslagtanks eindproduct PTU

De voorbehandelde olie (eindproduct PTU, grondstof voor biobrandstoffenfabriek) wordt opgeslagen in opslagtanks gelegen in de noordelijke tankput. Deze tankput is enkel bestemd voor klasse 4 vloeistoffen, waaruit volgt dat er geen PGS-publicaties van toepassing zijn. Er bestaan voor deze tankput geen geloofwaardige brandscenario's.



Figuur 2-4: Schematische weergave tankput eindproducten PTU

3 Wettelijk kader

3.1 Bouwbesluit 2012

Bouwbesluit 2012 wordt in artikel 2 van de Woningwet rechtstreeks aangestuurd. Dit maakt dat alle bouwwerken in Nederland in beginsel moeten voldoen aan Bouwbesluit 2012. Een nieuw te bouwen bouwwerk moet altijd voldoen aan de nieuwbouweisen van dit besluit voor de gebruiksfunctie zoals aangegeven in paragraaf 2.5.

3.2 Gelijkwaardigheid

Wet- en regelgeving kent het begrip '*gelijkwaardige oplossing*'. De wetgever beschrijft het gewenste eindresultaat niet tot in detail. De wetgever definieert alleen een kader, bijvoorbeeld een minimumniveau van brandveiligheid. Het Bouwbesluit is een nadere uitwerking van dit kader. Deze stelt prescriptieve eisen hoe het veiligheidsniveau als bedoeld in het bovenliggend kader bereikt kan worden. Deze eisen worden prestatie-eisen genoemd. In het Bouwbesluit is met betrekking tot een gelijkwaardige oplossing een artikel 'gelijkwaardigheid' opgenomen³. Voldoet een oplossing aan de bepalingen uit dit artikel, dan voldoet het aan het Bouwbesluit, ook al is met deze oplossing géén of een andere invulling gegeven aan één of meerdere prestatie-eisen uit het Bouwbesluit. Er wordt voor het ontwerp van de PTU-installatie op de volgende onderdelen een beroep gedaan op gelijkwaardigheid:

Tabel 3-1 : gelijkwaardige oplossingen

Afwijking Bouwbesluit 2012	Gelijkwaardige oplossing	Uitgewerkt
Artikel 2.83 Omvang van brandcompartimenten	Brandcompartiment voldoet aan de NEN 6079 ²	§4.2 en Bijlage 1 en 2

3.3 Omgevingsvergunning voor bouwen

Deze rapportage is te beschouwen als een indienstuk in het kader van de omgevingsvergunning voor bouwen.

³ Bouwbesluit 2012: artikel 1.3

4 Bouwkundige aspecten

In dit hoofdstuk wordt het object getoetst ten aanzien van het wettelijk kader. Per element is aangegeven op welke wijze invulling is gegeven en hoe het brandrisico wordt beheerst. De verschillende bouwkundige aspecten worden in de verdere paragrafen nader uitgewerkt en getoetst.

4.1 Brandwerendheid bouwconstructie

Functionele eis: Een te bouwen bouwwerk kan bij brand gedurende redelijke tijd worden verlaten en doorzocht, zonder dat er gevaar voor instorting is.

De bouwconstructie van een gebouw moet zodanig zijn, dat het bouwwerk bij brand gedurende redelijke tijd kan worden verlaten en doorzocht, zonder dat er gevaar voor instorting is.

In stand houden brandcompartimenten

Indien door het bezwijken van een bouwconstructie bij brand, bouwconstructies in een aangrenzend brandcompartiment bezwijken, worden eisen gesteld aan de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van deze bouwconstructie.

Omdat in de te realiseren gebouwen geen verblijfsgebied is gelegen op meer dan 5 meter boven / onder meetniveau, gelden voor de bouwconstructies van het gebouw geen directe eisen aan de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken.

In stand houden beschermde vluchtroute

Ontvluchting vanuit de PTU geschiedt rechtstreeks, binnen het subcompartiment, naar het aansluitend terrein en niet via een ander subbrandcompartiment. Derhalve is deze eis niet van toepassing op de PTU.

In stand houden brandwerende scheidingen

Daarnaast moeten constructieonderdelen die een brandwerende scheiding in stand houden dezelfde brandwerendheid bezitten als deze scheiding. Deze eis is van toepassing op alle brandscheidingen

Door de constructeur dienen de benodigde voorzieningen van de brandwerendheid van bouwconstructies op basis van de gestelde eisen nader bepaald te worden.

4.2 Brandcompartimentering

Functionele eis: Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat de kans op een snelle uitbreiding van brand voldoende wordt beperkt.

Indeling in brandcompartimenten

Om uitbreiding van brand te beperken en daarmee een brand voor de brandweer beheersbaar te houden, moet een gebouw worden verdeeld in brandcompartimenten. Het Bouwbesluit 2012 stelt prestatievoorschriften ten aanzien van de omvang van de brandcompartimenten. Hierbij wordt voor industrie functies, voor nieuwbouw, een grenswaarde van 2.500 m² gegeven.

