

RAPPORT

Kwantitatieve Risico Analyse Waterstofinstallatie

Rijnstate Elst

Klant: Rijnstate Ziekenhuis Elst

Referentie: I&BBF5180-123-101R001F01

Status: 01/Definitief

Datum: 22 november 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Kwantitatieve Risico Analyse Waterstofinstallatie

Ondertitel: QRA H2 installatie Elst
Referentie: I&BBF5180-123-101R001F01
Status: 01/Definitief
Datum: 22 november 2021
Projectnaam: Advisering Rijnstate Elst
Projectnummer: BF5180-123-101
Auteur(s): Rik Beuling

Opgesteld door: Rik Beuling

Gecontroleerd door: Gijs Slotman

Datum: 22 november 2021

Goedgekeurd door: Daan Jansen

Datum: 22 november 2021

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veeleenvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Beschrijving inrichting	4
1.3	Rapportgegevens	5
1.3.1	Algemeen	5
1.3.2	Historie QRA	6
1.3.3	Wijzigingen in de QRA	6
2	Wetgeving met betrekking tot extern veiligheidsrisico	7
2.1	Wat is een QRA?	7
2.2	Landelijk toetsingskader	7
2.2.1	Besluit externe veiligheid inrichtingen	7
2.2.2	Plaatsgebonden risico	7
2.2.3	Groepsrisico	8
2.3	Lokaal toetsingskader	9
2.4	Omgevingswet en aandachtsgebieden	9
2.4.1	Introductie Omgevingswet	10
2.4.2	Wijziging groepsrisico, van FN-curve naar aandachtsgebieden	10
2.4.3	Omgevingsvisies	12
2.4.4	Invloed omgevingswet en aandachtsgebieden op deze QRA	12
3	Installatiebeschrijving	13
4	Modellering van de faalscenario's	16
4.1	Risicomodel	16
4.2	Ruwheidslengte en weerscondities	16
4.2.1	Ruwheidslengte	16
4.2.2	Weerscondities	16
4.3	Populatie in de omgeving	16
4.4	Faalscenario's opslagtanks H ₂	17
4.4.1	Initiële faalkansen	17
4.4.2	Repressieve maatregelen	18
4.4.3	Bronsterkte en uitstroomduur	18
4.4.4	Uitwerking faalscenario's opslagtanks	18
4.5	Faalscenario's elektrolyse- en brandstofcelskids	19
4.5.1	Initiële faalkansen	19
4.5.2	Repressieve maatregelen	19
4.5.3	Bronsterkte en uitstroomduur	19
4.5.4	Uitwerking faalscenario's voor elektrolyse- en brandstofcelskids	20
4.6	Faalscenario's leidingen	20

4.6.1	Initiële faalkansen	20
4.6.2	Repressieve maatregelen	20
4.6.3	Bronsterkte en uitstroomduur	20
4.6.4	Uitwerking faalscenario's voor leidingen	21
4.7	Overige installatieonderdelen	21
4.8	Ontstekingskansen	21
4.8.1	Directe ontsteking	21
4.8.2	Vertraagde ontsteking	21
4.9	Externe domino-effecten	22
5	Resultaten	23
5.1	Plaatsgebonden risico	23
5.1.1	Plaatsgebonden risicocontouren	23
5.1.2	Bijdrage aan het plaatsgebonden risico	24
5.2	Groepsrisico	25
5.3	Effectafstanden	25
5.4	Aandachtsgebieden	26
6	Conclusie	29
6.1	Aan te vragen bedrijfssituatie in het kader van omgevingsvergunning	29
6.2	Optionele toekomstige situatie additionele opslagtank van 100 kg	29
7	Referenties	30

Bijlagen

Bijlage 1 – Faalscenario's opslagtanks

Bijlage 2 – Faalscenario's elektrolyseskid en brandstofcelskid

Bijlage 3 – Faalscenario's leidingen

Bijlage 4 – Site lay-out

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Als onderdeel van het te realiseren Rijnstate Ziekenhuis, te Elst, zal een waterstofinstallatie worden gerealiseerd. In de installatie wordt waterstof geproduceerd met opgewekte energie van PV-panelen (door middel van elektrolyse), worden opgeslagen en weer worden omgezet naar stroom door middel van een brandstofcel. Vanwege de aanwezigheid van de gevaarlijke stof waterstof (H_2) binnen de installatie is er in het kader van de omgevingsvergunningaanvraag een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd conform het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) [1]. De uitgangspunten en de resultaten van de actualisatie van de QRA zijn in deze rapportage verwerkt.

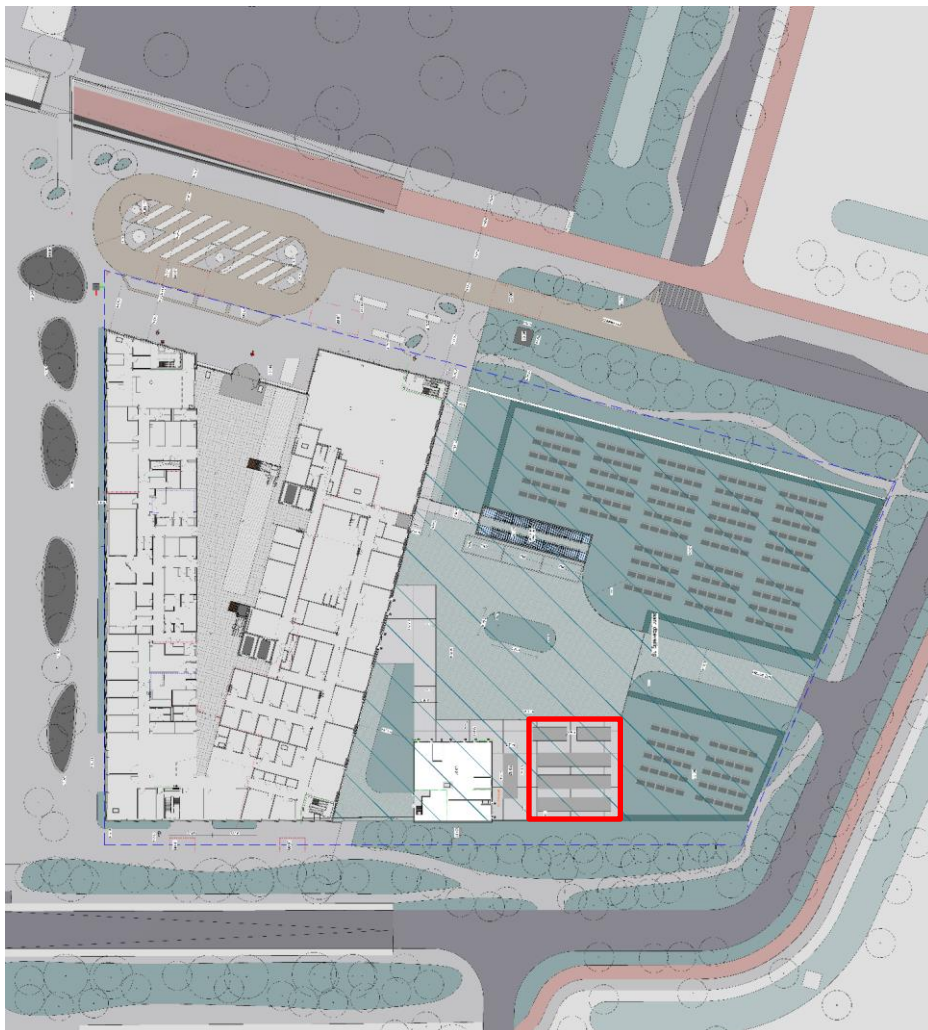
1.2 Beschrijving inrichting

Het nieuwe Rijnstate ziekenhuis is gepland aan de Spoorlaan te Elst (Gelderland). In Figuur 2 is de projectlocatie weergegeven. Het plangebied is aan de noord-, oost-, en zuidzijde ingesloten door de openbare weg. Aan de westzijde grenst het plangebied aan het spoortracé Utrecht-Nijmegen en het treinstation Elst.



Figuur 1: Situatie toekomstige locatie Rijnstate Ziekenhuis Elst (bron: Cyclomedia)

De waterstofinstallatie bevindt zich aan de zuidgrens van de inrichting zoals deze zal worden aangevraagd in de omgevingsvergunning (weergegeven in noord gerichte plantekening in Figuur 2).



Figuur 2: Noord gerichte plantekening Rijnstate Ziekenhuis Elst met rood omlijnd de locatie van de waterstof installatie en in blauwe onderbroken lijn de inrichtingsgrens

Binnen de inrichting bevinden zich naast de waterstofinstallatie ook een opslag voor medische gassen (PGS 15) en een in pandig opgestelde dieseltank. Deze worden nader beschouwd in hoofdstuk 3 en paragraaf 4.7.

1.3 Rapportgegevens

1.3.1 Algemeen

In de onderstaande tabel zijn de algemene rapportgegevens opgenomen.

Tabel 1: Algemene rapportgegevens

Naam inrichting	Rijnstate Ziekenhuis Elst
Adres:	Spoorlaan (nummer n.t.b.) (Postcode n.t.b.) Elst
Reden opstellen QRA:	Omgevingsvergunningaanvraag
Gevolgd methode:	Handleiding Risicoberekeningen BEVI (v4.3) [2], Safeti-NL (DNV, versie 8.3) [3]

Peil datum:	11 november 2021
-------------	------------------

1.3.2 Historie QRA

In de onderstaande tabel zijn de voorgaande versies van de QRA weergegeven.

Tabel 2: Historie QRA

Datum	Referentie	Titel en toelichting
11 november 2021	I&BBF5180-123RXXF01	Titel: "QRA waterstofinstallatie Rijnstate Ziekenhuis, te Elst". Toelichting: Eerste uitgave

1.3.3 Wijzigingen in de QRA

Dit betreft de eerste versie van de QRA voor Rijnstate Ziekenhuis Elst en derhalve zijn er geen wijzigingen opgenomen.

2 Wetgeving met betrekking tot extern veiligheidsrisico

2.1 Wat is een QRA?

Een QRA maakt de externe veiligheidsrisico's inzichtelijk. Bij het inzichtelijk maken van externe veiligheidsrisico's wordt een tweetal begrippen gehanteerd, het 'plaatsgebonden risico' en het 'groepsrisico':

- Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans aan dat iemand die onafgebroken en onbeschermd op een bepaalde plaats verblijft, ten gevolge van enig ongewoon voorval bij een bepaalde activiteit om het leven komt;
- Het groepsrisico (GR) geeft de kans weer dat een bepaalde groep mensen door de effecten van een activiteit dodelijk wordt getroffen. Het groepsrisico wordt grafisch weergegeven als zogenaamde FN-curve, waarbij de kans (F) wordt uitgezet tegen het mogelijke aantal doden (N) en is afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de omgeving van de inrichting.

Bij risicoberekeningen in een QRA worden de risico's van de verschillende scenario's gesommeerd tot een totaal PR en GR. Het PR is onafhankelijk van de daadwerkelijke aanwezigheid van personen; het GR houdt wel rekening met aanwezigheid van personen in de omgeving van de inrichting.

2.2 Landelijk toetsingskader

2.2.1 Besluit externe veiligheid inrichtingen

De wetgeving externe veiligheid ten aanzien van inrichtingen is verankerd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) [1]. Hierin zijn wettelijke grens- en richtwaarden opgenomen voor het PR en een zogenaamde oriëntatiewaarde voor het GR, gecombineerd met een verantwoordingsplicht. De grens- en richtwaarden van het Bevi moeten worden toegepast bij besluitvorming in het kader van Wabo-vergunningverlening en van de ruimtelijke ordening.

2.2.2 Plaatsgebonden risico

Het Bevi kent een wettelijke grenswaarde voor kwetsbare objecten (10^{-6} per jaar) en een wettelijke richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten (10^{-6} per jaar).

