

Inspraakbundel

**Reacties op voornemen en participatie 'Waterstofnetwerk
Noordzeekanaalgebied'**

Inspraakpunt Bureau Energieprojecten
Postbus 111
9200 AC DRACHTEN
www.bureau-energieprojecten.nl

INHOUDSOPGAVE

Woord vooraf	3
Kennisgeving.....	5

MONDELINGE, SCHRIFTELIJKE EN DIGITALE REACTIES EN ZIENSWIJZEN:

Opzoektabel mondelinge, schriftelijke en digitale reacties	8
Alfabetisch overzicht organisaties en reacties	10
Reactie 202200378 tot en met 202200491.....	11

Woord vooraf

Van vrijdag 9 september 2022 tot en met donderdag 22 oktober 2022 lag het voornemen en het voorstel voor participatie voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied ter inzage. In deze periode kon u hierop reageren.

Wat houdt het project in?

Het waterstofnetwerk in het Noordzeekanaalgebied maakt onderdeel uit van het hoge druk landelijk waterstofnetwerk van HNS (een 100% dochteronderneming van de N.V. Nederlandse Gasunie), dat vijf industrieclusters in Nederland met elkaar, met waterstof opslag en met het buitenland verbindt.

Het project zal uit bestaande en nieuwe buisleidingen bestaan. Deze infrastructuur kan in de toekomst worden uitgebreid voor nieuwe waterstof-producenten en -afnemers.

Wat doet het ministerie van Economische Zaken en Klimaat?

Voordat het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied kan starten, is een ruimtelijk besluit nodig van de Minister voor Klimaat en Energie in samenspraak met de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. Het Ministerie van EZK is aangewezen als het coördinerend bevoegd gezag in het Besluit Toepassing van de Rijkscoördinatieregeling op de landelijke infrastructuur voor het transport van waterstof. Het Ministerie van EZK stemt de procedures op elkaar af. Dit wordt aangeduid als coördinatie. De Rijkscoördinatie ziet erop toe dat alle infrastructuur ruimtelijk zorgvuldig wordt ingepast en vastgelegd in een Rijksinpassingsplan. De coördinatie zorgt er ook voor dat alle procedures (ruimtelijk besluit en de benodigde vergunningen) op elkaar worden afgestemd. Naar verwachting treedt op 1 januari 2023 de nieuwe Omgevingswet in werking, waar de RCR-procedure in opgenomen wordt. Daarom wordt voor dit project vanaf de start gewerkt volgens de eisen van de nieuwe Omgevingswet.

Waarom is dit programma nodig?

In het duurzame energiesysteem van de toekomst speelt CO₂-vrije waterstof een onmisbare rol. Waterstof kan onder meer worden ingezet als vervanger voor aardgas. Om dit te mogelijk te maken wordt een landelijk waterstofnetwerk aangelegd om waterstof te transporteren. Het landelijk waterstofnetwerk wordt ontwikkeld als een open systeem zodat zowel toeleveranciers als gebruikers van waterstof er gebruik van kunnen maken. In het Noordzeekanaalgebied wordt veel vraag verwacht naar het gebruik van waterstof. Ook zijn hier initiatieven voor productie van groene waterstof. Het waterstofnetwerk in het Noordzeekanaalgebied kan de productie en het gebruik van waterstof in deze regio versnellen.

Samenhang met andere projecten

Het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied maakt onderdeel uit van het hoge druk landelijke waterstofnetwerk, dat de vijf industrieclusters in Nederland verbindt met elkaar, met opslag en met het buitenland. Op dit netwerk wordt mogelijk een regionaal lage druk waterstofnetwerk in de Amsterdamse haven aangesloten.

Inloopbijeenkomsten

Wanneer u vragen had over het Waterstofnetwerk project en/of de procedure kon u langskomen en vragen stellen op onderstaande informatiebijeenkomsten.

- Donderdag 22 september van 17 tot 20 uur in het Rhône Congrescentrum, Rhoneweg 12 Amsterdam
- Dinsdag 27 september van 19 tot 21 uur in het Kennemertheater, Kerkplein 1 Beverwijk
- Woensdag 28 september van 19 tot 21 uur in de kantine van FC Velsen Noord, Rooswijkerlaan 2 Velsen-Noord

- Donderdag 29 september van 19 tot 21 uur in het Dorpscentrum, Ringweg 36 Spaarndam

Reacties

Op het voornemen en voorstel voor participatie zijn binnen de reactietermijn in totaal 41 reacties binnengekomen. De reacties zijn integraal opgenomen in deze inspraakbundel. U kunt deze inspraakbundel downloaden van www.bureau-energieprojecten.nl.

Wat gebeurt er met uw reactie?

Uw reactie wordt betrokken bij het opstellen van de concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (c-NRD), en om het participatietraject verder uit te werken. Hierin staat welke tracés in de volgende fase van het project worden onderzocht en hoe het onderzoek wordt gedaan. De c-NRD ligt naar verwachting begin 2023 ter inzage.

Wilt u meer weten?

Meer informatie over Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied en alle bijbehorende documenten vindt u op www.rvo.nl/waterstofnetwerk-nzkg en www.hynetwork.nl/noordzeekanaalgebied. Heeft u vragen over de procedure? Bel dan met telefoonnummer 070 379 89 79.

Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Kennisgeving voornemen en participatie

Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Hynetwork Services B.V. (hierna: HNS) zijn van plan een transportnetwerk voor waterstof te realiseren in het Noordzeekanaalgebied. In deze kennisgeving leest u wat het project inhoudt, waarover u kunt meedenken en hoe u kunt reageren.