Met een oppervlakte van 7.100 m² wordt de grenswaarde voor brandcompartimenteringsomvang overschreden. Op basis van het gelijkwaardigheidsbeginsel (artikel 1.3, Bouwbesluit 2012) zijn grote brandcompartimenten toegestaan, mits een mate van brandveiligheid wordt gerealiseerd zoals wordt beoogd met de prestatievoorschriften van afdeling 2.10 van het Bouwbesluit 2012. In bijlage 1 is in het kader van de omgevingsvergunning de gelijkwaardigheid middels de methodiek van de NEN 6079 uitgewerkt en onderbouwd.

In aanvulling op bovenstaande moeten hoogspanningsruimten voldoen aan NEN-EN-IEC 61936-1, wat tevens brandveiligheidsverplichtingen met zich meebrengt voor de substation. De substations worden als separate brandcompartimenten uitgevoerd.

Afhankelijk van de positie, de uitvoering en het vloeistofniveau van de transformatoren kunnen op basis van tabel 3 uit de norm (*richtwaarden voor de vrij ruimte van buiten opgestelde transformatoren*) aanvullende eisen gelden. Deze eisen zijn opgenomen in bijlage 3 en worden wanneer van toepassing in acht genomen.

4.2.1 WBDBO tussen brandcompartimenten

Tussen twee brandcompartimenten moet een minimale weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) aanwezig zijn van 60 minuten.

De substations moeten conform NEN-EN-IEC 61936-1 worden uitgevoerd met een (R)EI 60, bepaald conform NEN 6069.

4.2.2 Brandoverslag

Brandoverslag vanuit de PTU naar de omgeving is bepaald conform de NEN6079. Derhalve wordt verwezen naar de gelijkwaardigheidsonderbouwing als opgenomen in bijlage 1 en 2.

4.3 Verdere beperking van branduitbreiding

Functionele eis: Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat uitbreiding van brand in verdergaande mate wordt beperkt dan is beoogd met de standaard brandcompartimentering als opgenomen in § 3.3 en dat veilig kan worden gevluht.

Het aantal subbrandcompartimenten waarin een brandcompartiment moet worden verdeeld is afhankelijk van de afstand die moet worden afgelegd voordat het subbrandcompartiment kan worden verlaten.

Het object bevat feitelijk geen 'voor personen bestemde vloeren' waardoor een verdere verdeling in sub-brandcompartiment niet is voorgeschreven.

4.3.1 Vluchtroutes

Functionele eis: Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige vluchtroutes dat bij brand een veilige plaats kan worden bereikt.

Vanaf elk punt van een voor personen bestemd gedeelte van een vloer moet een vluchtroute naar het aansluitende terrein leiden en vanaf daar naar de openbare weg. In de basis geldt dat niet voor de PTU. Het object bevat feitelijk geen 'voor personen bestemde vloeren' waardoor artikel 2.102 (eerste lid) niet van toepassing is en formeel een vluchtroute niet is voorgeschreven.

Desalniettemin moet iedere werknemer op basis van de Arbowet zorgen voor de veiligheid en de gezondheid van werknemers. Daarom is op iedere niveau voorzien in twee open trappenhuizen om (tijdens incidentele werkzaamheden) vluchten in twee richtingen mogelijk te maken zodat een veilige plaats kan worden bereikt.

4.3.2 Materialen

Functionele eis: Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat brand en rook zich niet snel kunnen ontwikkelen.

Constructieonderdelen

De gebruikte materialen van constructieonderdelen van respectievelijk het binnenoppervlak, buitenoppervlak en het beloopbaar vlak moeten voldoen aan de in de onderstaande tabel aangegeven klassen conform NEN-EN 13501-1

Tabel 4-1 : Materialen

Constructieonderdeel grenzend aan:		Brandklasse	Rookklasse
Binnenoppervlak	Overig	D	S2
Buitenoppervlak	Overig	D	N.v.t.
Beloopbaar vlak (vloeren, hellingbanen trappen) in de binnenlucht	Overig	D _{fl}	S1 _{fl}
Beloopbaar vlak (vloeren, hellingbanen trappen) in de buitenlucht	Overig	D _{fl}	N.v.t.
Elektrische leidingen	Alle	n.v.t.	S2(ca)
Pijpisolatie	Alle	n.v.t.	S2(l)
Vrijgesteld	5% van de totale oppervlakte van de constructieonderdelen van elke afzonderlijke ruimte is vrijgesteld van de in deze tabel vermelde eisen.		

Op basis van de voorgestelde bouwmaterialen (beton, staal en onbrandbare isolatie) kan worden gesteld dat hieraan wordt voldaan. Van alle overige (brandbare)materialen dient middels erkende kwaliteitsverklaringen (certificaten, logboeken, testrapporten of conformiteitsverklaring) aangetoond te worden dat aan de gestelde bouwkundige voorwaarde wordt voldaan.

Alle doorvoeringen (kabels, leidingen en (ventilatie) kanalen) die door een brand- en of rookwerende scheidingsconstructie gaan, zullen dezelfde brand- en/of rookwerendheid moeten bezitten als de betreffende scheidingsconstructie waardoor zij voeren.