- De grenswaarde voor kwetsbare objecten (PR 10^{-6} contour) dient te worden beschouwd als een harde norm waaraan te allen tijde dient te worden voldaan;
- De richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten (PR 10^{-6} contour) moet zoveel mogelijk zijn bereikt op het tijdstip dat in de algemene maatregel van bestuur is aangegeven en het bereikte niveau moet vervolgens zoveel mogelijk in stand worden gehouden. Van de richtwaarde mag het bevoegd gezag slechts afwijken indien gewichtige redenen daartoe aanleiding geven. Die redenen moeten in de motivering van het besluit worden aangegeven. Er is bewust van afgezien om in dit besluit een nadere invulling van het begrip gewichtige reden te geven. Afwijking van een richtwaarde is primair een verantwoordelijkheid van het lokale bevoegd gezag.

Dit betekent dat zich geen kwetsbare objecten mogen bevinden binnen de PR 10^{-6} contour en dat zich binnen deze contour in principe geen beperkt kwetsbare objecten mogen bevinden. In Tabel 3 is een overzicht opgenomen van de termen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten, zoals deze in het Bevi zijn gedefinieerd.

Tabel 3: Definities beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten, conform Bevi

Beperkt kwetsbaar object	
a	Verspreid liggende woningen, woonschepen en woonwagens van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare; Dienst- en bedrijfswoningen van derden.
b	Kantoorgebouwen, voor zover zij niet onder kwetsbaar object, onder c, vallen.
c	Hotels en restaurants, voor zover zij niet onder kwetsbaar object, onder c, vallen.
d	Winkels, voor zover zij niet onder kwetsbaar object, onder c, vallen.
e	Sporthallen, sportterreinen, zwembaden en speeltuinen.
f	Kampeertreinen en andere kavels bestemd voor recreatieve doeleinden, voor zover zij niet onder kwetsbaar object, onder d, vallen.
g	Bedrijfsgebouwen, voor zover zij niet onder kwetsbaar object, onder c, vallen.
h	Objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn.
i	Objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.
Kwetsbaar object	
a	Woningen, woonschepen en woonwagens niet zijnde woningen als bedoeld in beperkt kwetsbaar object, onder a.
b	Gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals: ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen; scholen; gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen.
c	Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals: kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m ² per object; complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1.000 m ² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2.000 m ² per winkel, voor zover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd.
d	Kampeer- en andere recreatietreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

2.2.3 Groepsrisico

Het GR geeft de kans aan dat tenminste een bepaald aantal mensen door enig ongewoon voorval bij een bepaalde activiteit dodelijk wordt getroffen. Het GR wordt grafisch weergegeven als zogenaamde FN-curve, waarmee de kans (F) wordt uitgezet tegen het mogelijk aantal doden (N) en is afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de omgeving van de inrichting.

In het Bevi [1] is de buitenwettelijke oriëntatiewaarde opgenomen dat een incident met 10 of meer doden slechts met een kans van één op de honderdduizend per jaar mag voorkomen (10^{-5}), terwijl een ongeval met 100 of meer doden slechts met een kans van één op de tien miljoen jaar (10^{-7}) mag voorkomen.

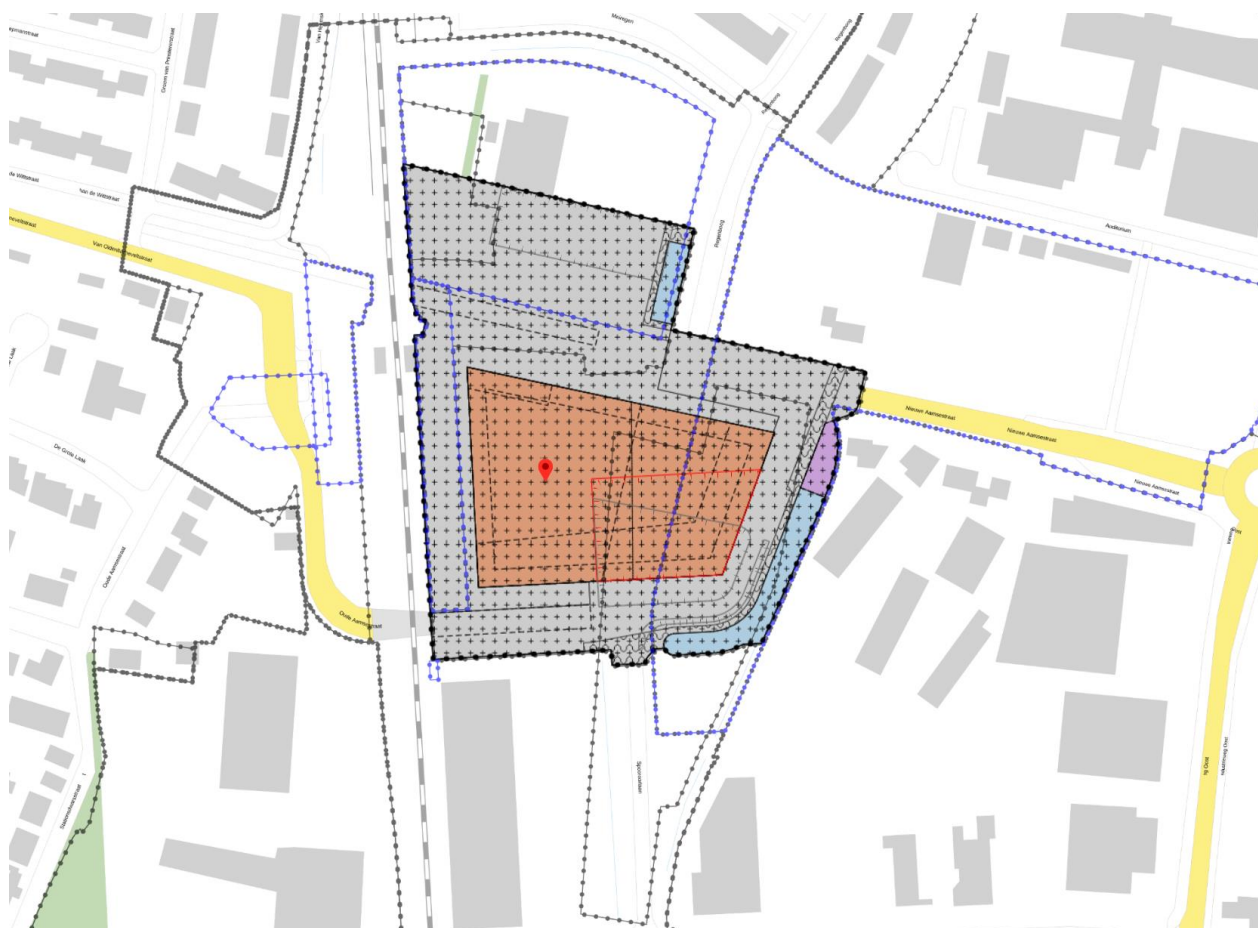
De buitenwettelijk vastgestelde waarde voor het GR is dus een oriëntatiewaarde en dient als een ijkpunt bij de wettelijke verantwoordingsplicht groepsrisico. Hierbij maakt het bevoegd gezag een afweging met betrekking tot de aanvaardbaarheid van de risico's. Bij deze afweging worden behalve de hoogte van het groepsrisico, ook de zelfredzaamheid van de aanwezige personen in de nabije omgeving, de bestrijdbaarheid van een incident, mogelijk te treffen (aanvullende) bron- en overige maatregelen en mogelijke alternatieven betrokken.

2.3 Lokaal toetsingskader

Figuur 3 geeft een overzicht van het vigerende bestemmingsplan in de omgeving van Rijnstate Ziekenhuis Elst. Het ligt centraal binnen het bestemmingsplan “Elst, Ziekenhuisvoorziening Rijnstate” (vastgesteld 26 januari 2021). De toekomstige locatie van het ziekenhuis is bestemd als ‘Enkelbestemming Maatschappelijk’ (zie Figuur 3, oranje gebied). Hierbinnen is een enkele gebiedsaanduiding ‘wetgevingszone – wijzigingsgebied’ vastgesteld. Deze is in Figuur 3 aangegeven met rode omlijning.

Binnen de betreffende gebiedsaanduiding zijn Burgemeester en wethouders bevoegd ingevolge artikel 3.6 van de Wet ruimtelijke ordening het plan te wijzigen voor het toestaan van bedrijfsmatige activiteiten, welke ten dienste van de in artikel 4.1 van de planregels genoemde functies, die voor wat betreft de aard en de omvang van de milieuhinder die het veroorzaakt gelijk gesteld kunnen worden met milieucategorie 3.1, zoals bedoeld in de VNG-publicatie 'Bedrijven en Milieuzonering' (2009). De waterstofinstallatie valt onder deze milieucategorie.

De toelichting van het bestemmingsplan noemt verder ten overvloede dat inrichtingen zoals bedoel onder het Bevi, moeten voldoen aan de daarin gestelde criteria voor het PR en het GR.



Figuur 3: Verbeelding bestemmingsplan Elst, Ziekenhuisvoorziening Rijnstate” (bron: ruimtelijkeplannen.nl)

2.4 Omgevingswet en aandachtsgebieden

Bij het opstellen van deze paragraaf is gebruik gemaakt van informatie van de website: www.aandeslagmetdeomgevingswet.nl en het Handboek Omgevingsveiligheid [5].

2.4.1 Introductie Omgevingswet

Met de Omgevingswet wil de overheid de regels voor ruimtelijke ontwikkeling vereenvoudigen en samenvoegen. Naar verwachting treedt de Omgevingswet op 1 juli 2022 in werking. Met het in werking treden van de Omgevingswet gaan ook de regels ten aanzien van externe veiligheid veranderen. De regels voor externe veiligheid staan in de Omgevingswetinstrumenten omgevingsvisie, omgevingsplan, Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl).

Gemeenten en provincies moeten bij het opstellen van een omgevingsvisie veiligheid meewegen. Als gemeenten in een vroeg stadium naar veiligheid kijken, dan kunnen ze bijvoorbeeld een minder risicovolle locatie voor een fabriek zoeken. Of ze kunnen zorgen voor voldoende afstand tussen een risicobron en een kwetsbaar gebouw of kwetsbare locatie. Dit helpt om het aantal mogelijke slachtoffers bij een ongeval te verminderen.

In het omgevingsplan moeten gemeenten regels opnemen over externe veiligheid. Ze moeten rekening houden met de mogelijkheden om een brand, ramp of crisis te voorkomen. Maar ook om deze te beperken en te bestrijden. Daarnaast moeten ze in het omgevingsplan een grenswaarde in acht nemen voor het plaatsgebonden risico.

Verder moeten gemeenten in het omgevingsplan aandachtsgebieden aanwijzen voor brand, explosie en gifvolk. Het werken met aandachtsgebieden is een andere manier voor de invulling van het groepsrisico. De Omgevingswet past dit voor het eerst toe. De regels hiervoor staan in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl).

2.4.2 Wijziging groepsrisico, van FN-curve naar aandachtsgebieden

Met het in werking treden van de Omgevingswet zal het groepsrisico niet langer beoordeeld gaan worden op basis van de momenteel gebruikte FN-curve. Ook de oriënterende richtwaarde uit deze curve wordt niet langer toegepast. In plaats daarvan wordt er gewerkt met zogenaamde aandachtsgebieden en voorschriftgebieden.

Er zijn drie soorten aandachtsgebieden: voor brand, explosies en gifwolken. Deze aandachtsgebieden vormen samen 'schillen' met verschillende afstanden tot de risicobron.

- De binnenste schil is het brandaandachtsgebied, want het effect van een brand reikt het minst ver.
- Daaromheen ligt het explosieaandachtsgebied.
- De buitenste schil is het gifwolkaandachtsgebied.