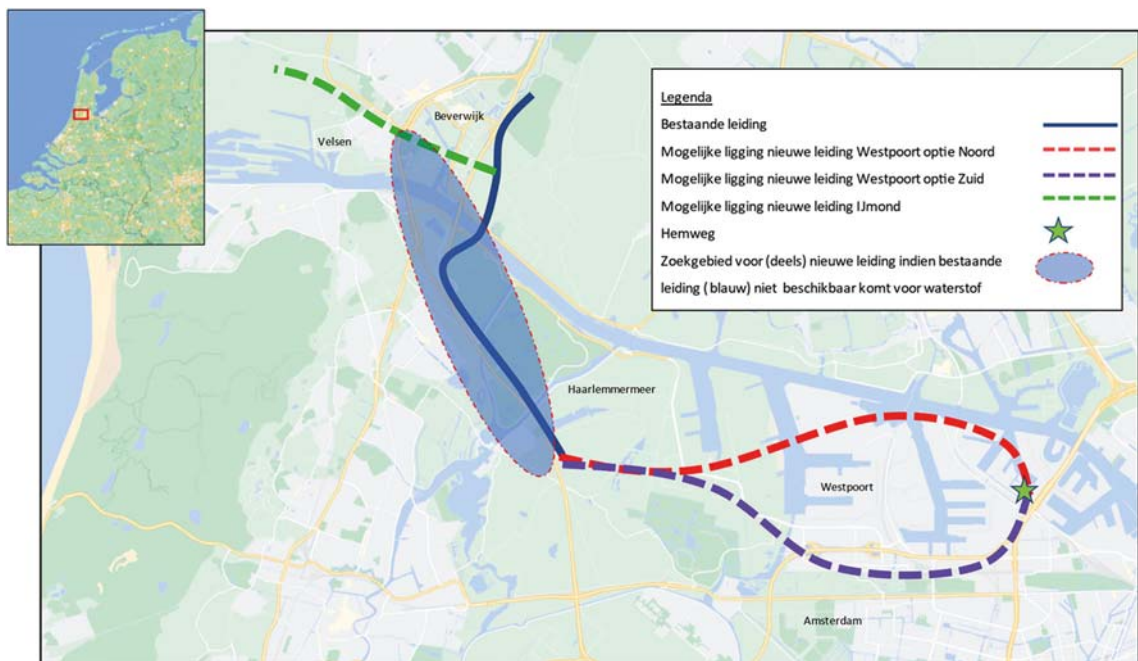
Wat houdt het project in?

Het waterstofnetwerk in het Noordzeekanaalgebied maakt onderdeel uit van het hoge druk landelijk waterstofnetwerk van HNS (een 100% dochteronderneming van de N.V. Nederlandse Gasunie), dat vijf industrieclusters in Nederland met elkaar, met waterstof opslag en met het buitenland verbindt.

Het project zal uit bestaande en nieuwe buisleidingen bestaan. Deze infrastructuur kan in de toekomst worden uitgebreid voor nieuwe waterstof-producenten en -afnemers.

Wat doet het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK)?

Voordat het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied kan starten, is een ruimtelijk besluit nodig van de Minister voor Klimaat en Energie in samenspraak met de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. Het Ministerie van EZK is aangewezen als het coördinerend bevoegd gezag in het Besluit Toepassing van de Rijkscoördinatieregeling op de landelijke infrastructuur voor het transport van waterstof. Het Ministerie van EZK stemt de procedures op elkaar af. Dit wordt aangeduid als coördinatie. De Rijkscoördinatie ziet erop toe dat alle infrastructuur ruimtelijk zorgvuldig wordt ingepast en vastgelegd in een Rijksinpassingsplan. De coördinatie zorgt er ook voor dat alle procedures (ruimtelijk besluit en de benodigde vergunningen) op elkaar worden afgestemd. Naar verwachting treedt op 1 januari 2023 de nieuwe Omgevingswet in werking, waar de RCR-procedure in opgenomen wordt. Daarom wordt voor dit project vanaf de start gewerkt volgens de eisen van de nieuwe Omgevingswet.



Waarom is dit project nodig?

In het duurzame energiesysteem van de toekomst speelt CO₂-vrije waterstof een onmisbare rol.



Waterstof kan onder meer worden ingezet als vervanger voor aardgas. Om dit te mogelijk te maken wordt een landelijk waterstofnetwerk aangelegd om waterstof te transporteren. Het landelijk waterstofnetwerk wordt ontwikkeld als een open systeem zodat zowel toeleveranciers als gebruikers van waterstof er gebruik van kunnen maken. In het Noordzeekanaalgebied wordt veel vraag verwacht naar het gebruik van waterstof. Ook zijn hier initiatieven voor productie van groene waterstof. Het waterstofnetwerk in het Noordzeekanaalgebied kan de productie en het gebruik van waterstof in deze regio versnellen.

Samenhang met andere projecten

Het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied maakt onderdeel uit van het hoge druk landelijke waterstofnetwerk, dat de vijf industrieclusters in Nederland verbindt met elkaar, met opslag en met het buitenland. Op dit netwerk wordt mogelijk een regionaal lage druk waterstofnetwerk in de Amsterdamse haven aangesloten.

Participatie: uw mening en inbreng zijn belangrijk

Het project raakt de belangen van veel partijen zoals burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen. Het Ministerie van EZK en HNS vinden het daarom belangrijk dat al deze partijen de mogelijkheid hebben om ideeën in te brengen en mee te denken bij het project. In het Voornemen en voorstel voor Participatie staat beschreven hoe de verschillende partijen worden betrokken in verschillende fasen van het project. Dit betreft het participatieplan en dat wordt vervolgens opnieuw geactualiseerd bij belangrijke momenten in het project.

Inloopbijeenkomsten

Heeft u vragen over het Waterstofnetwerk project? Kom langs voor informatie over het project en de procedure op

- Donderdag 22 september van 17 tot 20 uur in het Rhône Congrescentrum, Rhoneweg 12 Amsterdam
- Dinsdag 27 september van 19 tot 21 uur in het Kennemertheater, Kerkplein 1 Beverwijk
- Woensdag 28 september van 19 tot 21 uur in de kantine van FC Velsen-Noord, Rooswijkerlaan 2 Velsen-Noord
- Donderdag 29 september van 19 tot 21 uur in het Dorpscentrum, Ringweg 36 Spaarndam

Wilt u reageren?

Dat kan van vrijdag 9 september 2022 t/m donderdag 20 oktober 2022. Bekijk de documenten op www.rvo.nl/waterstofnetwerk-nzkg.

Op papier kunt u de documenten tijdens reguliere openingstijden inzien op het Stadhuis Beverwijk, Stadhuis Velsen, Stadhuis Zaanstad, gemeente Haarlemmermeer, Gemeentekantoor – locatie Beukenhorst en gemeente Amsterdam – Stadsloket Nieuw-West. Ga voor uw bezoek de openingstijden na.

U kunt op drie manieren reageren.

Digitaal: via de www.rvo.nl/waterstofnetwerk-nzkg

Telefonisch op werkdagen tussen 9:00 en 17:00 uur via telefoonnummer 070 379 89 79.

Per post:
Bureau Energieprojecten
Inspraakpunt Waterstofnetwerk NZKG
Postbus 111, 9200 AC Drachten

Wilt u uw brief ondertekenen en uw adres vermelden? Dan sturen wij u per brief een ontvangstbevestiging.