Alle doorvoeringen dienen éénduidig herleidbaar (codering, foto en locatie) in logboek opgenomen te worden. Hierin dienen tevens per toegepaste doorvoer(afwerking) het specifiek daarbij horende testrapport en classificatierapport van de toegepaste producten opgenomen te worden.

Daken

De bovenzijde van een dak van een bouwwerk groter dan 50 m² mag niet brandgevaarlijk zijn, bepaald volgens NEN 6063. Dit geldt niet indien het bouwwerk geen voor personen bestemde vloer heeft die hoger ligt dan 5 m boven het meetniveau, en de brandgevaarlijke delen van het dak ten minste 15 m vanaf de perceelsgrens liggen.

Op basis van bovenstaande is er geen eis met betrekking tot het dak en de eventuele uitvoering hiervan in relatie tot brandveiligheid. Wel zal het dak niet brandgevaarlijk worden uitgevoerd.

5 Brandbeveiligingsinstallaties

5.1 Blusmiddelen

Een bouwwerk moet zodanige voorzieningen voor de bestrijding van brand hebben, dat deze binnen redelijke tijd kan worden bestreden.

Voor lichte industriefuncties zijn geen brandslanghaspels vereist. Wel past Shell poederblussers toe om een beginnende brand (spil) snel te bestrijden. De poederblussers worden op strategische plaatsen in het gebouw geplaatst. Poederblusser zijn het beste geschikt voor het bestrijden van een beginnende oliebrand (kleine spil). Poederblussers worden geplaatst:

- PTU (poeder)
 - o Op diverse locaties op de begane grond
 - o Per verdieping bij een trapopgang.
 - o Op dichte vloerdelen op de verdieping (centrifuge en filter ruimte).
- Substations (CO₂)
 - o Bij de ingangen
- Waterbehandeling (Poeder)
 - o Bij de evaporator (eis Shell)

Voor de exacte locaties wordt verwezen naar de tekening bij de bouwaanvraag.

5.1.1 Brandmeldinstallatie

Voor lichte-industriefunctie geldt geen eis m.b.t. een brandmeldinstallatie. In de sub-stations past Shell wel een automatische detectie toe. Dit wordt gezien als bovenwettelijk.

5.1.2 Ontruimingsalarminstallatie

Voor lichte-industriefunctie geldt geen eis m.b.t. een ontruimingsalarminstallatie. Desalniettemin kunnen personen gealarmeerd worden door het Pernis alarmerings- en notificatie systeem.

5.1.3 Noodverlichting

Verblijfsruimten voor meer dan 75 personen en (extra) beschermde vluchtroutes zijn in de PTU niet aanwezig.

Vanuit de (Arbo) zorgplicht zullen de twee trappen die toegang geven tot de process structures worden voorzien van noodverlichting die binnen 15 seconden na het uitvallen van de voorziening voor elektriciteit gedurende ten minste 60 minuten een op een vloer, een tredevlak of een hellingbaan gemeten verlichtingssterkte van ten minste 1 lux geven.

5.1.4 Vluchtrouteaanduiding

Daar sprake is van niet voor personen bestemde vloeren is er geen eis voor vluchtrouteaanduiding. Eventuele aanduiding van de vluchtroutes worden vrijwillig aangebracht.

6 Voorzieningen voor de brandweer

6.1 Algemeen

Naast goede voorzieningen in het object zelf zijn voorzieningen in de directe omgeving noodzakelijk ten behoeve van hulpdiensten. Indien dit noodzakelijk is, dient hier over overleg met de brandweer plaats te vinden, om de eventueel benodigde voorzieningen voor een brandweerinzet af te stemmen.

6.2 Bereikbaarheid en toegankelijkheid

De brandweer moet het incidentadres zodanig kunnen bereiken dat tijdig bluswerkzaamheden kunnen worden uitgevoerd en hulpverlening kan worden geboden. De nieuwbouw wordt gerealiseerd op een bestaand bedrijventerrein waar in de bereikbaarheid van hulpdiensten reeds is voorzien. Het object is rondom vrij toegankelijk.

6.3 Brandweeringang

Een bouwwerk voor het verblijven van personen heeft een brandweeringang. Het object bevat feitelijk geen vloeren voor het verblijven van personen waardoor een brandweeringang niet vereist is. Echter vanuit iedere zijde zijn (vanwege de open structuur aan de onderzijde) één of meer toegangen tot het gebouw (zie ook figuur 1-1).

6.4 Opstelplaats Brandweer

Binnen een afstand van 40 meter vanaf een brandweeringang moet een opstelplek voor een brandweervoertuig aanwezig zijn.

De opstelplek moet minimaal geschikt zijn voor blusvoertuigen met een massa van tenminste 28 ton (maximaal gewicht schuimblusvoertuig) en dien tevens te voldoen aan:

- Breedte: ten minste 4,5 meter;
- Lengte: ten minste 10 meter;
- Vrije hoogte: ten minste 4,2 meter ;
- Doeltreffende afwatering.