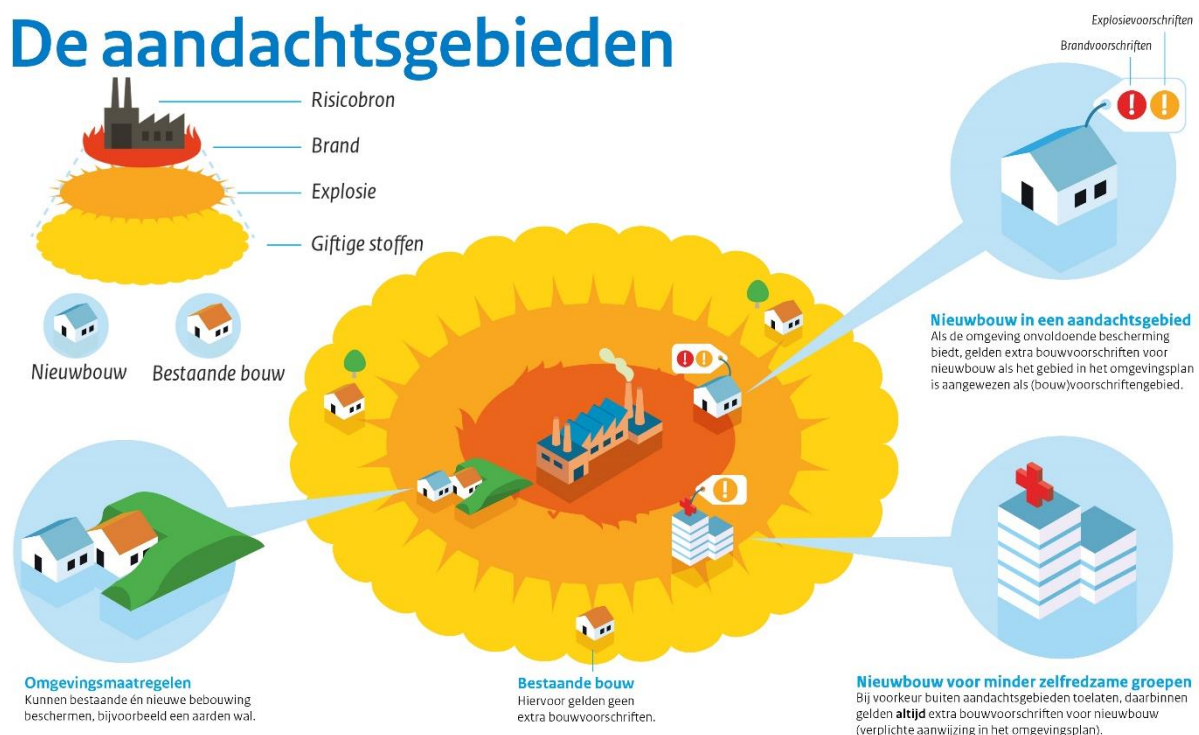
Een aandachtsgebied wordt niet in het omgevingsplan aangewezen, maar geldt van rechtswege.

De gemeente moet in het omgevingsplan binnen deze aandachtsgebieden rekening houden met het groepsrisico. Dit is de kans op het overlijden van een groep van tien of meer personen per jaar als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval veroorzaakt door een activiteit. De gemeente voldoet hieraan door in het aandachtsgebied geen beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen toe te laten, en ook geen beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties. De gemeente voldoet ook als ze deze gebouwen en locaties wel toelaat en daarvoor extra maatregelen neemt. Dat doet de gemeente met voorschriftgebieden.

De begrenzing van de aandachtsgebieden is vastgesteld in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl):

- Een brandaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot een plasbrand of een fakkelbrand, de warmtestraling ten hoogste 10 kW/m² is (Bkl artikel 5.12, lid 1).
- Een explosieaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot:
 - a. een kokende vloeistof-gasexpansie-explosie (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, BLEVE), de warmtestraling ten hoogste 35 kW/m² is, en;
 - b. een explosie, anders dan onder a, de overdruk ten hoogste 10 kPa (0,1 bar) is (Bkl artikel 5.12, lid 2).
- Een gifwolkaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot een gifwolk, personen in een gebouw overlijden door blootstelling aan ten hoogste de bij ministeriële regeling bepaalde vastgestelde concentratie van een gevaarlijke stof (Bkl artikel 5.12, lid 3). Het berekende gifwolkaandachtsgebied kan enkele kilometers groot zijn. Dit hangt samen met het soort en de hoeveelheden giftige stoffen die vrijkomen. Bij het besluit over een ruimtelijk ontwikkeling in de omgeving van een activiteit met gevaarlijke stoffen, is het gebied waar rekening moet worden gehouden met het groepsrisico als gevolg van een gifwolk beleidsmatig afgekapt op 1,5 km (Bkl artikel 5.12, lid 4). Deze beleidsmatige afkapgrens geldt alléén voor ruimtelijke ontwikkelingen in de omgeving van een activiteit met gevaarlijke stoffen. De afkapgrens geldt dus niet voor het verlenen van de vergunning voor de activiteit met gevaarlijke stoffen zelf. Bij de beoordeling of voorschriften aan de omgevingsvergunning voor een activiteit met gevaarlijke stoffen moeten worden verbonden om de gevolgen voor de omgeving van een gifwolk te beperken, moet uitgegaan worden van het bepaalde of berekende gifwolkaandachtsgebied. Ook geldt de afkap niet bij het rekening houden met de veiligheidsrisico's van een brand, ramp, of crisis (Bkl artikel 5.2).

De aandachtsgebieden



Figuur 4: Informatie aandachtsgebieden

2.4.3 Omgevingsvisies

Binnen het invloedsgebied van Rijnstate Ziekenhuis Elst is één omgevingsvisie in concept opgesteld. Dit betreft de:

- Omgevingsvisie Overbetuwe 2040, gemeente Overbetuwe, vastgesteld op 1 oktober 2019.

Omgevingsvisie Overbetuwe (gemeente Overbetuwe)

In de omgevingsvisie Overbetuwe wordt niet specifiek aandacht besteed aan externe veiligheid of risico's voor de veiligheid ten gevolge van ongevallen met gevaarlijke stoffen. Wel wordt aandacht besteed aan de versnelling van de energietransitie. Daarin wordt aangesloten bij het Gelders energieakkoord. Daarin staat onder andere de volgende ambitie verwoord:

“We willen zoveel mogelijk de energie produceren daar waar er vraag is en passend bij de vraag (gericht op verlagen logistieke druk in het energienetwerk).”

Momenteel is deze visie nog niet uitgewerkt in een omgevingsplan.

2.4.4 Invloed omgevingswet en aandachtsgebieden op deze QRA

Omdat de Omgevingswet nog niet van kracht is kunnen nog geen consequenties naar aanleiding van de conclusies van deze QRA getrokken worden. Wel dient genoemd te worden dat een groot aantal gemeenten in Nederland ter voorbereiding op de Omgevingswet al een omgevingsvisie en omgevingsplannen aan het opstellen zijn.

Vanaf de invoering van de Omgevingswet hebben activiteiten met gevaarlijke stoffen een aandachtsgebied en gelden de instructieregels van het Besluit kwaliteit leefomgeving. Uiterlijk 1 januari 2024 moet bevoegd gezag informatie over externe veiligheidsrisico's aanleveren aan het Register Externe Veiligheidsrisico's (REV). De aandachtsgebieden worden in de Atlas Leefomgeving weergegeven en op die manier voor iedereen zichtbaar.

Om inzicht te geven in de (toekomstige) ontwikkelingen bij Rijnstate Ziekenhuis Elst en te voorkomen dat er plannen worden gebaseerd op verouderde gegevens is het van belang om de aandachtsgebieden ten gevolge van de activiteiten bij Rijnstate Ziekenhuis Elst bij deze QRA in beeld te brengen. Zie hiervoor paragraaf 5.4 Aandachtsgebieden.

3 Installatiebeschrijving

Het ontwerp van de installatie is bij publicatie van deze QRA nog in conceptfase. Daar waar bepaalde elementen nog niet bekend waren ten tijde van publicatie zijn onderbouwde aannames gedaan. Waar dit het geval is, wordt dit vermeld in de tekst.

De te realiseren waterstofinstallatie op het terrein van Rijnstate Ziekenhuis Elst zoals deze wordt aangevraagd in de omgevingsvergunning, bestaat uit een elektrolyseskid met een maximale waterstof productie van 100 kW ofwel 20 Nm³/uur, twee opslagtanks van ieder 100 kg¹ en een brandstofcelskid met een verwerkingscapaciteit van 4,7 kg waterstof/uur. Hiertussen ligt verbindend leidingwerk met een interne diameter van 12 mm, met in-line 7 µm filters om eventuele restanten vocht en inox restanten te verwijderen uit de flow en een drietal isolatiekleppen.

De tanks en het elektrolyseskid opereren op een druk van 30 bar, na de drukreducer in de leiding na het brandstofcelskid is de druk 8 bar. De temperatuur in het elektrolyseskid is 45 tot 50 graden °C en in het brandstofcelskid 40 °C. De temperatuur in het leidingwerk en de opslagtanks zal afhankelijk zijn van de weersinvloeden en seizoenen. Gezien de flow vanaf het elektrolyseskid circa 2,3 kg/uur betreft, wordt aangenomen dat de toegevoegde warmte van dit skid de temperatuur van het leidingwerk en de opslagtank nauwelijks beïnvloedt. Daarom is voor de berekeningen de temperatuur in het leidingwerk en in de opslagtanks gesteld op de omgevingstemperatuur van 9,8 °C (conform HRB).

Iedere tank beschikt over een mechanische drukaflaat op 32 bar (in open verbinding met het 30 bar leidingwerk) en binnen het 8 bar leidingwerk na de drukreducer, is een mechanische drukaflaat op 14 bar voorzien. Daarnaast is er een elektronische drukschakelaar met afblaas naar de atmosfeer voorzien in de uitgaande leiding van het elektrolyseskid op 31 bar, die het skid afschakelt.

Middels fail-to-close-position (sluiten bij wegvallen van opensturende energie) isolatiekleppen, kan het systeem na detectie van een lek of overdruk worden ingesloten in vier afzonderlijke delen. Deze vier delen betreffen de tank(s), het elektrolyseskid, het brandstofcelskid en het leidingwerk.

Exacte bedrijfstijden per jaar zijn nog niet bekend, daarom is conservatief verondersteld wordt dat alle installatieonderdelen gedurende het hele jaar in bedrijf zijn. Dit is een conservatieve aanname die is doorgevoerd in de berekeningen (zie ook hoofdstuk 4), omdat naar verwachting het grootste deel van de tijd het elektrolyseskid en het brandstofcelskid niet gelijktijdig in bedrijf zullen zijn.

Het proces is weergegeven in een weergave van de voorlopige P&ID in Figuur 5.

De fysieke ligging van de installatie is weergegeven in Figuur 2. Een detail lay-out is weergegeven in Figuur 6. Een site lay-out is opgenomen in en in bijlage 4. De installatie bevindt zich binnen een gesloten omheining met open ventilatie aan de bovenzijde. Voor de modellering van de installatie in Safeti-NL wordt deze omheining niet meegenomen. Dit betekent dat er natuurlijke ventilatie plaatsvindt en weersinvloeden van buitenaf worden meegenomen in de risicoberekeningen.

Binnen de inrichting bevinden zich naast de waterstofinstallatie ook een opslag voor medische gassen (PGS 15) en een in pandig opgestelde dieseltank. Deze bevinden zich in een gebouw direct ten westen van de waterstofinstallatie. In de opslag voor medische gassen wordt zuurstof (en perslucht) opgeslagen

¹ Ziekenhuis Rijnstate Elst heeft voor een eventuele toekomstige uitbreiding met een derde opslagtank van 100 kg verzocht de gevolgen tevens in kaart te brengen. Dit betreft dus niet de situatie zoals wordt aangevraagd in het kader van de omgevingsvergunning, maar een additionele berekening die enkel dient voor inzicht in de effecten van een dergelijke uitbreiding.