Wat gebeurt er met uw reactie?

Uw reactie wordt betrokken bij het opstellen van de concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (c-NRD), en om het participatietraject verder uit te werken. Hierin staat welke tracés in de volgende fase van het project worden onderzocht en hoe het onderzoek wordt gedaan. De c-NRD ligt naar verwachting begin 2023 ter inzage.



Wilt u meer weten?

Meer informatie over Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied en alle bijbehorende documenten vindt u op www.rvo.nl/waterstofnetwerk-nzkg en www.hynetwork.nl/noordzeekanaalgebied. Heeft u vragen over de procedure? Bel dan met telefoonnummer 070 379 89 79. Of stel uw vragen tijdens een van de informatiebijeenkomsten.

Opzoektabel mondelinge, schriftelijke en digitale reacties

In onderstaande tabel kunt u met het registratienummer het nummer van de reactie opzoeken. Door te klikken op uw reactienummer wordt u automatisch doorverwezen naar de reactie. De reacties zijn opgenomen vanaf pagina 11.

Reacties op voornemen en participatie 'Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied'

Registratienummer	Reactienummer
202200378	202200378
202200380	202200380
202200392	202200392
202200394	202200394
202200397	202200397
202200398	202200398
202200401	202200401
202200402	202200402
202200404	202200404
202200405	202200405
202200406	202200406
202200407	202200407
202200408	202200408
202200409	202200409
202200410	202200410
202200411	202200411
202200419	202200419
202200420	202200420
202200421	202200421
202200422	202200422
202200423	202200423
202200424	202200424
202200425	202200425
202200426	202200426
202200427	202200427
202200428	202200428
202200462	202200462
202200465	202200465
202200467	202200467
202200468	202200468
202200469	202200469
202200470	202200470
202200474	202200474
202200476	202200476
202200478	202200478
202200480	202200480
202200481	202200481

202200485	202200485
202200486	202200486
202200488	202200488
202200491	202200491

Alfabetisch overzicht organisaties en reacties

Reacties op voornemen en participatie 'Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied'

Reactienummer	Organisatie
202200465	Alliander N.V., AMSTERDAM
202200478	Gemeente Amsterdam, Grond & Ontwikkeling gemeente Amsterdam, AMSTERDAM
202200462	Havenbedrijf Amsterdam N.V., AMSTERDAM
202200421	Huurdersbelangenvereniging Het Bastion, VELSERBROEK
202200486	IJmondig cs, Gezondheid op 1., WIJK AAN ZEE
202200401	ProRail, UTRECHT
202200491	Provincie Noord-Holland, Gedeputeerde Staten, HAARLEM
202200485	Stichting Dorpsraad Wijk aan Zee, WIJK AAN ZEE
202200488	Stichting IJmond IJzersterk, HEEMSKERK
202200468	Synkero B.V., AMSTERDAM
202200481	Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland, AMSTERDAM
202200469	Veiligheidsregio Kennemerland, HOOFDORP
202200476	Veiligheidsregio Noord-Holland Noord, ALKMAAR
202200480	Veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland, ZAANDAM
202200378	WaterDraagster, ZAANDAM
202200467	Wijkgroep Westertuinen-Warande, BEVERWIJK
202200470	Zenith Energy Amsterdam Terminal BV, AMSTERDAM

Reactie 202200378 tot en met 202200491

Verzonden: 9/9/2022 5:15:26 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam:

Tussenvoegsel(s): [REDACTED]

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer:

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Vertegenwoordiger van Moeder Aarde

(Mede) namens:

Organisatie: WaterDraagster

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Nee.

Sterker nog: ik vind het verwerpelijk dat industrie die de aarde zo ernstig uitput en vervuult, beloofd wordt met een waterstofnetwerk.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Er wordt uitgegaan van verkeerde veronderstellingen. In bijgevoegde brief leg ik dit uit:

90516732_8046963_Reactie_voornemen_waterstofnetwerk_Noordzeekanaalgebied.pdf

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Vaak is de manier waarop omwoners betrokken worden een wassen neus en wordt er gelogen over de manier waarop het milieu gespaard wordt.

Hopelijk gaat het dit keer anders.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Vast wel.

Geachte medewerkers van het ministerie van EZK en van HNS,

In het Zaanse Stadsblad van week 36 las ik uw voornemen om een transportnetwerk aan te leggen langs onder meer Zaanstad met CO₂-vrije waterstof voor met name de industrie in het Noordzeekanaalgebied.

Ik ben blij dat ik als inwoner van [REDACTED] geïnformeerd word en mag reageren op dit voorstel - bij deze.

Ik ben ook blij te lezen dat het om CO₂-vrije waterstof gaat, dat de bedoeling is om hiermee de stikstofuitstoot in de genoemde industrie te verminderen en dat bestaande leidingen indien mogelijk (veilig) worden hergebruikt. Dankuwel.

Ik ga er van uit dat er verantwoord en veilig gewerkt wordt door betrokkenen. Ook ga ik er van uit dat de overlast voor zowel omwonenden als het milieu binnen de bestaande plannen zoveel mogelijk beperkt wordt.

Ik heb daar geen vragen of opmerkingen over.

De plannen gaan echter uit van veronderstellingen die ik graag wil benoemen en die ik verwerp, namelijk:

1. dat industrie, zoals die in het Noordzeekanaalgebied, onbeperkt in een moordend tempo de grondstoffen van onze Moeder Aarde mag blijven uitputten,
2. terwijl bekend is dat deze manier van produceren alles wat bestaat, bedreigt omdat ze het milieu ernstig vervuult en belast waardoor het klimaat uit balans raakt en plant- en diersoorten uitsterven.
3. En dit betekent dat het geldelijk gewin van de eigenaren van deze industrie voorrang krijgt boven herstel van onze planeet.

Behalve dat ik deze vooronderstellingen verwerpelijk en zelfs misdadig vind, vind ik ook dat deze industrie en haar eigenaren absoluut geen 'beloning' verdienen door bv aanleg van een waterstofnetwerk.

Integendeel: ik stel de eigenaren en allen die hen helpen per direct verantwoordelijk voor de schade die zij willens en wetens toebrengen aan onze aarde, aan alle dieren en planten, aan ons. En daarmee stel ik hen ook per direct verantwoordelijk voor het herstel hiervan.

Want alles op aarde, wij ook, bestaat bij de gratie van aarde, water, lucht en een wonderlijke bezieling.