Het verhard oppervlak rondom de PTU wordt gebruikt voor aan en afvoer van zwaar transport. Hiermee wordt verondersteld dat de verharde oppervlakten tevens geschikt zijn voor brandweervoertuigen en als opstelplek in geval van een incident kunnen fungeren.

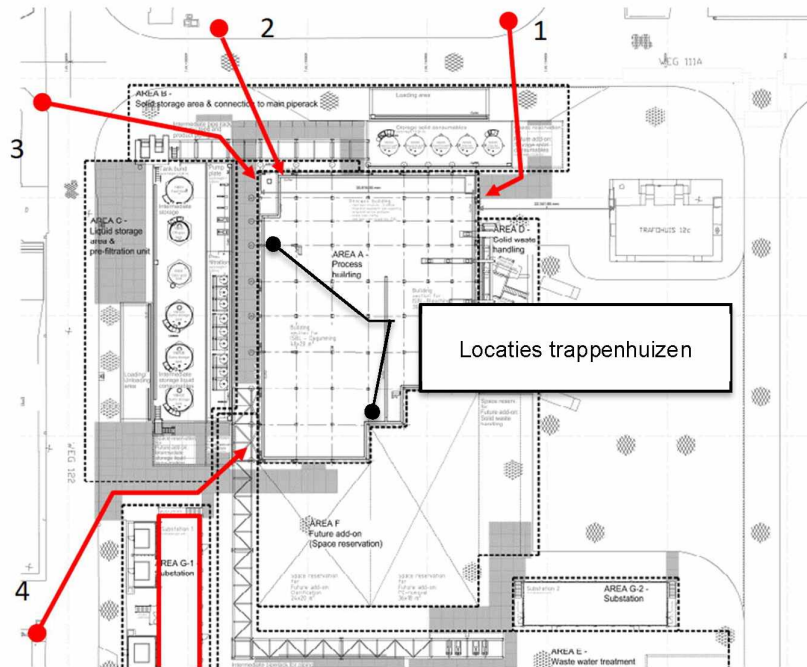
Verbindingsweg.

Tussen de openbare weg en ten minste een toegang van een bouwwerk voor het verblijven van personen ligt een verbindingsweg die geschikt is voor voertuigen van de brandweer en andere hulpverleningsdiensten. Het terrein is bereikbaar via de openbare weg. Het terrein niet vrij toegankelijk. Bij calamiteiten wordt het terrein voor hulpdiensten vrij toegankelijk gemaakt.

6.5 Bluswatervoorzieningen

In de nabijheid van het gebouw dienen bluswatervoorzieningen aanwezig te zijn (vergunningseis voortkomend uit PGS 29:2016, § 4.2.4 en 4.2.5). Het uitgangspunt hierbij is dat de hydranten op een onderlinge afstand van 50 tot 80 meter van elkaar moeten gepositioneerd, in een ringleiding met blokafsluiters. De minimale te leveren capaciteit is in basis 360 m³ per uur, geleverd door drie naast elkaar opgestelde hydranten. Het hydrantennet zal conform de eisen uit PGS 29 worden uitgebreid zodat de PTU binnen het dekingsgebied valt van de bluswatervoorziening.

Er zijn drie hydranten aanwezig binnen 40 meter van een toegang van het gebouw en op een voldoende onderlinge afstand. Een vierde is aanwezig op ca. 48 meter. Er wordt ruimschoots aan de eis voldaan.



Figuur 6-1: Schematische hydranten

6.5.1 Brandweerlift

Niet vereist voor de te realiseren objecten. Het object bevat feitelijk geen vloeren voor het verblijven van personen.

6.5.2 Droge blusleiding

Niet vereist voor de te realiseren objecten. Het object bevat feitelijk geen vloeren voor het verblijven van personen.

Bijlage 1: Methodiek NEN 6079

Algemeen

De NEN 6079 geeft een methode voor brandbeheersing en de beperking van uitbreiding van brand op basis van risicobenadering en fysische brandmodellering. Deze methode maakt het mogelijk om maatregelen en voorzieningen die kansen beïnvloeden op ontsteking, doorgroei van een brand of het falen van een brandwand, mee te wegen in het uiteindelijke risico. De NEN 6079 beperkt zich hierbij strikt tot de factoren die de bouwregelgeving voorschrijft. Het beperken van de omvang van een compartiment is hierbij geen doel op zich meer.

Voorwaarden NEN 6079

In de NEN 6079 is het toepassingsgebied van de norm beschreven en zijn voorwaarden gesteld aan het gebruik en het ontwerp van het NEN 6079-brandcompartiment. Voor het gebruik van de norm gelden de volgende algemene voorwaarden:

- Er moet worden voldaan aan alle eisen uit het Bouwbesluit 2012, die voor deze situatie van toepassing zijn en voor zover de norm daaraan geen hogere eis stelt.
- De norm kan niet worden gebruikt voor verlichting van eisen die op grond van andere wet- en regelgeving zijn gesteld.