Z1 H2 Platform

Z2 Fuel Cell Container-Indoor

Z3 Electrolyser Container

UQ1 H2 Vent

FC line-Above H2 Board-Outdoor

H2 Board-Outdoor

Key Components and Labels:

- CM1 320bar H2 Tank**: Hydrogen storage tank.
- OXL1, OXL2, OXL3, OXL4**: Flange adapters and connectors.
- V7, V8**: Spare valves.
- RL1 Plug**: Water drain lockable valve.
- TP 1**: Pressure transducer.
- TP 2**: Pressure transducer.
- G1GA1**: 100-W Fuel Cell.
- E1GS1**: 100-W Electrolyser.
- H1BM1, H1BM2, H1BM3**: Pressure transducers.
- N1**: Safety relief valve.
- R1**: Pressure regulator.
- F1, F2**: 7 µm filters.
- V1, V2, V3, V4**: Isolation and purge valves.
- C1**: Electrolyser line purge valve position sensor.
- C1PL1, C1PL2, C1PL3**: LED indicators for various states (Blue, Yellow).
- SWP1**: Pipe SWP1.
- 1X, 2X, 3X, 4X, 5X, 6X, 7X, 8X, 9X, 10X, 11X, 12X, 13X, 14X, 15X, 16X, 17X, 18X, 19X, 20X, 21X, 22X, 23X, 24X, 25X, 26X, 27X, 28X, 29X, 30X, 31X, 32X, 33X, 34X, 35X, 36X, 37X, 38X, 39X, 40X, 41X, 42X, 43X, 44X, 45X, 46X, 47X, 48X, 49X, 50X, 51X, 52X, 53X, 54X, 55X, 56X, 57X, 58X, 59X, 60X, 61X, 62X, 63X, 64X, 65X, 66X, 67X, 68X, 69X, 70X, 71X, 72X, 73X, 74X, 75X, 76X, 77X, 78X, 79X, 80X, 81X, 82X, 83X, 84X, 85X, 86X, 87X, 88X, 89X, 90X, 91X, 92X, 93X, 94X, 95X, 96X, 97X, 98X, 99X, 100X**: Various union and connection points.

Figuur 5: Weergave voorlopige P&ID waterstofinstallatie (bron: PowiDian)



22 november 2021

4 Modelling van de faalscenario's

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten en faalscenario's voor de risicoberekeningen van de waterstofinstallatie toegelicht.

4.1 Risicomodel

De berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenpakket Safeti-NL [3]. Dit is een rekenpakket voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van inrichtingen en vastgelegd in het Revi [6] voor het opstellen van QRA's in Nederland. Aan de hand van invoergegevens, zoals de hoeveelheid gevaarlijke stof, de procescondities en scenario's, berekent Safeti-NL de externe veiligheidsrisico's. Het resultaat van een berekening bestaat uit PR-contouren en (wanneer van toepassing) de FN-curve voor het GR.

Alle risico- en effectcontouren in deze rapportage zijn op 1 meter hoogte boven maaiveld weergegeven.

4.2 Ruwheidslengte en weerscondities

4.2.1 Ruwheidslengte

De hoedanigheid van de omgeving speelt een rol bij het optreden van effecten van een brand. Hierbij is het van belang wat voor type bebouwing (hoog- of laagbouw) of natuur er in de omgeving van Rijnstate Ziekenhuis Elst gelegen is. De ruwheidslengte is bepaald op basis van de standaard invoer mogelijkheden van Safeti-NL. Er is gekozen voor een ruwheidslengte van 1 m.

4.2.2 Weerscondities

Bij het berekenen van het PR en GR is gebruik gemaakt van de meteogegevens van het weerstation Deelen zoals deze in Safeti-NL zijn opgenomen. Dit betreft het dichtstbijzijnde representatieve weerstation voor de locatie van Rijnstate Ziekenhuis Elst.

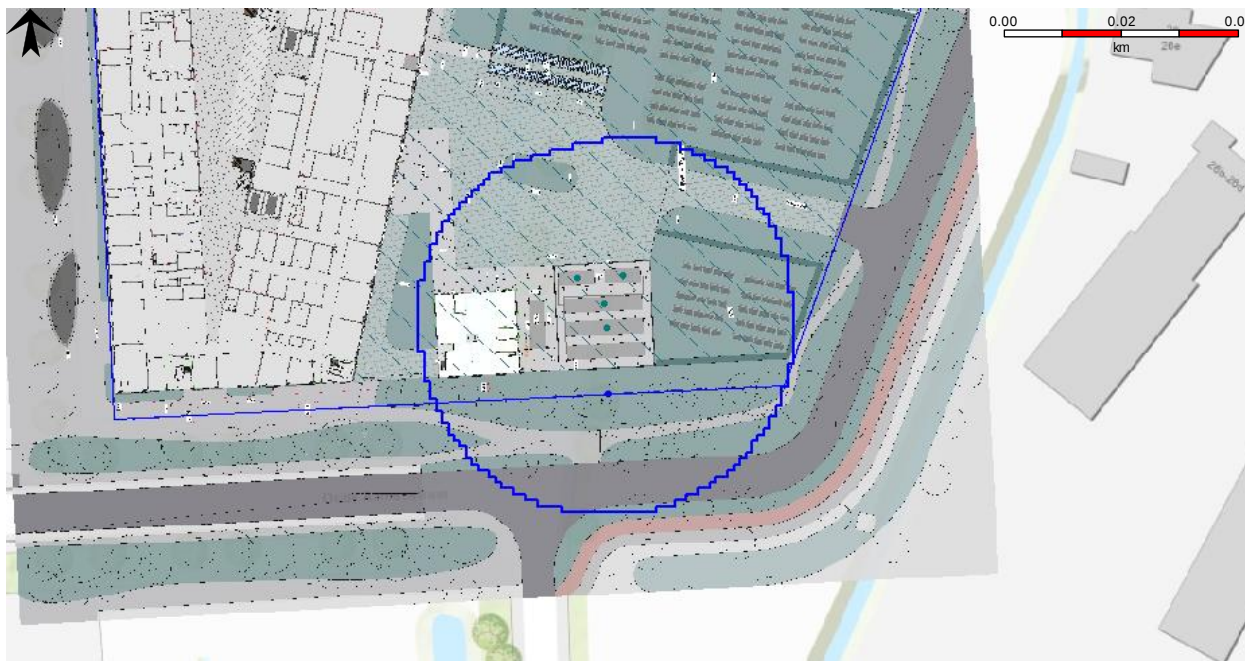
Conform HRB [2] is uitgegaan van een gemiddelde omgevingstemperatuur van 9,8 °C.

4.3 Populatie in de omgeving

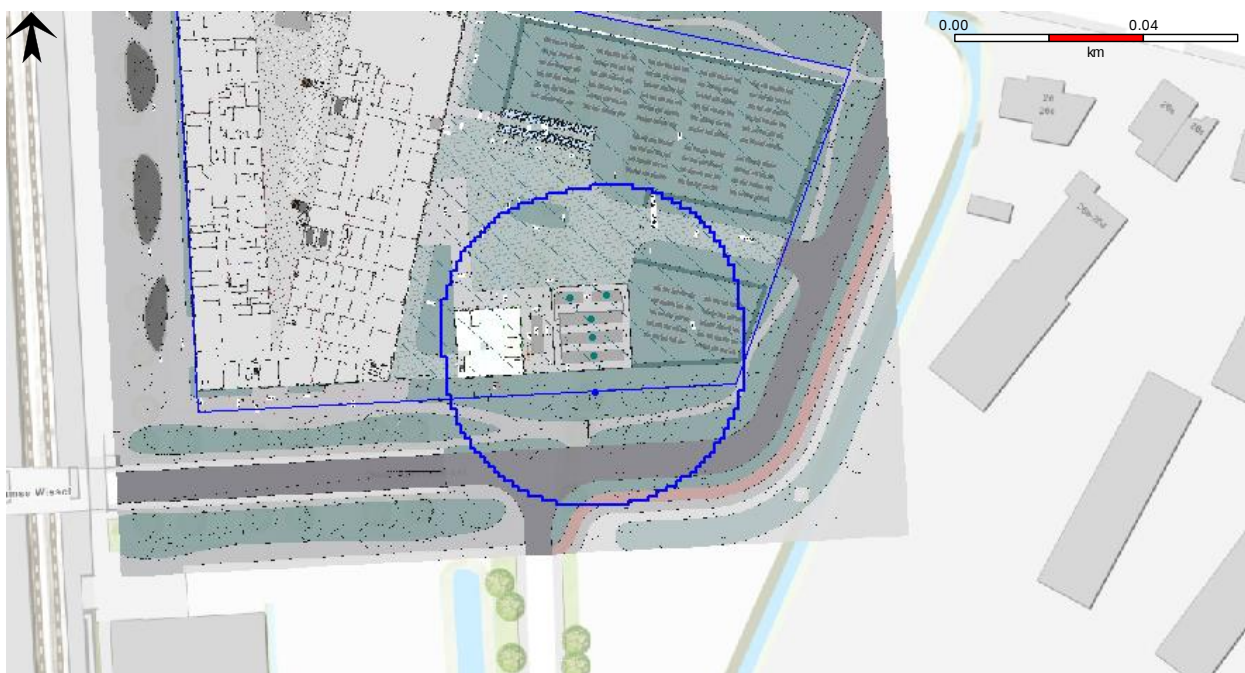
Conform artikel 1, lid 2 van het Bevi [3] wordt bij het berekenen van het groepsrisico alleen rekening gehouden met alle mogelijke aanwezigen buiten de inrichting. De aanwezige personen op het perceel van Rijnstate Ziekenhuis Elst worden dus niet meegenomen bij de bepaling van het groepsrisico.

Binnen het berekende invloedsgebied (1% letaliteit) bevindt zich geen populatie, aangezien het invloedsgebied alleen overlapt met de functie verkeer binnen het vigerende bestemmingsplan. Om een groepsrisico te kunnen bepalen is er een minimale populatie van 10 personen nodig, deze worden niet geacht tegelijk aanwezig te zijn binnen het vlak waar het invloedsgebied overlapt met de functie verkeer.

De invloedsgebieden voor de installatie zoals wordt aangevraagd in het kader van de omgevingsvergunning en voor de eventueel toekomstige variant met een additionele opslagtank van 100kg, zijn weergegeven in respectievelijk Figuur 7 en Figuur 8.



Figuur 7: Invloedsgebied (blauwe cirkel) installatie zoals wordt aangevraagd in het kader van de omgevingsvergunning



Figuur 8: Invloedsgebied (blauwe cirkel) met additionele opslagtank van 100 kg (optionele toekomstige situatie – geen onderdeel van aanvraag omgevingsvergunning)

4.4 Faalscenario's opslagtanks H₂

4.4.1 Initiële faalkansen

Voor bovengrondse opslagtanks onder druk zijn de initiële faalfrequenties conform de HRB [2] gespecificeerd in Tabel 4.

Tabel 4: Initiële faalfrequenties voor bovengrondse opslagtank onder druk

Scenario 's	Initiële faalfrequentie [jaar ⁻¹]
1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5,00E-07
2. Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	5,00E-07
3. Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1,00E-05

4.4.2 Repressieve maatregelen

De opslagvaten zijn gekoppeld aan een automatisch inbloksysteem. Bij een detectie van een lek of bij drukverlies zullen de vier isolatiekleppen de afzonderlijke installatieonderdelen afsluiten van elkaar. In deze fase van het ontwerp is niet volledig niet bekend hoe het inbloksysteem is uitgevoerd en welke betrouwbaarheid deze heeft. De HRB vermeldt een faalkans van 0,001 voor automatische inbloksystemen. De meeste proces inbloksystemen zijn echter SIL 1 of hooguit SIL 2. Dat betekent dat de faalkans van dat systeem 0,1 of 0,01 per aanspraak is en dus niet de in het HRB genoemde 0,001 per aanspraak. In de berekeningen is conservatief uitgegaan van een SIL1 systeem met een faalkans van 0,1.