Het water waaruit wij bestaan, is ouder dan onze aarde zelf (aangetoond door onderzoek van astrochemica Ewine van Dishoeck): het is de bouwstof van het universum. Dat maakt water bijzonder. Heilig.

Het belangrijk dat we hiervoor respect gaan tonen.

Door de winsteconomie een halt toe te roepen.

Zodat de aarde, het water, en de lucht zich kunnen herstellen.

Ik ga er daarom van uit dat u geen waterstofnetwerk aanlegt naar de industrie in het Noordzeekanaalgebied,

de industrie vermindert en de winsteconomie een halt toeroept.

Dat u de eigenaren van die industrie vertelt dat genoeg winst gemaakt hebben, en dat dat nu stopt.

Dat ze vanaf nu mogen gaan investeren in herstel van de natuur, in schoon water, schone lucht, schone aarde.

Met dank en vriendelijke groet,

[REDACTED]

Verzonden: 9/14/2022 11:12:14 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer:

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Dat ligt aan het uitgangspunt: H2 is ontegenwoordig veel kleiner dan de koolwaterstoffen die nu door de buizen, koppelingen etc. worden vervoerd. Je zou eerst uit kunnen zoeken hoeveel verliezen op zullen treden, voordat je besluit de bestaande infrastructuur opnieuw te gebruiken.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

technische en economische rendabiliteit: wanneer je het nodig (delen van) de infrastructuur te vervangen om de veel kleinere modellen te transporteren?

Veiligheid: Waar kunnen we ophopingen van H2 verwachten en wat zijn de bijbehorende risico's plus maatregelen?

Millieu: Welke verbindingen kunnen ontstaan als H2 vrij komt en wat voor invloed hebben die? Er is een gerucht over bacteriën die er een zuur van zouden maken.

Positieve effecten voor bewoners: nu lijkt dit vooral een oplossing voor industrie, maar wat zijn de voordelen van ons als bewoner?

Kunnen wij onze huizen met de waterstof verwarmen of hebben wij alleen de risico's?

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

nog niet: ik wil worden gehoord, gezien en liefst serieus genomen. Dan heb ik meer het gevoel onderdeel te zijn van een oplossing.

ofwel: persoonlijke aandacht met antwoord op zorgen en vragen.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

wat komt moet nog blijken. vooralsnog is het in ieder geval goed leesbaar.

Verzonden: 9/17/2022 5:09:04 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s): [REDACTED]

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer:

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Geen idee.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Dat de bestaande gasleidingen voor huishoudens in stand blijven totdat er voldoende (qua financiën en toegankelijkheid) mogelijkheden zijn voor ALLE burgers.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Nee. Een burgerberaad zou veel beter zijn.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Als het maar goed toegankelijk is, ook voor laaggeletterden!

Dat is nu niet het geval. !!

Verzonden: 9/18/2022 11:14:24 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: Namens?zorgen om de Veiligheid! Persoonlijk veel ervaring met H2. Flensbranden door wrijving. 5 ongelukken met de NH3 fabrieken IJmuiden/Geleen/Kamira! In Nederland. En waterstofplant in Leuna Duitsland, Linz Oostenrijk. Alle ongelukken met een hogere druk! (>9 bar en tot 105bar). Deze ongelukken liepen met een sisser af! Mede door adequate aanpak productie personeel! Veiligheidsdiensten van de omgeving (brandweer e.d.) moeten wegsturen omdat zij zeer gevaarlijk bezig waren! Noodplan van de brandweer voldoet/voldeed niet! Daar zitten mijn zorgen

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Werken met Waterstof: waar zitten de gevaren, wordt bijna niet toegelicht!

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Waar zijn/zitten de kritieke punten in het waterstofnetwerk.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ja zeker, belang is dat de omgeving goed wordt geïnformeerd! Maar tegelijk denk ik, dat omwoners niet echt bewust zijn van de gevaren van Waterstof (met name onder hogere druk)

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Nogmaals de meeste omwoners weten zijn niet op de hoogte van de gevaren van Waterstof. Dit wordt niet /minder toegelicht in de berichtgeving

Verzonden: 9/19/2022 5:40:02 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Positief is de idee om waterstof toekomstig uit het Midden-Oosten en Noord-Afrika te betrekken. Dit waterstof wordt zeer waarschijnlijk met elektriciteit afkomstig van

toekomstige zonnecelplatforms geproduceerd. Zijn er al contacten met regeringen in deze regio's over dit onderwerp?

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Is erover nagedacht om nog zoveel mogelijk zonnecelparken en windmolens vlakbij de oude en nieuwe pijpleidingen te plaatsen om op die manier via de afsluiterlocaties waterstof dat ter plekke middels elektrolyse geproduceerd wordt in te voeren? Op deze manier hoeft de geproduceerde elektriciteit maar een korte weg af te leggen wat de efficiëntie verhoogt.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ik weet niet in hoeverre de kennis bij researchcentra van bedrijven en kenniscentra als Tata Steel, TNO, TH, KIM, e.d. gebruikt wordt bij het optimaliseren van elektrolyse processen maar ook van de waterstofgevoeligheid en leidingen. Bij Tata bestaat veel kennis op het gebied van staalkwaliteiten met waterstof gerelateerde problemen (fugiciteit, waterstofvstbrossing, etc.)

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Mijns inziens wel

Verzonden: 9/20/2022 10:35:55 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?
nu nog geen mening over, net gelezen..

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Als aandachtspunt heb ik de nu nieuw op te leveren aardgasloze wijk Hofgeest Buiten. Deze worden voorzien van bronverwarming in tuinen en onder de huizen. Aansluiting in de toekomst middels waterstof is daar niet in meegenomen. Dat is enerzijds logisch, dit proces richt zich in eerste instantie meer op bedrijven, aan de andere kant onlogisch als de wijk in de toekomst daar gebruik van zou willen maken, maar dat dit niet mogelijk is omdat daar in dit stadium niet over nagedacht wordt. ik zou dan ook willen vragen om dit mee te nemen in overwegingen nu dit nog mogelijk is. Zeker gezien dit trace dat dicht bij ligt en daarnaast het feit dat Velsen in de nabije toekomst waarschijnlijk niet zo'n grote woonwijk meer kan/gaat bouwen lijkt het me voor de aantrekkelijkheid en energiezuinigheid zeer zeker van belang om dit mee te nemen (voor zover mogelijk natuurlijk).

met vriendelijke groet,

[REDACTED]