Aan het gebruik van het NEN 6079-compartiment is de volgende voorwaarde gesteld:

- De huidige versie van de norm is enkel geschikt voor gebouwen met een industrie functie, kantoorfunctie en/of sportfunctie.

Aan het ontwerp van het NEN 6079-compartiment zijn de volgende randvoorwaarden gesteld:

- De norm is toepasbaar voor brandcompartimenten:
 - Waarin geen vloer van het gebruiksgebied hoger ligt dan 20 meter boven meetniveau;
 - Waarin geen vloer van het gebruiksgebied lager ligt dan 3 meter onder meetniveau.
- Het stapelen van brandcompartimenten boven NEN 6079-compartimenten is slechts onder bepaalde voorwaarden toegestaan.

In beginsel is de norm niet van toepassing omdat een vloer van het gebruiksgebied hoger ligt dan 20 meter. De achtergrond hiervan is dat er geen ongewenst groot beslag mag worden gelegd op de capaciteit van de brandweer bij het doorzoeken van het brandcompartiment en het bestrijden van een brand op hoogte.

In het onderhavige plan liggen twee vloeren (installatiebordessen) met een totaal oppervlakte van 50m² hoger dan 20 meter. Namelijk op 24 meter. De roostervloeren zijn niet bestemd voor personen en de kans op brand op deze vloeren is nihil. Om deze reden is de NEN 6079 naar oordeel Bilfinger toepasbaar op de onderhavige PTU.

NEN 6079 in relatie tot brandweeroptreden

De bouwregelgeving staat grotere brandcompartimenten op basis van gelijkwaardigheid toe omdat ze zich niet direct richt op het beperken van schade aan of in het eigen gebouw. Toepassing van de methodiek uit de NEN 6079 betekent dat met een groter brandcompartiment een grotere brandschade mogelijk is. Opgemerkt wordt dat de brandweer geen verplichting heeft tot een bepaalde brandweerinzet. Het risico van onherstelbare schade bij brand in het NEN 6079-brandcompartiment dient door de eigenaar/gebruiker te worden onderkend.

Risicoanalyse NEN 6079

Binnen de methodiek van de NEN 6079 wordt de verwachte overschrijdingsfrequentie $F_{os}(A)$ van de gebruiksoppervlakte van het grote (NEN 6079-)compartiment vergeleken met de normatieve overschrijdingsfrequentie $F_{norm}(A)$. Wanneer voor het beschouwde brandcompartiment de verwachte overschrijdingsfrequentie niet hoger is dan de normatieve overschrijdingsfrequentie, is voor de het aspect 'beperken van uitbreiding van brand' sprake van gelijkwaardigheid aan de prestatievoorschriften van het Bouwbesluit 2012.

Na verrekening/wegstrepen van de frequentie $F(A)$ en verstekwaarde $P_{1,0}$ wordt dit als volgt in formulevorm weergegeven:

$$P_{os} \leq P_{norm}(A)$$

Waarbij:

$$P_{os} = P_{1,1} \times P_2 \times [P_3 \times P_4]$$

Hierin is:

- P_{os} = verwachte overschrijdingskans van de gebruiksoppervlakte van het NEN 6079-compartiment door brand [-]
- $P_{norm}(A)$ = normatieve (aanvaardbare) overschrijdingskans voor de gebruiksoppervlakte A van het NEN 6079-compartiment, bepaald volgens de normcurve [-]
- $P_{1,1}$ = factor van P_1 waarin eventuele meer dan gemiddelde voorzieningen in rekening kunnen worden gebracht [-]
- P_2 = de kans, gegeven een lokale brand in het NEN 6079-compartiment, dat deze doorgroeit tot een volledig ontwikkelde compartimentsbrand [-]
- P_3 = de kans, gegeven een ontwikkelde compartimentsbrand in het NEN 6079-compartiment, op het falen van ten minste één NEN 6079-scheidingsconstructie [-]
- P_4 = de kans, gegeven het falen van ten minste één NEN 6079-scheidingsconstructie, dat er feitelijk doorgroeit plaatsvindt buiten het NEN 6079-compartiment [-]

De samengestelde normatieve (aanvaardbare) overschrijdingskans voor het NEN 6079-compartiment met een gebruiksoppervlakte van circa 7.100 m² aan industriefunctie (nieuwbouw) bedraagt $P_{norm}(A) = 0,19$ (bepaald volgens paragraaf 14.2 van de NEN 6079).

Indien voor de PTU de verwachte overschrijdingskans $P_{os} \leq 0,19$ bedraagt, dan is voor de het aspect 'beperken van uitbreiding van brand' sprake van gelijkwaardigheid aan de prestatievoorschriften van het Bouwbesluit 2012.