Conform HRB wordt uitgegaan van een sluiting van het inbloksysteem binnen 120 seconden.

4.4.3 Bronsterkte en uitstroomduur

Bij het instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van de opslagtank zal de gehele inhoud instantaan vrijkomen. Bij het vrijkomen van de gehele inhoud van de opslagtank in 10 minuten wordt de bronsterkte berekend aan de hand van de inhoud van de tank. Voor het continue en constante uitstromen van de inhoud wordt uitgegaan van een debiet bij een gat van 10 mm, deze wordt berekend door Safeti-NL [3].

Daarnaast zijn scenario's voor nalevering gemodelleerd, als een short pipe met een lengte van 5 m, waarachter zich een vat met een inhoud van 100 kg³ bevindt (zijnde het volume van de andere opslagtank).

De scenario's voor nalevering delen dezelfde faalfrequenties met de reguliere instantaan falen, 10 min lek en 10 mm lek scenario's, met dien verstande dat deze zijn opgesplitst in een bron na succesvolle sluiting van het inbloksysteem met een duur van 120 seconden⁴ en een bron na falen van het inbloksysteem met een duur berekend door Safeti-NL op basis van het gehele achterliggend volume. Omdat de uitstroomopening van 12 mm (aansluitend leidingwerk) en daarmee tevens de bronsterkte gelijk zijn voor nalevering bij alle drie de standaard faalscenario's, zijn de faalfrequenties gesommeerd. Dit is voor zowel de nalevering bij succesvol sluiten van het inbloksysteem het geval, als bij falen van het inbloksysteem.

4.4.4 Uitwerking faalscenario's opslagtanks

In bijlage 1 zijn faalscenario's voor de opslagtanks verwerkt. Hierin zijn de berekende faalfrequenties, de bronsterkte, de uitstroomduur en de nalevering opgenomen. Deze scenario's zijn opgenomen in de berekening van de externe veiligheidsrisico's.

³ Of 200 kg in het geval van de additionele berekening voor een eventuele toekomstige uitbreiding met een extra opslagtank van 100 kg.

⁴ Voor het bepalen van het volume voor het scenario 'succesvol sluiten inbloksysteem', is de bronsterkte op basis van het gehele achterliggende volume genomen en vermenigvuldigd met 120 seconden.

4.5 Faalscenario's elektrolyse- en brandstofcelskids

4.5.1 Initiële faalkansen

Het elektrolyseskid en het brandstofcelskid worden gemodelleerd conform paragraaf 3.9 van Module C HRB [2]. Dit betreft de modellering voor reactorvaten en procesvaten. De initiële faalkansen voor loss of containment scenario's bij reactorvaten en procesvaten conform de HRB [2] zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Initiële faalfrequenties reactorvaten en procesvaten.

Scenario's	Initiële faalfrequentie [jaar ⁻¹]
1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het reactorvat/procesvat	5,00E-06
2. Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	5,00E-06
3. Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1,00E-04

4.5.2 Repressieve maatregelen

De elektrolyse- en brandstofcelskids zijn gekoppeld aan een automatisch inbloksysteem. Bij een detectie van een lek of bij drukverlies zullen de vier isolatiekleppen de afzonderlijke installatieonderdelen afsluiten van elkaar. In deze fase van het ontwerp is niet volledig niet bekend hoe het inbloksysteem is uitgevoerd en welke betrouwbaarheid deze heeft. De HRB vermeldt een faalkans van 0,001 voor automatische inbloksystemen. De meeste proces inbloksystemen zijn echter SIL 1 of hooguit SIL 2. Dat betekent dat de faalkans van dat systeem 0,1 of 0,01 per aanspraak is en dus niet de in het HRB genoemde 0,001 per aanspraak. In de berekeningen is conservatief uitgegaan van een SIL1 systeem met een faalkans van 0,1.

Conform HRB wordt uitgegaan van een sluiting van het inbloksysteem binnen 120 seconden.

4.5.3 Bronsterkte en uitstroomduur

Bij het instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van de skids zal de gehele inhoud instantaan vrijkomen. Bij het vrijkomen van de gehele inhoud van de reactor in 10 minuten wordt de bronsterkte berekend aan de hand van de inhoud van de reactor. Voor het continue en constante uitstromen van de inhoud wordt uitgegaan van een debiet bij een gat van 10 mm, deze wordt berekend door Safeti-NL [3]

Daarnaast zijn scenario's voor nalevering gemodelleerd, als een short pipe met een lengte van 5 m, waarachter zich een vat met een inhoud van 200 kg⁵ bevindt (zijnde het totale volume van de opslagtanks).

De scenario's voor nalevering delen dezelfde faalfrequenties met de reguliere instantaan falen, 10 min lek en 10 mm lek scenario's, met dien verstande dat deze zijn opgesplitst in een bron na succesvolle sluiting van het inbloksysteem met een duur van 120 seconden⁶ en een bron na falen van het inbloksysteem met een duur berekend door Safeti-NL op basis van het gehele achterliggend volume. Omdat de uitstroomopening van 12 mm (aansluitend leidingwerk) en daarmee tevens de bronsterkte gelijk zijn voor nalevering bij alle drie de standaard faalscenario's, zijn de faalfrequenties gesommeerd. Dit is voor zowel de nalevering bij succesvol sluiten van het inbloksysteem het geval, als bij falen van het inbloksysteem.

⁵ Of 300 kg in het geval van de additionele berekening voor een eventuele toekomstige uitbreiding met een extra opslagtank van 100 kg..

⁶ Voor het bepalen van het volume voor het scenario 'succesvol sluiten inbloksysteem', is de bronsterkte op basis van het gehele achterliggende volume genomen en vermenigvuldigd met 120 seconden.

4.5.4 Uitwerking faalscenario's voor elektrolyse- en brandstofcelskids

In bijlage 2 zijn faalscenario's voor het elektrolyseskid en het brandstofcelskid verwerkt. Hierin zijn de berekende faalfrequenties, de bronsterkte, de uitstroomduur en de nalevering opgenomen. Deze scenario's zijn opgenomen in de berekening van de externe veiligheidsrisico's.

4.6 Faalscenario's leidingen

4.6.1 Initiële faalkansen

De initiële faalkansen voor loss of containment scenario's voor bovengrondse leidingen met een nominale diameter < 75 mm conform de HRB [2] zijn weergegeven in Tabel 6

Tabel 6: Initiële faalfrequenties bovengrondse leidingen met een nominale diameter < 75 mm.

Scenario's	Initiële faalfrequentie [jaar-1]
1. Breuk van de leiding	1,00E-06
2. Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5,00E-06

4.6.2 Repressieve maatregelen

De leidingen zijn gekoppeld aan een automatisch inbloksysteem. Bij een detectie van een lek of bij drukverlies zullen de vier isolatiekleppen de afzonderlijke installatieonderdelen afsluiten van elkaar. In deze fase van het ontwerp is niet volledig niet bekend hoe het inbloksysteem is uitgevoerd en welke betrouwbaarheid deze heeft. De HRB vermeldt een faalkans van 0,001 voor automatische inbloksystemen. De meeste proces inbloksystemen zijn echter SIL 1 of hooguit SIL 2. Dat betekent dat de faalkans van dat systeem 0,1 of 0,01 per aanspraak is en dus niet de in het HRB genoemde 0,001 per aanspraak. In de berekeningen is conservatief uitgegaan van een SIL1 systeem met een faalkans van 0,1.

Conform HRB wordt uitgegaan van een sluiting van het inbloksysteem binnen 120 seconden.

4.6.3 Bronsterkte en uitstroomduur

De bronsterkte voor een lek en breuk in het leidingwerk is gemodelleerd als een short pipe met een lengte van 5 m, waarachter zich een vat met een inhoud van 2 kg bevindt. Er is 2 kg gekozen omdat de exacte leidinglengte niet bekend is en 2 kg betreft in deze een conservatieve aanname. Het lek heeft een uitstroming uit een opening van 1,2 mm, de breuk een uitstroming uit een opening van 12 mm (intern diameter leidingwerk).

Het debiet tijdens normaal proces in de leidingen is met 2,3 kg/uur (ofwel 0,00064 kg/s) vanaf het elektrolyseskid naar de opslagtanks en met 4,7 kg/uur (ofwel 0,00131 kg/s) vanaf de opslagtanks naar het brandstofcelskid niet significant voor de scenario's leidingbreuk en leidinglek.

Daarnaast zijn scenario's voor nalevering gemodelleerd, tevens als een short pipe met een lengte van 5 m, maar waarachter zich een vat met een inhoud van 200 kg⁷ bevindt (zijnde het totale volume van de opslagtanks).

De scenario's voor nalevering delen dezelfde faalfrequenties met de reguliere lek en breuk scenario's, met dien verstande dat deze zijn opgesplitst in een bron na succesvolle sluiting van het inbloksysteem met

⁷ Of 300 kg in het geval van de additionele berekening voor een eventuele toekomstige uitbreiding.

een duur van 120 seconden ⁸ en een bron na falen van het inbloksysteem met een duur berekend door Safeti-NL op basis van het gehele achterliggend volume.

Gezien het gegeven dat de exacte ligging van de leidingen niet bekend is, is aangenomen dat deze zich met name aan de westzijde bevinden. Dit produceert een conservatieve weergave van de effecten en risico's van de leidingen in de richting van het gebouw van het ziekenhuis. Tevens is conservatief aangenomen dat het gehele leidingwerk op 30 bar opereert, omdat niet bekend is waar zich fysiek de drukreducer zal bevinden, die de scheiding vormt tussen het 30 bar en 8 bar leidingwerk. Ook dit is een conservatieve aanname.

4.6.4 Uitwerking faalscenario's voor leidingen

In bijlage 3 zijn faalscenario's voor de leidingen verwerkt. Hierin zijn de berekende faalfrequenties, de bronsterkte, de uitstroombuur en de nalevering opgenomen. Deze scenario's zijn opgenomen in de berekening van de externe veiligheidsrisico's.

4.7 Overige installatieonderdelen

Omdat de drukveiligheden afblazen op een vent, worden deze verondersteld te leiden tot een emissie zonder risico's voor de omgeving conform HRB [2].

Tevens zijn er enkele filters aanwezig in het systeem. Ondanks dat het exacte volume in deze filters niet bekend is, zal het een geringe hoeveelheid betreffen die niet significant is en daarom niet is meegenomen in de modellering.

Binnen de inrichting bevinden zich naast de waterstofinstallatie ook een opslag voor medische gassen (PGS 15) en een in pandig opgestelde dieseltank. In de opslag voor medische gassen wordt zuurstof (en perslucht) opgeslagen. De totale opslag blijft onder de drempel van 10 ton voor opname in de QRA conform de HRB en derhalve is de opslag niet meegenomen in de berekening.

Diesel is geclassificeerd als een klasse 3 brandbare stof en heeft conform de HRB geen ontstekingskansen. Daarom is ook de dieseltank niet meegenomen in de berekeningen.

4.8 Ontstekingskansen

In geval van het vrijkomen van ontvlambare vloeistoffen is het type effect dat optreedt afhankelijk van het direct of vertraagd ontsteken van de vrijgekomen hoeveelheid ontvlambare vloeistof. De kans dat een bepaald effect optreedt, wordt dus bepaald door de kans op het vrijkomen vermenigvuldigd met de kans op directe dan wel vertraagde ontsteking.

4.8.1 Directe ontsteking

De kans dat een bepaalde hoeveelheid vrijgekomen product direct na het vrijkomen ontstoken wordt is standaard opgenomen in Safeti-NL [3]. De kans op directe ontsteking is afhankelijk van het type installatie (stationaire installatie of transportmiddel), de stofcategorie en de uitstroombuur.

4.8.2 Vertraagde ontsteking

De kans op vertraagde ontsteking hangt af van het eindpunt van de berekening. In de berekening van het plaatsgebonden risico wordt alleen gerekend met ontstekingsbronnen op het terrein van de inrichting.