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Als [REDACTED] wil ik daarnaast aan jullie vragen of jullie ons mee willen nemen in dit proces. Wij denken mee, juist aan de voorzijde van processen op het gebied van sociaal domein, wat dit raakt. (www.participatieraadvelsen.nl). Hebben jullie zelf vragen of zaken waar jullie tegenaan lopen m.b.t. participatie van de burger, dan kunnen we misschien met jullie meedenken. info via onze website.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

nog niet voldoende over nagedacht op dit moment

Verzonden: 9/23/2022 8:13:29 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Bedrijf

(Mede) namens:

Organisatie: ProRail

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Als aanvulling zou Gasunie en de projectorganisatie transport per spoor naar afnemers mee kunnen nemen.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Breng contact tussen Gasunie en ProRail en de projectorganisatie tot stand om het aspect vervoer per spoor mee te nemen. ProRail heeft immers veel ervaring in het vervoer van gevaarlijke stoffen en is goed bekend met de vele voorschriften op dit gebied waarmee rekening moet worden gehouden.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/23/2022 10:41:13 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Nee

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Ik wil dit niet want wij hebben al:

- Schiphol met geluidsoverlast vooral in de nacht en fijnstof;
- de lelijke elektriciteitsmasten met rode kleuren in de avond;
- de A9 met alle geluidsoverlast en fijnstoffen;
- de haven van Amsterdam die steeds dichterbij komt;
- de kolencentrale in het Havengebied wat bij ons overlast geeft;
- Tata Steel die ons ook overlast geeft.

Wij hebben genoeg in onze omgeving dus.

Graag een andere locatie.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ja

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Nee

Verzonden: 9/27/2022 5:17:49 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Een onderdeel van het waterstofnetwerk is/zijn een of meerdere waterstofproductie locaties.

Mijn vraag is: Waar is/zijn de productielocaties gepland??

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Een productielocatie geeft wellicht overlast. Dit zie ik niet terug in het gepresenteerde waterstofnetwerk.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Als eerste aanzet lijkt het voldoende, echter ik mis info betreffende een bij het netwerk behorende productielocatie (s)

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Op dit moment zie ik niet voldoende informatie. Zie bijlage 1

Verzonden: 9/27/2022 9:06:58 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer:

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Zie onder

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie onder

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

De bebouwde omgeving wordt momenteel geheel buiten het waterstofleidingnet gehouden. Dit terwijl het voor de bebouwde omgeving alswel voor de publieke kosten veruit het goedkoopst is om woonhuizen uit te rusten met een waterstof cv-ketel. Woonhuizen van het gas af gaat enkel lukken door middel van waterstof en niet met warmtepompen. Het pijnlijke is verder dat de industrie met publiek geld gesubsidieerd wordt om over te stappen naar waterstof terwijl de betalers van deze subsidie geen gebruik kunnen maken van de meest goedkope en efficiënte manier om hun huis aan te passen naar gasvrij verwarmen.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

N.v.t.

Verzonden: 9/27/2022 9:42:23 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer:

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: Dorpsraad Wijk aan Zee

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

De dorpsraad Wijk aan Zee is benieuwd naar de plaats waar de koppeling van het leidingnet aan TataSteel wordt geprojecteerd. De Dorpsraad wijst erop dat in Wijk aan Zee diverse projecten plaatsvinden, zoals het transformatorstation, en de aanlanding van het hoogspanningsnet vanuit zee. De dorpsraad wil weten of hoe het koppelstation eruit gaat zien en of dit (geluids)overlast gaat geven.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

De Dorpsraad Wijk aan Zee wil graag pro-actief worden geïnformeerd.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/27/2022 9:46:14 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: -

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Ik merk op dat de groene stippellijn van een mogelijk tracé bij wijze van spreken dwars door onze achtertuin loopt. Nu beschikt TataSteel over een zeer grote hoeveelheid eigen grond, 12 voetbalvelden groot waarop o.a. het transformatorstation is gebouwd. Ik pleit ervoor dat de Gasunie in overleg gaat met TataSteel om te bespreken of de transportleiding ondergronds op het eigen terrein kan worden gerealiseerd in plaats van over de groene stippellijn. In de toekomst wordt de fabriek van TataSteel kleiner van omvang als gevolg van de overgang naar waterstof en is er nog meer grond voor de waterstofleiding beschikbaar, bovendien is dit ook een belang van TataSteel zelf. Een extra reden om met TataSteel in overleg te gaan.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

-

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/27/2022 9:50:29 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s): [REDACTED]

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: [REDACTED]

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Voor de aanleg van het transformatorstation en de aanlanding van stroom van wind op zee zijn veel bomen gekapt die onder meer een belangrijke functie vervulden voor het dempen van de geluidsoverlast van TataSteel. De gekapte bomen mogen niet opnieuw geplant worden omdat deze de ondergrondse kabels zouden kunnen beschadigen. De aanleg van de waterstofleiding zal opnieuw voor geluidsoverlast zorgen. Wij dringen erop aan dat er aandacht is en maatregelen worden getroffen om deze geluidsoverlast adequaat te compenseren. Wij willen graag pro-actief op de hoogte gehouden worden van de voorgenomen maatregelen in dit verband.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ja, wij zijn prettig te woord gestaan op deze avond.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/27/2022 9:53:44 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Wij zijn benieuwd naar de duurzaamheid van de windturbines en de milieubelasting van het materiaal dat nodig is om deze te onderhouden of te vervangen in relatie tot de duurzaamheid van de installaties die waterstof produceren.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/27/2022 9:57:00 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: -

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Ik vraag aandacht voor het behoud van de natuurwaarden als de waterstofleiding wordt aangelegd.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/27/2022 9:59:55 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: -

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Ik mis Alliander in dit verband. Ik had graag besproken waarom Alliander Zaandam heeft gekozen onderzoek van het lagedruknet, omdat er in Beverwijk ook een bloeiende industrie is. Wij zitten dicht bij de bron en zijn geïnteresseerd als particulier om aangesloten te worden op het lagedruknet.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

-

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/28/2022 7:43:46 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: -

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Ja, ik vind waterstof een goede oplossing voor opslag van energie.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Ik wil graag weten wat het rendementsverlies is in de verschillende stappen van omzetten van elektriciteit naar waterstof en vervolgens de omzetting van waterstof opnieuw in elektriciteit.