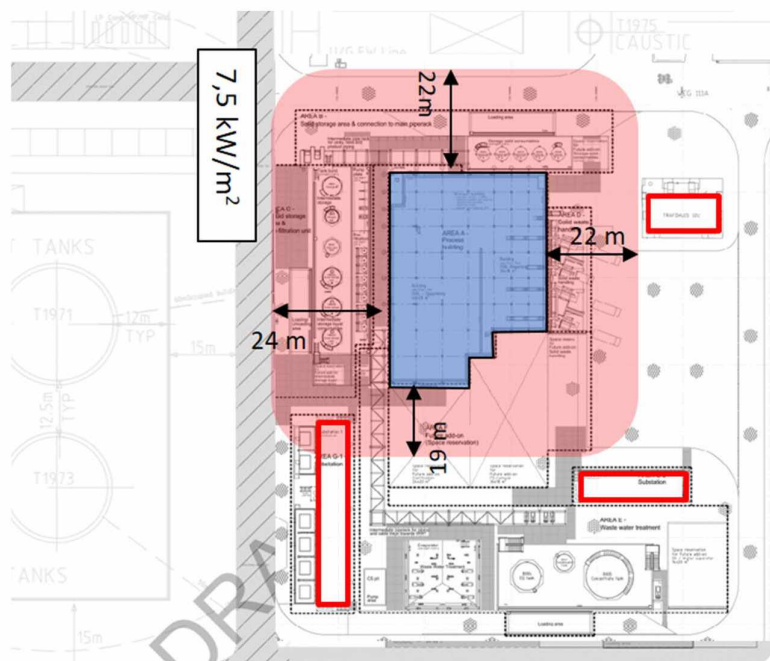
Rondom de PTU bevindt zich een brede vrije strook, waardoor de kans op doorgroei buiten de PTU als beperkt wordt ingeschat. Om die reden is ervoor gekozen om eerst de deeltkans P_4 te bepalen. Indien de deeltkans $P_4 \leq 0,28$ bedraagt, dan is ook $P_{os} \leq 0,28$ en zijn de deeltkansen $P_{1,1}$, P_2 en P_3 niet meer relevant. Een diepgaande kwantitatieve analyse van de deeltkansen $P_{1,1}$, P_2 en P_3 is in dit geval niet noodzakelijk. Wel met worden opgemerkt dat de PTU (onbrandbare materialen) en de aard van de stoffen (hoge vlampunten) een zeer kleine kans gegeven op het ontstaan van een volledig ontwikkelde compartimentbrand.

Methodiek bepaling P_4

Op basis van de NEN 6079 gelden voor de berekening van de warmtestralingsbelasting vrijwel dezelfde uitgangspunten als voor de methodiek uit de NEN 6060 (bronstralingsflux van 45 kW/m² en een vlamhoogte van 10 meter).

Het verschil zit hem in de beoordeling van de stralingsflux te plaatsen van het ontvangtpunt. Pas wanneer de stralingsintensiteit kleiner is dan 7,5 kW/m² geeft dit geen bijdrage aan de overschrijdingskans en is $P_4 = 0$. Daar waar de NEN 6060, 15 kW/m² als grenswaarde hanteert. Om deze reden is gekozen de 7,5 kW/m² te bepalen en deze rondom de PTU te leggen. Buiten die contour geldt $P_4 = 0$, zie figuur B1.

Uit de figuur blijkt dat de $7,5 \text{ kW/m}^2$ contour volledig op eigen terrein ligt en niet leidt naar andere objecten (niet zijnde onderdeel van de PTU) op eigen terrein. Sub-station 1 betreft een brandcompartiment en leidt niet tot verdere branduitbreiding. Hieruit volgt $P4 = 0$. In bijlage 2 zijn de berekeningen opgenomen.



Figuur B1: $7,5 \text{ kW/m}^2$ contour

Methodiek

In de gegeven situatie is naast branduitbreiding als gevolg van warmtestraling van een brand in de PTU ook branduitbreiding mogelijk via domino-trajecten. Hiermee wordt bedoeld dat een brand in de PTU ook kan leiden tot andere branden rondom de PTU en vervolgens tot branduitbreiding kan leiden. Potentiele domino-effecten zijn:

1. Brand via de opslagtanks grondstoffen (Plantaardige en dierlijke oliën en vetten);
2. Brand via hulpstoffen
3. Brand via de containers (gebruikte bleekarde met restvetten)

Hoewel dit vanuit de NEN 6079 niet vereist is, is het risico van branduitbreiding naar andere objecten op het terrein van Shell via domino-trajecten beoordeeld door de $7,5 \text{ kW/m}^2$ op te schuiven. Zelfs in dit geval leidt dit niet tot brandoverslag naar andere objecten. Uitzondering hierop is het bestaande trafogebouw. Het trafogebouw betreft een brandcompartiment en leidt niet tot verdere branduitbreiding. In figuur B2 is de gecorrigeerde $7,5 \text{ kW/m}^2$ contour schematisch weergegeven.



Rondom de PTU bevindt zich een vrije strook. Uit berekening blijkt dat de kans op branduitbreiding buiten het brandcompartiment nihil is ($P_4 = 0$). Dit betekent automatisch dat $P_{os} \leq P_{norm}(A)$ en dat er voor wat betreft het aspect 'beperking van uitbreiding van brand' dus sprake is van gelijkwaardigheid aan de prestatievoorschriften van het Bouwbesluit 2012.