⁸ Voor het bepalen van het volume voor het scenario 'succesvol sluiten inbloksysteem', is de bronsterkte op basis van het gehele achterliggende volume genomen en vermenigvuldigd met 120 seconden.

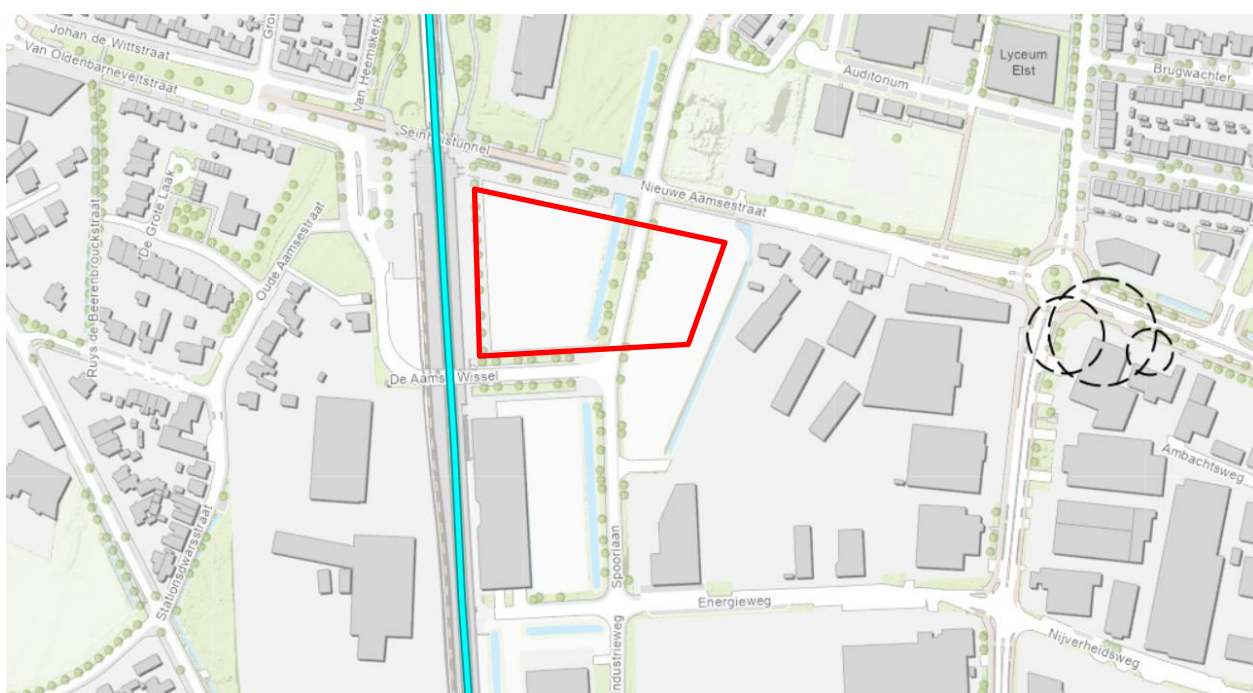
Ontstekingsbronnen buiten de terreingrens worden genegeerd: aangenomen wordt dat, wanneer de wolk niet ontsteekt op het terrein van de inrichting én een ontvlambare wolk ontstaat buiten de inrichting, ontsteking altijd optreedt bij de grootste wolkomvang. Voor PR-berekeningen zijn de vertraagde ontstekingskansen gelijk aan 1 – directe ontstekingskansen.

Binnen de inrichting bevinden zich naast de waterstofinstallatie ook een opslag voor medische gassen (PGS 15) en een in pandig opgestelde dieseltank. Deze bevinden zich in een gebouw direct ten westen van de waterstofinstallatie. In de opslag voor medische gassen wordt zuurstof (en perslucht) opgeslagen in een hoeveelheid van minder dan 10 ton. De atmosferische dieseltank met een inhoud van 3000 l is tevens in pandig opgesteld.

Aangezien er zich geen populatie bevindt binnen het invloedgebied (zie tevens paragraaf 4.3), zijn ontstekingskansen voor het GR niet relevant.

4.9 Externe domino-effecten

In de omgeving van inrichtingen die activiteiten hebben waar gevaarlijke stoffen bij betrokken zijn kunnen objecten aanwezig zijn die bij een incident kunnen leiden tot een domino-effect. In deze paragraaf worden dergelijke objecten voor de omgeving van Rijnstate Ziekenhuis Elst weergegeven.



Figuur 9: Overzicht risicovolle activiteiten in de omgeving van Rijnstate Ziekenhuis Elst (bron: risicokaart.nl) – Rode omlijning is locatie Rijnstate Ziekenhuis Elst, de blauwe lijn is basisnet spoor en de zwarte onderbroken cirkels zijn 10^{-6} per jaar PR contouren (tankstation).

Direct ten westen van Rijnstate Ziekenhuis Elst ligt de spoorroute 62, Ressen Noord – Zutphen Twentekanaal aansl., traject E. Deze route is opgenomen in het basisnet spoor. Voor dit traject is aldus de informatie zoals weergegeven op risicokaart.nl, geen 10^{-6} PR bepaald. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat de nabijheid van deze spoorroute geen aanvullende risico's voor de QRA veroorzaakt.

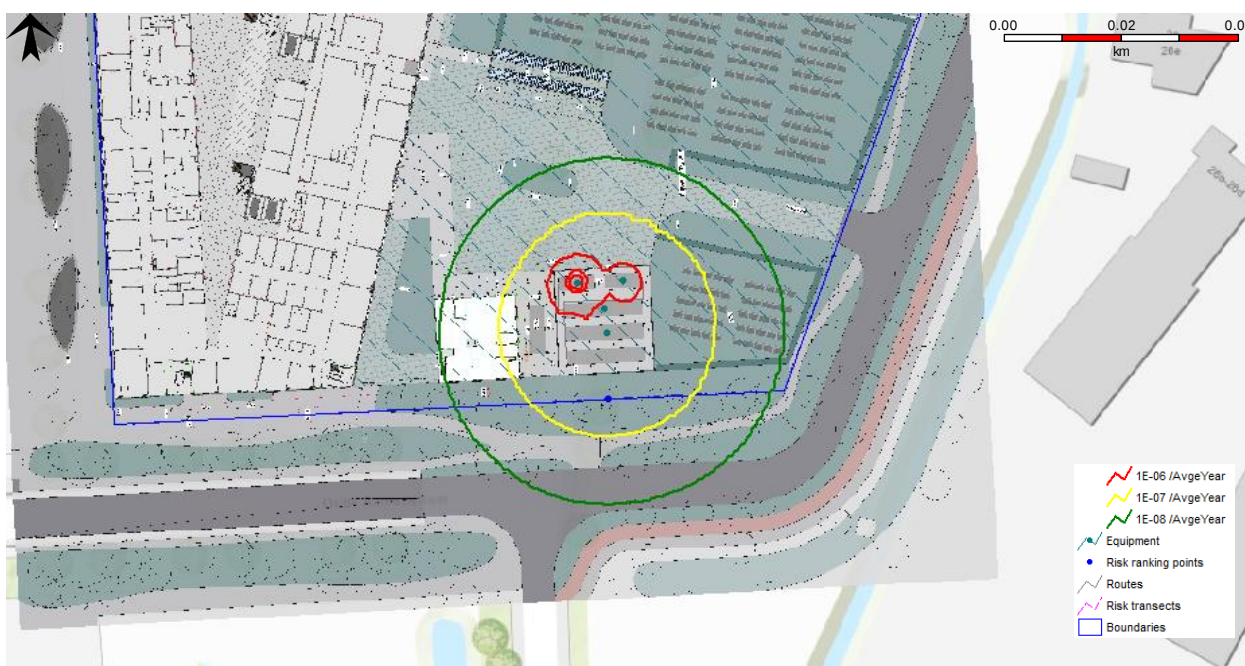
Risicocontouren van overige risicobronnen bevinden zich te ver van het plangebied af.

5 Resultaten

5.1 Plaatsgebonden risico

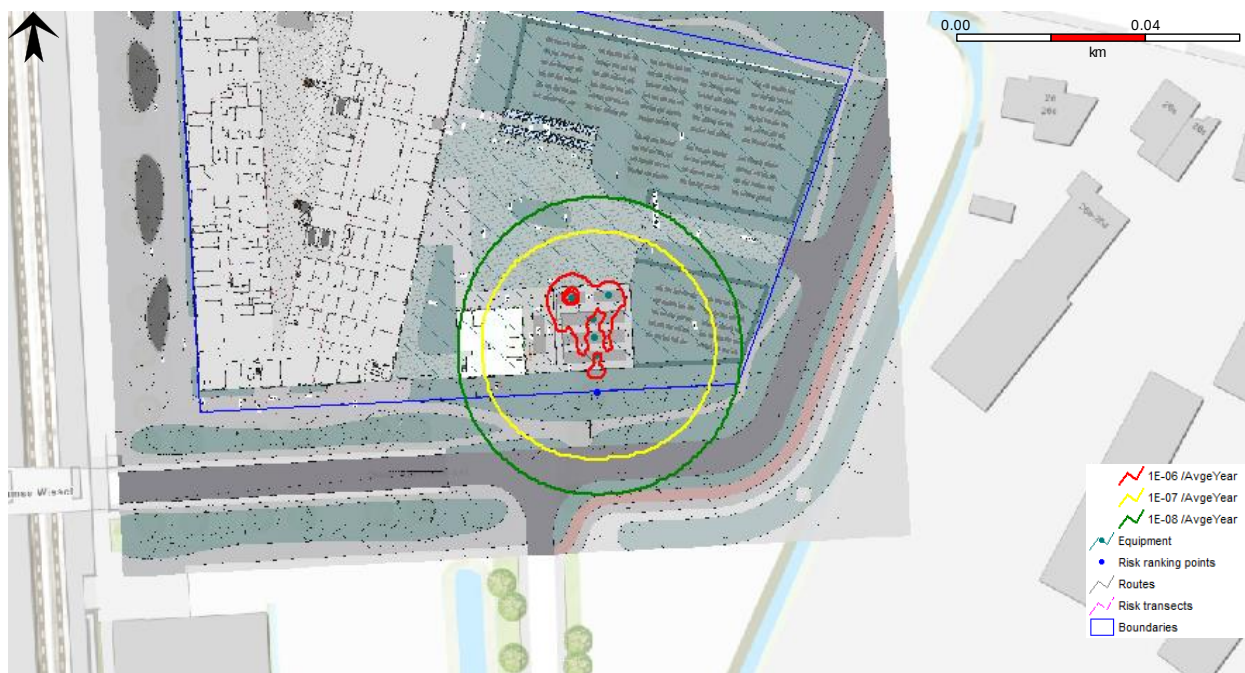
5.1.1 Plaatsgebonden risicocontouren

In Figuur 10 is de plaatsgebonden risicocontouren (PR-contouren) weergegeven van de installatie zoals zal worden aangevraagd in de omgevingsvergunning.



Figuur 10: Plaatsgebonden risicocontouren aan te vragen bedrijfssituatie omgevingsvergunning

In Figuur 11 is de plaatsgebonden risicocontouren (PR-contouren) weergegeven van de optionele toekomstige situatie met additionele opslagtank van 100 kg.



Figuur 11: Plaatsgebonden risicocontouren met additionele opslagtank van 100 kg (optionele toekomstige situatie – geen onderdeel van aanvraag omgevingsvergunning)

Uit Figuur 10 blijkt dat de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour niet buiten de inrichtingsgrens komt. Uit Figuur 11 blijkt verder dat een eventuele toevoeging van een derde opslagtank van 100 kg in de toekomst beperkte invloed heeft op de PR-contouren. Ook in die situatie blijft de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour binnen de inrichtingsgrens.