Zijn er plannen of ideeën om het waterstofnet rechtstreeks aan te sluiten op individuele woningen. Graag informatie hierover.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ja

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/28/2022 7:57:59 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s): [REDACTED]

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: -

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Ik ontvang graag informatie of de 3D-presentatie ook voor privégebruik voor download beschikbaar is en zo ja, hoe dit technisch geïmplementeerd met worden.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Een plenaire presentatie van de 3D video die de aanwezigen gezamenlijk kunnen bekijken, gevolgd door de informatiemarkt zelf.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/28/2022 8:28:49 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Buurt en/of bewonersorganisatie

(Mede) namens:

Organisatie: huurdersbelangenvereniging Het Bastion

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Ik merk op dat Rolls Royce sinds 60 jaar kernreactoren maakt voor de Britse Marine. Van deze reactoren zijn ook versies beschikbaar die in modulaire vorm op land kunnen worden gerealiseerd. Dit tegen een prijs van 2 miljard Pond. De reactoren ter grootte van een voetbalveld leveren elektriciteit voor een stad van 1 miljoen inwoners. Dene plaatsing van 17 reactoren die in 2028/2030 operationeel zijn vormen een goed alternatief voor de huidige plannen met wind- en zonne-energie. Zeker met de huidige gasprijzen.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

-

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/28/2022 8:48:46 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s): [REDACTED]

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: min buren

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Ik wil meer weten over of de veiligheidsnormen die geleden voor een enkele transportleiding anders en/of hoger zijn als twee of meer transportleidingen in elkaars onmiddellijke nabijheid worden aangelegd en in productie worden genomen. Met andere woorden, is er sprake van een stapeling van risico en worden hiervoor aanvullende veiligheidsnormen vastgesteld.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/29/2022 4:09:45 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer:

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens: Ls.

Het is mij na het lezen van de informatie nog niet duidelijk waar in Beverwijk het waterstofnetwerk eventueel zou komen en welke consequenties daarmee zowel cosmetisch als anderszins gepaard zouden kunnen gaan voor mij als bewoner van mijn adres/inwoner van mijn wijk.

In afwachting van uw reactie, verblijf ik,

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Nee

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie eerdere reactie

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Zie eerdere reactie

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Zie eerdere reactie

Verzonden: 9/30/2022 7:53:53 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Ik ben zelf afkomstig uit de aardgasindustrie en bekend met de veiligheidsnormen die voor gasleidingen, het explosiegevaar en de afstand die tussen leidingen moeten worden aangehouden. Voor zover mij bekend zijn de risico's bij waterstof groter dan die van gas. Ik pleit ervoor dat voor waterstofleidingen eigen (strengere) normen worden ontwikkeld dan die welke nu voor de gasleidingen gelden.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ik pleit ervoor om in de informatiebijeenkomst een plenaire sessie in te lassen waarin het grotere plaatje, het algemeen belang wordt toegelicht (zoals [REDACTED] heeft gedaan tijdens de workshop).

Mijn ervaring is dat de bezoekers voor kijken naar hun eigen belang "what's in it for me" terwijl het net een groter, algemeen belang dient. Als de bezoeker hiermee wordt geconfronteerd, verandert ook hun mindset waarmee ze de informatiebijeenkomst bezoeken.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/30/2022 7:56:58 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

-

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ik pleit ervoor dat direct aan het beoogde tracé omwonenden direct(er) en persoonlijk geïnformeerd worden.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/30/2022 8:00:27 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s): [REDACTED]

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

-

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Ik vind dat de uitnodigingsbrief mensen eerder ongerust maakt "o hemel wat komt er op ons af", "daarmee wil ik niks te maken hebben", terwijl de informatiebijeenkomst juist gerust stelt. In de communicatie zou een meer geruststellende toon mensen minder afschrikken om naar de informatiebijeenkomst te komen. Ook vrezen bewoners nog meer geluidsoverlast, (ze hebben Schiphol al) en haken daarom af om dit soort bijeenkomsten bij te wonen.

Het begrip "participatie" en "participatiemaatschappij" heeft bij veel mensen een negatieve lading gekregen. In de zin van "wij moeten weer zo nodig wat, en daar hebben wij geen zin in..". Dat terwijl op de presentatieborden wordt uitgelegd dat participatie betekent dat er informatiebijeenkomsten zijn, dat er verschillende manieren zijn om te reageren, enzovoort.

Verzonden: 9/30/2022 8:03:36 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer:

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

-

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

In het licht van de recente explosies in de pijpleidingen van Nord Stream I en II vraag ik aandacht voor de fysieke beveiliging van het waterstofnet onder andere tegen sabotage.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 9/30/2022 8:06:04 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED].

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Tijdens de informatiebijeenkomst d.d. 29-9-2022 is mij duidelijk geworden dat het blauwe zoekgebied zeer waarschijnlijk overbodig is omdat de huidige leiding die er ligt, gebruikt kan worden.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

-

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

-

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

-

Verzonden: 10/18/2022 5:17:53 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: Postbus

Huisnummer: 19406

Postcode: 1000 GK

Woonplaats: Amsterdam

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Bedrijf

(Mede) namens:

Organisatie: Havenbedrijf Amsterdam N.V.

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Ja

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

- Inpasbaarheid (goede afstemming m.b.t. overige (toekomstige) ondergrondse infra en bovengrondse activiteiten. Zowel met betrekking tot de fysieke ruimte als milieu- en risicoruimte/veiligheid)

- goede 'fit' met toekomstig gebruik (o.a. goede afstemming t.a.v. de tracering)

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Wij blijven graag intensief betrokken, gelet op het belang van het project voor de energietransitie in het NZKG inclusief de Amsterdamse haven

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Ja

Verzonden: 10/18/2022 8:53:37 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Bedrijf

(Mede) namens:

Organisatie: Alliander N.V.