Bijlage 2: Berekeningen NEN 6079



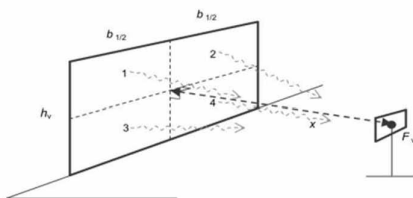
NEN 6079: berekening van de warmtestralingsbelasting

Project: **Shell_PTU**
 Projectnummer: **zie voorblad**
 Gevel: **Noordgevel**

Berekening warmtestralingsflux op tegenoverliggende gevel (φ doel)

Invoergegevens

Gevel breedte (b): **36,0** m
 Gevel hoogte (h): **10,0** m
 Gebouwafstand (x): **22,0** m
 Oppervlakte brandcompartiment **7.100** m²



Berekening van de warmtestraling op doelgevel

$$\varphi_{\text{doel}} = \varphi_{\text{bron}} \cdot F_v$$

Hierin is:

φ_{doel} = de stralingsintensiteit op de doelgevel (kW/m²)
 φ_{bron} = de straling vanuit het brandcompartiment, 45 kW/m² (conform 8.5.1 NEN 6060)
 F_v = Zichtfactor

$$\begin{aligned} F_v &= 4/2\pi \cdot (h_v \cdot Fa \cdot \arctan(Fa) + (Fb/h_v) \arctan(Fb)) &= 0,17 \\ h_r &= 0,5 \cdot h_v/b_{1/2} &= 0,28 \\ h_v &= h/2 \cdot (1 + \sqrt{(A/1.000-1)} \cdot (1 + \sqrt{(qm/60-1)}), \text{ met een maximum van } 10 \text{ m} &= 10 \\ x_r &= x / \sqrt{2} &= 1,22 \\ Fa &= 1/\sqrt{(h_r^2 + x_r^2)} &= 0,8 \\ Fb &= h_r/\sqrt{(1 + x_r^2)} &= 0,18 \end{aligned}$$

Berekenende warmtestralingsflux:

7,4 kW/m²



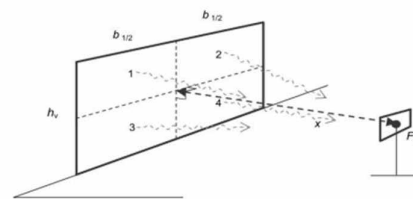
NEN 6079: berekening van de warmtestralingsbelasting

Project: **Shell_PTU**
 Projectnummer: **zie voorblad**
 Gevel: **Oostgevel**

Berekening warmtestralingsflux op tegenoverliggende gevel (φ doel)

Invoergegevens

Gevel breedte (b): **36,0** m
 Gevel hoogte (h): **10,0** m
 Gebouwafstand (x): **22,0** m
 Oppervlakte brandcompartiment **7.100** m²



Berekening van de warmtestraling op doelgevel

$$\varphi_{\text{doel}} = \varphi_{\text{bron}} \cdot F_v$$

Hierin is:

φ_{doel} = de stralingsintensiteit op de doelgevel (kW/m²)
 φ_{bron} = de straling vanuit het brandcompartiment, 45 kW/m² (conform 8.5.1 NEN 6060)
 F_v = Zichtfactor

$$\begin{aligned} F_v &= 4/2\pi \cdot (h_v \cdot Fa \cdot \arctan(Fa) + (Fb/h_v) \arctan(Fb)) &= 0,17 \\ h_r &= 0,5 \cdot h_v/b_{1/2} &= 0,28 \\ h_v &= h/2 \cdot (1 + \sqrt{(A/1.000-1)} \cdot (1 + \sqrt{(qm/60-1)}), \text{ met een maximum van } 10 \text{ m} &= 10 \\ x_r &= x / \sqrt{2} &= 1,22 \\ Fa &= 1/\sqrt{(h_r^2 + x_r^2)} &= 0,8 \\ Fb &= h_r/\sqrt{(1 + x_r^2)} &= 0,18 \end{aligned}$$

Berekenende warmtestralingsflux:

7,4 kW/m²



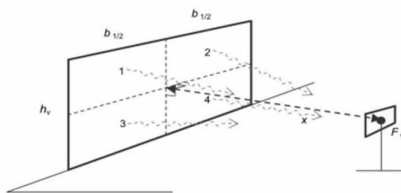
NEN 6079: berekening van de warmtestralingsbelasting

Project: Shell_PTU
 Projectnummer: zie voorblad
 Gevel: Zuidgevel

Berekening warmtestralingsflux op tegenoverliggende gevel (φ doel)

Invoergegevens

Gevel breedte (b): 24,0 m
 Gevel hoogte (h): 10,0 m
 Gebouwafstand (x): 19,0 m
 Oppervlakte brandcompartiment 7.100 m²



Berekening van de warmtestraling op doelgevel

$$\varphi_{doel} = \varphi_{bron} \cdot F_v$$

Hierin is:

φ_{doel} = de stralingsintensiteit op de doelgevel (kW/m²)
 φ_{bron} = de straling vanuit het brandcompartiment, 45 kW/m² (conform 8.5.1 NEN 6060)
 F_v = Zichtfactor

$$\begin{aligned} F_v &= 4/2\pi \cdot (h_v \cdot Fa \cdot \arctan(Fa) + (Fb/h_v) \arctan(Fb)) &= 0,16 \\ h_v &= 0,5 \cdot h/b_{1/2} &= 0,42 \\ h_v &= h/2 \cdot (1 + \sqrt{(A/1.000-1)} \cdot (1 + \sqrt{(qm/60-1)}), \text{ met een maximum van } 10 \text{ m} &= 10 \\ x_r &= x / \sqrt{b} &= 1,58 \\ Fa &= 1/\sqrt{(h_v^2 + x_r^2)} &= 0,61 \\ Fb &= h_v/\sqrt{(1 + x_r^2)} &= 0,22 \end{aligned}$$

Berekenende warmtestralingsflux:

7,3 kW/m²



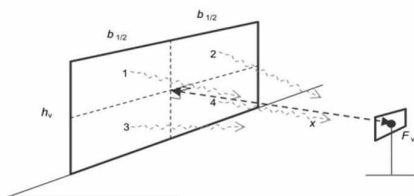
NEN 6079: berekening van de warmtestralingsbelasting

Project: Shell_PTU
 Projectnummer: zie voorblad
 Gevel: Westgevel

Berekening warmtestralingsflux op tegenoverliggende gevel (φ doel)

Invoergegevens

Gevel breedte (b): 48,0 m
 Gevel hoogte (h): 10,0 m
 Gebouwafstand (x): 24,0 m
 Oppervlakte brandcompartiment 7.100 m²



Berekening van de warmtestraling op doelgevel

$$\varphi_{doel} = \varphi_{bron} \cdot F_v$$

Hierin is:

φ_{doel} = de stralingsintensiteit op de doelgevel (kW/m²)
 φ_{bron} = de straling vanuit het brandcompartiment, 45 kW/m² (conform 8.5.1 NEN 6060)
 F_v = Zichtfactor

$$\begin{aligned} F_v &= 4/2\pi \cdot (h_v \cdot Fa \cdot \arctan(Fa) + (Fb/h_v) \arctan(Fb)) &= 0,17 \\ h_v &= 0,5 \cdot h/b_{1/2} &= 0,21 \\ h_v &= h/2 \cdot (1 + \sqrt{(A/1.000-1)} \cdot (1 + \sqrt{(qm/60-1)}), \text{ met een maximum van } 10 \text{ m} &= 10 \\ x_r &= x / \sqrt{b} &= 1 \\ Fa &= 1/\sqrt{(h_v^2 + x_r^2)} &= 0,98 \\ Fb &= h_v/\sqrt{(1 + x_r^2)} &= 0,15 \end{aligned}$$

Berekenende warmtestralingsflux:

7,5 kW/m²

Bijlage 3: Richtwaarde voor de vrije ruimte van buiten opgestelde trafo's

Tabel 3 — Richtwaarden voor de vrije ruimte van buiten opgestelde transformatoren

Transformatortype	Vloeistofvolume l	Vrije ruimte G tot	
		andere transformatoren of niet-ontbrandbare gebouwooppervlakken m	ontbrandbare gebouwooppervlakken m
Met olie gevulde transformatoren (O)	1 000 <...< 2 000	3	7,5
	2 000 ≤...< 20 000	5	10
	20 000 ≤...< 45 000	10	20
	≥ 45 000	15	30
Transformatoren gevuld met minder brandbare vloeistoffen (K) zonder extra bescherming	1 000 <...< 3 800	1,5	7,5
	≥ 3 800	4,5	15
Transformatoren gevuld met minder brandbare vloeistoffen (K) met extra bescherming	Vrije ruimte G tot gebouwooppervlak of naastgeplaatste transformatoren		
	Horizontaal m	Verticaal m	
	0,9	1,5	
Droge transformatoren (A)	Brandklasse	Vrije ruimte G tot gebouwooppervlak of naastgeplaatste transformatoren	
		Horizontaal m	Verticaal m
	F0	1,5	3,0
	F1	Nihil	Nihil
<p>OPMERKING 1 Extra bescherming betekent:</p> <ul style="list-style-type: none"> — sterkte tegen scheuren van de tank, — drukontlasting van de tank, — foutbescherming bij lage stromen, — foutbescherming bij hoge stromen. <p>Voor een voorbeeld van extra bescherming zie Factory Mutual Globe norm 3990 [33], of vergelijkbaar.</p> <p>OPMERKING 2 Er behoort voldoende ruimte te worden gegeven voor het regelmatig schoonmaken van met hars omgeven transformatorwindingen om mogelijke elektrische verstoringen en brandgevaar te voorkomen die worden veroorzaakt door zich afzettende atmosferische vervuiling.</p>			