5.1.2 Bijdrage aan het plaatsgebonden risico

Om de bijdrage van de scenario's aan het PR in kaart te brengen is ter hoogte van de inrichtingsgrens ten zuiden van de installatie een Risk Ranking Point (RRP) geplaatst. Het aantal RRP's is niet vastgelegd in de technische documentatie vereiste in de HRB [2]. Gezien de ligging van de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour binnen de inrichting, is niet gekozen voor een RRP op de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour en wordt de toepassing van één RRP als afdoende beschouwd.

Met deze RRP's wordt inzichtelijk welke scenario's bijdragen aan de risico's op dat punt. In Tabel 7 is de bijdrage van de scenario's die verantwoordelijk zijn voor het PR weergegeven evenals de locatie van RRP's.

Tabel 7: Bijdrage plaatsgebonden risicocontouren

Faalscenario		Bijdrage aan het PR	Frequentie
Aanduiding	Beschrijving	[%]	[1/jaar]
RRP – Inrichtingsgrens zuidzijde – aan te vragen bedrijfssituatie omgevingsvergunning			
200 kg opslag\Opslagtank 2\Opslagtank 2 30 bar (OT2)\OT2 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 2	62.93	2.00 E-07
200 kg opslag\Opslagtank 1\Opslagtank 1 30 bar (OT1)\OT1 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 1	36.62	1.16 E-07
Totaal		≈ 99,5 %	3.18 E-07

Faalscenario		Bijdrage aan het PR	Frequentie
Aanduiding	Beschrijving	[%]	[1/jaar]
RRP – Inrichtingsgrens zuidzijde – optionele toekomstige situatie met additionele opslagtank van 100 kg			
300 kg opslag\Opslagtank 3\Opslagtank 3 30 bar (OT3)\OT3 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 3	34.71138073	2.30 E-07
300 kg opslag\Opslagtank 2\Opslagtank 2 30 bar (OT2)\OT2 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 2	30.11994691	2.00 E-07
300 kg opslag\Opslagtank 1\Opslagtank 1 30 bar (OT1)\OT1 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 1	17.43612523	1.15 E-07
300 kg opslag\Opslagtank 3\Opslagtank 3 30 bar (OT3)\OT3 10 mm lek	10 mm lek opslagtank 3	11.27554786	7.49 E-08
300 kg opslag\Opslagtank 3\OT3 Nalevering 200 kg - inblok succesvol\OT3 Nalevering inblok succesvol	Nalevering scenario's Opslagtank 3 – inblok succesvol	4.935735076	3.27 E-08
Totaal		≈ 98 %	6.64 E-07

5.2 Groepsrisico

Door het ontbreken van (voldoende) populatie binnen het invloedsgebied (zie tevens paragraaf 4.3), kan geen groepsrisico berekend worden.

5.3 Effectafstanden

Met het rekenpakket Safeti-NL [3] zijn de externe veiligheidsrisico's berekend. Naast de externe veiligheidsrisico's zijn per faalscenario ook de effecten berekend. In Tabel 8 is per faalscenario met de grootste effectafstanden deze effectafstand weergegeven. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het criterium '1% letaliteit'. Dit criterium geeft die effectafstand weer waarop nog 1% van de aanwezige personen overlijdt als gevolg van een ongeval.

Tabel 8: Effectafstanden van de faalscenario's die bijdragen aan het externe veiligheidsrisico

Faalscenario		Effect	Effectafstand (1% letaliteit) ¹⁾ [m]	
Aanduiding	Beschrijving	[-]	D5 ²⁾	F1,5 ²⁾
RRP – Inrichtingsgrens zuidzijde – aan te vragen bedrijfssituatie omgevingsvergunning				
200 kg opslag\Opslagtank 2\Opslagtank 1 30 bar (OT1)\OT1 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 2	Flash brand met explosie	29.16	27.65
200 kg opslag\Opslagtank 1\Opslagtank 1 30 bar (OT1)\OT1 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 1	Flash brand met explosie	29.16	27.65
RRP – Inrichtingsgrens zuidzijde – optionele toekomstige situatie met additionele opslagtank van 100 kg				
300 kg opslag\Opslagtank 3\Opslagtank 3 30 bar (OT3)\OT3 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 3	Flash brand met explosie	29.16	27.65
300 kg opslag\Opslagtank 2\Opslagtank 2 30 bar (OT2)\OT2 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 2	Flash brand met explosie	29.16	27.65
300 kg opslag\Opslagtank 1\Opslagtank 1 30 bar (OT1)\OT1 Instantaan falen	Instantaan falen opslagtank 1	Flash brand met explosie	29.16	27.65

Faalscenario		Effect	Effectafstand (1% letaliteit) ¹⁾ [m]	
Aanduiding	Beschrijving	[-]	D5 ²⁾	F1,5 ²⁾
300 kg opslag\Opslagtank 3\Opslagtank 3 30 bar (OT3)\OT3 10 mm lek	10 mm lek opslagtank 3	Enkel flash brand	7.75	10.62
300 kg opslag\Opslagtank 3\OT3 Nalevering 200 kg - inblok succesvol\OT3 Nalevering inblok succesvol	Nalevering scenario's Opslagtank 3 – inblok succesvol	Enkel toortsbrand	4.95	-
		Enkel flash brand	-	8.36

- 1) De 1%-letaliteit effectafstand is voor de diverse effecten als volgt bepaald:
- een plasbrand en fakkel de afstand tot de warmtestralingscontour van 10 kW/m²;
 - een wolkbrand de afstand tot de LEL-contour
 - een toxische wolk de afstand tot de LBW;
 - een explosie (overdruk) de afstand tot 0.1 bar;
- 2) Stabiliteitsklasse: neutraal (D) of matig tot zeer stabiel (F) / Windsnelheid: 5 m/s of 1,5 m/s. Opgemerkt wordt dat weerklasse F1,5 enkel gedurende de nacht voorkomt in Safeti-NL.

5.4 Aandachtsgebieden

Zoals toegelicht in paragraaf 2.4 wordt verwacht dat de Omgevingswet op 1 juli 2022 in werking treedt. Ter voorbereiding op de Omgevingswet worden in deze QRA de aandachtsgebieden zoals berekend door Safeti-NL [3] gepresenteerd.

In Figuur 12 en Figuur 13 zijn de explosie aandachtsgebieden (0.1 bar overdruk) weergegeven voor de aan te vragen bedrijfssituatie in het kader van de omgevingsvergunning, respectievelijk de optionele toekomstige situatie met additionele opslagtank van 100 kg (geen onderdeel van aanvraag omgevingsvergunning).

N.b.: Instantaan falen van één van de opslagtanks is het maatgevende scenario voor de explosieaandachtsgebieden. De frequentie voor het optreden van een explosie (en dus de weergegeven overdrukken) conform HRB, is 1,60E-07 per jaar. Deze frequentie is het product van de initiële faalfrequentie (5E-07), maal de fractie vertraagde ontsteking (0,8), maal de fractie flash brand incl. overdruk (0,4).

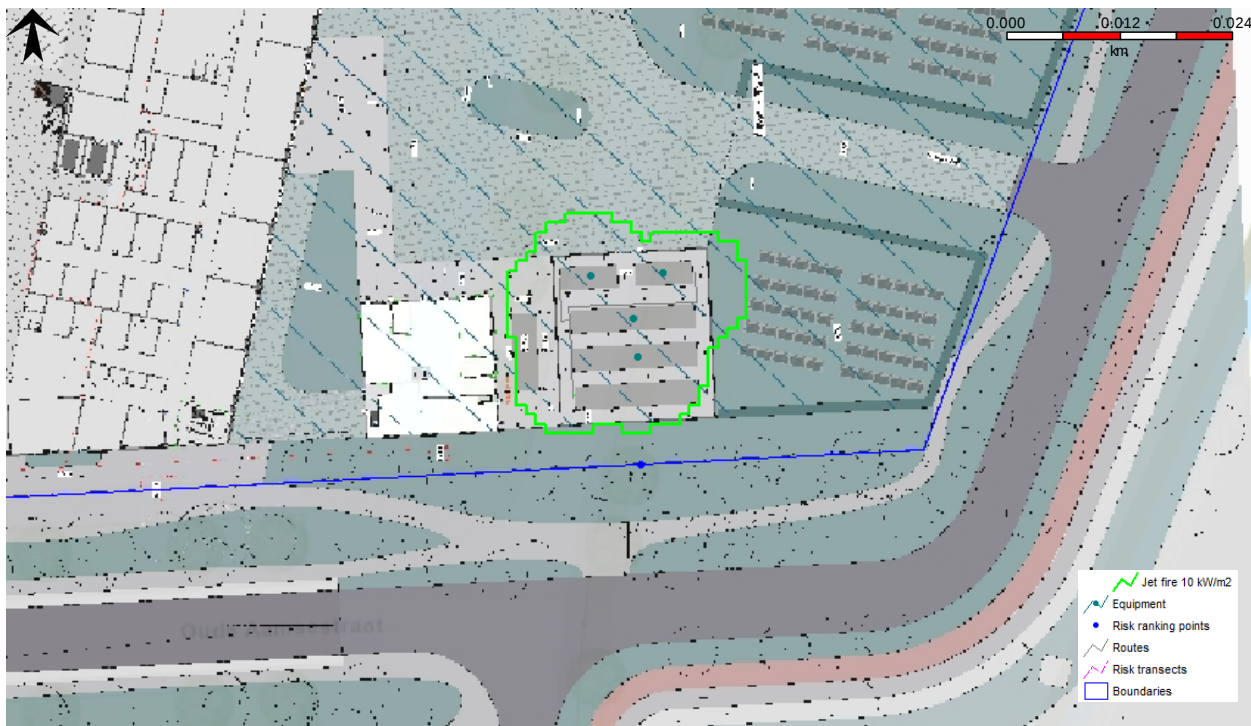


Figuur 12: Berekende explosie aandachtsgebied aan te vragen bedrijfssituatie omgevingsvergunning

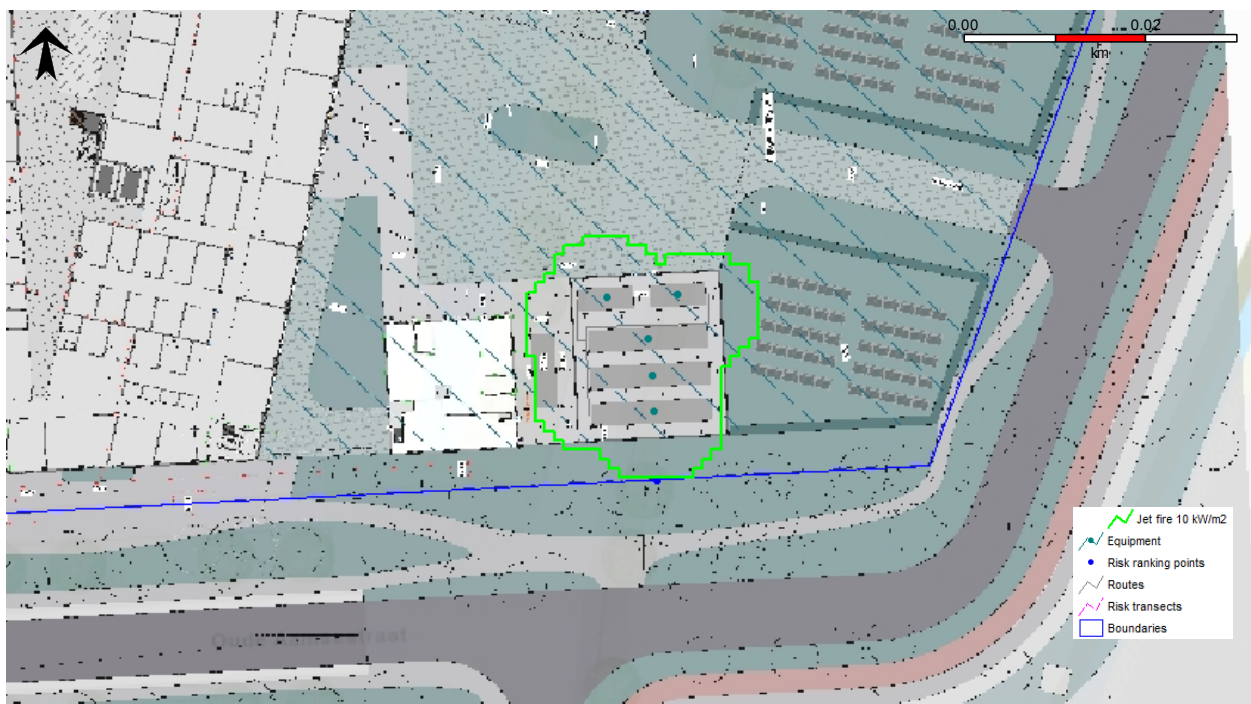


Figuur 13: Berekende explosie aandachtsgebied mogelijk toekomstige situatie met additionele opslagtank van 100 kg

In Figuur 14 en Figuur 15 zijn de brand aandachtsgebieden (10 kW/m^2) weergegeven voor de aan te vragen bedrijfssituatie in het kader van de omgevingsvergunning, respectievelijk de optionele toekomstige situatie additionele opslagtank van 100 kg (geen onderdeel van aanvraag omgevingsvergunning).