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Aanvulling: zoals besproken met [REDACTED] van HNS is de verwachting dat er vanuit Zaanstreek een 8 bar netwerk ontwikkeld gaat worden. Best guess is dat er een aansluiting op het HNS netwerk gevraagd gaat worden ten Noorden van het water langs het "Noordtracé" in het Amsterdamse havengebied. Wellicht goed om daar vast rekening mee te houden.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Graag aandacht voor een toekomstbestendig optimaal integraal energiesysteem, met ruimte in de grond voor benodigde Elektriciteit, Warmte, Hogedruk en Lagedrukwaterstofleidingen in het Amsterdamse havengebied.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

ja

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

ja

Verzonden: 10/19/2022 3:09:23 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED] f

Huisnummer:

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: info@westbeverwijk.nl

Als: Buurt en/of bewonersorganisatie

(Mede) namens: namens Wijkgroep Westertuinen-Warande

Organisatie: Wijkgroep Westertuinen-Warande

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Zie bijlage 1

91266119_8183611_Zienswijze_wijkgroep_W-W_op_Waterstofnetwerk_NZKG-VenP_19okt22.pdf

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie bijlage 1

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Zie bijlage 1

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Zie bijlage 1

Aan: Bureau Energieprojecten
 Inspraakpunt Waterstofnetwerk NZKG
 Postbus 111
 9200 AC Drachten
 Via website www.rvo.nl/waterstofnetwerk-nzkg

Van: Wijkgroep Westertuinen-Warande
 [Redacted]
 Email: info@westbeverwijk.nl

Betreft: Reactie op Kennisgeving Voornemen en voorstel voor Participatie (VenP) Waterstofnetwerk NZKG

De wijkgroep heeft zich verdiept in de overlast die mogelijk in westelijk Beverwijk ondervonden kan worden door de komst van het Waterstofnetwerk NZKG.

Daartoe is door de leden informatie opgehaald op de informatie-bijeenkomsten (zowel een digitale bijeenkomst op 19 september 2022 als een inloopavond op 27 september 2022), en door het bestuderen van de nu ter inzage liggende documenten.

Onze aandacht is vooral gericht op de mogelijke overlast van de aanleg en het gebruik van het Waterstofnetwerk in de IJmond, met name het gedeelte ten noorden van het Noordzeekanaal.

Wij zien op dit moment als aandachtspunten in de participatie de volgende items:

- Het in kaart brengen resp. voor ons zichtbaar maken van de huidige leidingtracés: water, aardgas, elektra, data- en informatie langs A9 en westen daarvan incl. compressorstation in gemeentes Heemskerk, Uitgeest-zuidzijde (indien alternatief tracé naar Tata Steel om de noordzijde van Beverwijk-Heemskerk ter sprake kan komen), Beverwijk en Velsen (ten noorden van en inclusief het Noordzeekanaal) om een mening te vormen over de tracé-keuze.
- Huidige, tussentijdse en toekomstig gewenste hoeveelheden H2 en elektrische energie van/voor Tata Steelterrein, Vattenfall, en andere aangeslotenen (bijv. vGelder?) of aan te sluiten bedrijven, en wie nog meer in kaart brengen
- Opties voor toekomstige aansluiting voor huishoudelijk wijk-gebruik H2
- Locatie Take Over Points per bedrijf aangeven
- Technisch te stellen eisen en randvoorwaarden voor aardgas, H2 en elektra aangeven
- In plenaire sessies diverse varianten bespreken met participanten
- Als groepen (participanten) daarbij betrekken de Bewonersbelangen (zoals Dorpsraad Wijk aan Zee, Bewonersvereniging Vondelkwartier, Wijkgroep Westertuinen-Warande, iets in Velsen-noord (er was een platform, nu misschien iets separaat op te tuigen), Volkstuinverenigingen, misschien Velsen-zuid), en de Bedrijvenbelangen (zoals Vattenfall, Tata Steel, industrieparken, Scheepvaart, spoorwegen (Prorail, NS, goederenvervoerders), fietsers (Fietsersbond Beverwijk, misschien Fietsersbond IJmond-noord, misschien Fietsersbond Velsen, voetgangers en snelverkeer, openbaar busvervoer (nu Connexion), pont (GVB), Rijkswaterstaat, HHNK, PWN, Liander, Stedin); deze lijst is wellicht niet volledig
- Gemeentes zoals genoemd
- Kijken naar gevolgen/hinder zowel tijdens ontwerp, als tijdens aanleg en tijdens exploitatie-fase
- Klankbordgroepen oprichten
- Eventueel: (geluids)metingen vooraf en achteraf

Deze lijst is mede gebaseerd op de ervaringen opgedaan met de participatie zoals die gewerkt heeft en nog werkt tijdens de aanleg van de aanlanding van stroom uit de Noordzee bij Beverwijk (Net op Zee). Onze zorgen richten zich op mogelijke overlast die ondervonden kan worden in het gebied van de wijkgroep: dit is het gebied dat in grote lijnen begrensd wordt ten oosten door de Warande en Wijk aan Duinerweg, ten noorden door de gemeentegrens Heemskerk, ten westen en deels ten zuiden door Tata Steel, en op de omringende terreinen (bijv. verkeersroutes, e.d.)

In afwachting van uw reactie,

namens de wijkgroep Westertuinen-Warande

[Redacted] contactpersoon wijkgroep Westertuinen-Warande

(email wijkgroep: info@westbeverwijk.nl, staat doorgeschakeld naar privé: [Redacted])

Verzonden: 10/19/2022 3:17:10 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer:

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Bedrijf

(Mede) namens:

Organisatie: Synkero B.V.

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Geen aanvullingen

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Synkero ontwikkelt een Synthetische Sustainable Aviation Fuel plant op het Biopark in de Port of Amsterdam.

Voor Synkero is een aansluiting aan het (HP) waterstofnetwerk belangrijk aangezien baseload waterstof (en een connectie met HyStock) benodigd is voor het proces (waterstof is de feedstock).

De noordelijke route loopt langs de beoogde locatie en zou daarom onze voorkeur hebben. Daarnaast zijn er in aan de noord en westkant van het Biopark verschillende andere ontwikkelingen waar een aansluiting op het waterstofnetwerk benodigd is, zoals AMA en een H2 import terminal.