Figuur 14: Berekende brand aandachtsgebied aan te vragen bedrijfssituatie omgevingsvergunning



Figuur 15: Berekende brand aandachtsgebied mogelijk toekomstige situatie met additionele opslagtank van 100 kg

Opgemerkt wordt dat het aandachtsgebied explosie over het toekomstige ziekenhuisgebouw ligt. Op de gevel aan de oostzijde ligt de overdruk bij het instantaan falen van één van de opslagtanks tussen de 0,3 en 0,1 bar. Omdat dit gebouw onderdeel uitmaakt van dezelfde inrichting betreft dit geen externe veiligheidsaangelegenheid.

6 Conclusie

6.1 Aan te vragen bedrijfssituatie in het kader van omgevingsvergunning

De PR 10^{-6} per jaar contour van Ziekenhuis Rijnstate Elst ligt binnen de inrichtingsgrens. Hiermee voldoet het aan de eisen zoals gesteld aan het PR, beschreven in het Bevi en de Revi.

Opgemerkt wordt dat het aandachtsgebied explosie over het toekomstige ziekenhuisgebouw ligt. Op de gevel aan de oostzijde ligt de overdruk bij het instantaan falen van één van de opslagtanks tussen de 0,3 en 0,1 bar. Omdat dit gebouw onderdeel uitmaakt van dezelfde inrichting betreft dit geen externe veiligheidsaangelegenheid.

Door het ontbreken van (externe) populatie binnen het invloedsgebied, wordt er geen GR berekend.

Geconcludeerd wordt dat de realisatie van de waterstofinstallatie, voor wat betreft milieuaspect externe veiligheid, geen belemmering vormt voor de aanvraag omgevingsvergunning.

6.2 Optionele toekomstige situatie additionele opslagtank van 100 kg

Alle conclusies, zoals gesteld in paragraaf 6.1 voor de aan te vragen bedrijfssituatie in het kader van de omgevingsvergunning, zijn tevens geldig voor de optionele toekomstige situatie met additionele opslagtank van 100 kg.

7 Referenties

- [1] Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), laatste wijziging in werking getreden op 1 januari 2016;
- [2] Handleiding Risicoberekeningen Bevi (HRB), RIVM, versie 4.3, 1 januari 2021;
- [3] Det Norske Veritas (DNV), Safeti-NL, versie 8.3;
- [4] Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi), laatste wijziging in werking getreden op 1 april 2020;
- [5] Handboek Omgevingsveiligheid, <https://omgevingsveiligheid.rivm.nl/handboek-omgevingsveiligheid>;
- [6] <https://www.risicokaart.nl>, bezocht op 9 november 2021.

Bijlage 1 – Faalscenario's opslagtanks

Installatie	Nr.	Scenario	Product	Druk	Aantal tanks	Basis faalfrequentie	Fractie slagen/falen inblok	Berekende faalfrequentie	Bronsterkte		
									Totaal	Debiet	Uitstroomduur
[-]	[-]	[-]	[-]	[bar]	[-]	[jaar-1]		[jaar-1]	[kg]	[kg/s]	[s]
Opslagtank H2 (200kg opslag 30 bar)	OT1 Instantaan falen	Instantaan falen - inblok succesvol	Waterstof	30	1	5.00E-07		5.00E-07	100.000000	N.v.t.	Instantaan
	OT1 10 min lek	10 min. Lek - inblok succesvol	Waterstof	30	1	5.00E-07		5.00E-07	100.000000	0.166667	600
	OT1 10 mm lek	10 mm lek - inblok succesvol	Waterstof	30	1	1.00E-05		1.00E-05	100.000000	0.133018	Safeti-NL
Nalevering 100 kg uit 12 mm leiding	OT1 Nalevering inblok succesvol	inblok succesvol	Waterstof	30		1.10E-05	0.9	9.90E-06	10.046	0.08	120
	OT1 Nalevering inblok faalt	inblok faalt	Waterstof	30		1.10E-05	0.1	1.10E-06	100	0.08	1194.48
Opslagtank H2 (200kg opslag 30 bar)	OT2 Instantaan falen	Instantaan falen - inblok succesvol	Waterstof	30	1	5.00E-07		5.00E-07	100.000000	N.v.t.	Instantaan
	OT2 10 min lek	10 min. Lek - inblok succesvol	Waterstof	30	1	5.00E-07		5.00E-07	100.000000	0.166667	600
	OT2 10 mm lek	10 mm lek - inblok succesvol	Waterstof	30	1	1.00E-05		1.00E-05	100.000000	0.133018	Safeti-NL
Nalevering 100 kg uit 12 mm leiding	OT2 Nalevering inblok succesvol	inblok succesvol	Waterstof	30		1.10E-05	0.9	9.90E-06	10.046	0.08	120
	OT2 Nalevering inblok faalt	inblok faalt	Waterstof	30		1.10E-05	0.1	1.10E-06	100	0.08	1194.48
Opslagtank H2 (200kg opslag 30 bar)	OT3 Instantaan falen	Instantaan falen - inblok succesvol	Waterstof	30	1	5.00E-07		5.00E-07	100.000000	N.v.t.	Instantaan
	OT3 10 min lek	10 min. Lek - inblok succesvol	Waterstof	30	1	5.00E-07		5.00E-07	100.000000	0.166667	600
	OT3 10 mm lek	10 mm lek - inblok succesvol	Waterstof	30	1	1.00E-05		1.00E-05	100.000000	0.133018	Safeti-NL
Nalevering 100 kg uit 12 mm leiding	OT3 Nalevering inblok succesvol	inblok succesvol	Waterstof	30		1.10E-05	0.9	9.90E-06	10.046	0.08	120
	OT1/2/3 Nalevering inblok faalt	inblok faalt	Waterstof	30		1.10E-05	0.1	1.10E-06	151	0.08	1800.00

Tabel 9: Faalscenario's opslagtanks

Bijlage 2 – Faalscenario's elektrolyseskid en brandstofcelskid

Nr.	Scenario	Product	Druk	Temperatuur	Basis faalfrequentie	Fractie slagen/falen inblok	Berekende faalfrequentie	Bronsterkte		
								Totaal	Debiet	Uitstroomduur
[-]	[-]	[-]	[bar]	[°C]	[jaar-1]		[jaar-1]	[kg]	[kg/s]	[s]
Elektrolyse (0.1 kg inhoud 30 bar)	Instantaan falen	Waterstof	30	50	5.00E-06		5.00E-06	0.1	N.v.t.	Instantaan
	10 min. Lek	Waterstof	30	50	5.00E-06		5.00E-06	0.1	Safeti-NL	600
	10 mm lek	Waterstof	30	50	1.00E-04		1.00E-04	0.1	Safeti-NL	Safeti-NL
Nalevering 200 kg uit 12 mm leiding	inblok succesvol	Waterstof	30	50	1.10E-04	0.9	9.90E-05	10	0.08	120
	inblok faalt	Waterstof	30	50	1.10E-04	0.1	1.10E-05	151	0.08	1800
Nalevering 300 kg uit 12 mm leiding	inblok succesvol	Waterstof	30	9.8	1.10E-04	0.9	9.90E-05	10	0.08	120
	inblok faalt	Waterstof	30	9.8	1.10E-04	0.1	1.10E-05	151	0.08	1800

Tabel 10: Faalscenario's Elektrolyseskid

Nr.	Scenario	Product	Druk	Temperatuur	Basis faalfrequentie	Fractie slagen/falen inblok	Berekende faalfrequentie	Bronsterkte		
								Totaal	Debiet	Uitstroomduur
[-]	[-]	[-]	[bar]	[°C]	[jaar-1]		[jaar-1]	[kg]	[kg/s]	[s]
Brandstofcel (0.1 kg inhoud 8 bar)	Instantaan falen	Waterstof	8	40	5.00E-06		5.00E-06	0.1	N.v.t.	Instantaan
	10 min. Lek	Waterstof	8	40	5.00E-06		5.00E-06	0.1	Safeti-NL	600
	10 mm lek	Waterstof	8	40	1.00E-04		1.00E-04	0.1	Safeti-NL	Safeti-NL
Nalevering 200 kg uit 12 mm leiding	inblok succesvol	Waterstof	8	40	1.10E-04	0.9	9.90E-05	2.93	0.02	120
	inblok faalt	Waterstof	8	40	1.10E-04	0.1	1.10E-05	43.99	0.02	1800
Nalevering 300 kg uit 12 mm leiding	inblok succesvol	Waterstof	8	9.8	1.10E-04	0.9	9.90E-05	2.93	0.02	120
	inblok faalt	Waterstof	8	9.8	1.10E-04	0.1	1.10E-05	43.99	0.02	1800

Tabel 11: Faalscenario's Brandstofcelskid

Bijlage 3 – Faalscenario's leidingen

Nr.	Scenario	Product	Druk	Basis faalfrequentie	Fractie slagen/falen inblok	Berekende faalfrequentie	Bronsterkte			Nalevering		
							Totaal	Debiet	Uitstroomduur	Debiet	Uitstroomduur	Volume
[-]	[-]	[-]	[bar]	[jaar-1]		[jaar-1]	[kg]	[kg/s]	[s]	[kg/s]	[s]	kg
Leidingwerk (2 kg, incl.nalevering 200 kg opslag)	Leidingbreuk - inblok succesvol	Waterstof	30	1.00E-06	0.9	9.00E-07	2	Safeti-NL	Safeti-NL	0.0837182	120	10.05
	Leidingbreuk - inblok faalt			1.00E-06	0.1	1.00E-07	2	Safeti-NL	Safeti-NL	0.0837182	1800	150.69
	Lek 10% diameter - inblok succesvol			5.00E-06	0.9	4.50E-06	2	Safeti-NL	600	0.00229856	120	0.28
	Lek 10% diameter - inblok faalt			5.00E-06	0.1	5.00E-07	2	Safeti-NL	600	0.00229856	1800	4.14
Leidingwerk (2 kg, incl.nalevering 300 kg opslag)	Leidingbreuk - inblok succesvol	Waterstof	30	1.00E-06	0.9	9.00E-07	2	N.v.t.	Instantaan	0.0837182	120	10.05
	Leidingbreuk - inblok faalt			1.00E-06	0.1	1.00E-07	2	N.v.t.	Instantaan	0.0837182	1800	150.69
	Lek 10% diameter - inblok succesvol			5.00E-06	0.9	4.50E-06	2	0.166667	600	0.00229856	120	0.28
	Lek 10% diameter - inblok faalt			5.00E-06	0.1	5.00E-07	2	0.166667	600	0.00229856	1800	4.14

Tabel 12: Faalscenario's Leidingen

Bijlage 4 – Site lay-out