91266280_8183651_Locatie_Synkero.pdf

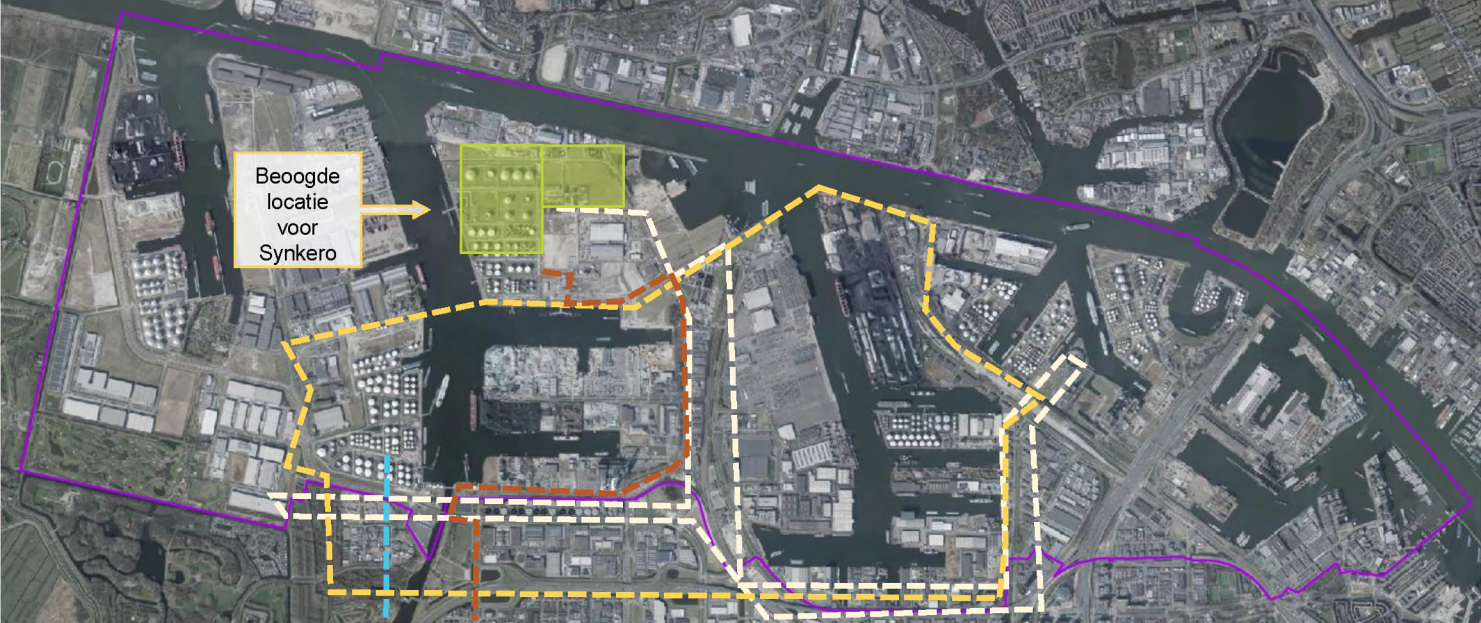
Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?


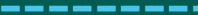


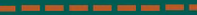

Ja, geen aanvullingen

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Ja, geen aanvullingen

SYNKERO LOCATION IN PORT OF AMSTERDAM



	High pressure H ₂ pipeline		Jet fuel pipeline to Schiphol
	Low pressure H ₂ pipeline		Border Port of Amsterdam
	CO ₂ pipeline		Potential site locations

Verzonden: 10/19/2022 4:55:33 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer:

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Overheid

(Mede) namens: [REDACTED]

[REDACTED]

(allen VRK)

Organisatie: Veiligheidsregio Kennemerland

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

In onze reactie vind u een voorstel voor een potentieel te onderzoeken alternatief.

91268347_8184065_2022-10-19_Definitieve_reactie_VenP_Waterstofnetwerk_NZKG-.pdf

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie onze reactie (geüpload als bijlage 1).

91268347_8184066_2022-10-19_Bijlage_1_-_DahoeAE_SteelsHydrogenGasTransmission.pdf

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ja, participatie lijkt ons goed te zijn vormgegeven.

91268347_8184067_2022-10-19_Bijlage_2_-_Assessment_of_the_damage_from_hydrogen_pipelin_explosions_on_people_and_buildings.pdf

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Daar hebben wij zeker vertrouwen in.

Ministerie van EZK
Bureau Energieprojecten
Inspraakpunt Waterstofnetwerk NZKG
Postbus 111
9200 AC Drachten

Hoofddorp, 19 oktober 2022

**Onderwerp: Reactie op de kennisgeving Voornemen en Participatie voor het project
Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied**

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij ontvangt u onze reactie op de kennisgeving Voornemen en Participatie voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied. Gezien ons gezamenlijk belang en de bestaande structurele samenwerking op het gebied van Veilige Energietransitie hebben wij onze reactie met de vier veiligheidsregio's in Noord-Holland¹ afgestemd. Wij zijn van mening dat gezamenlijk participeren en afgestemd reageren u en ons helpt bij een efficiënte en vooral veilige totstandkoming van dit project.

Samenvatting van ons advies

- a. Verschaf (wetenschappelijk) inzicht in de risico's door materiaalgebruik van bestaande leidingen.
- b. Verschaf inzicht in de leidingtrajecten waar sprake kan zijn van domino-effecten. Onderzoek het traject van Gasunie leiding A-620 als alternatief tracé. Verschaf (wetenschappelijk) inzicht in de risico's door materiaalgebruik van nieuw aan te leggen leidingen.
- c. Verschaf inzicht in de risico's van drukschommelingen in het systeem.
- d. Verschaf inzicht in de verandering van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van de wijziging van het getransporteerde gas in de bestaande leidingen en in de toename van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van de aanleg van nieuwe buisleidingtrajecten. Onderbouw de keuze voor het softwareprogramma waarmee de risicoberekeningen worden uitgevoerd. Bereken naast de kans op en effecten van een fakkelbrand ook de kans op en effecten van een explosie. Rapporteer naast de nieuwe aandachtsgebieden, ook het oude groepsrisico.
- e. Verschaf inzicht in de risico's voor leveringszekerheid van aardgas door het andere gebruik van een deel van de aardgasinfrastructuur gedurende de transitiefase.
- f. Blijf ons betrekken in maandelijks plenair overleg en nodig ons formeel uit te reageren of adviseren op de verschillende processtappen.
- g. Voer separaat met de hulpdiensten overleg over de gevolgen van het project voor de bestaande planvorming en procedures.

¹ De Veiligheidsregio Noord-Holland Noord heeft op dit moment geen direct belang bij dit project en participeert vanuit landelijke en provinciale samenwerking ten behoeve van kennisontwikkeling en kennisdeling.



1. Achtergrond inhoudelijke reactie op het voornemen

a. Gebruik van bestaand leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Nederland

Het Waterstofnetwerk Nederland zal grotendeels worden opgebouwd uit bestaand hogedruk aardgastransportleidingnetwerk. Diverse onderzoeken stellen dat bestaand leidingwerk van verschillende materialen veilig kan worden gebruikt voor het transport van waterstof onder hoge druk, al dan niet na het aanbrengen van een specifieke inwendige coating om waterstofverbrossing tegen te gaan. A.E. Dahoe, Explosion, Hydrogen Safety and Combustion Scientist bij het kenniscentrum voor explosie- en waterstofveiligheid bij defensie stelt dat alleen bij gebruik van een specifieke staalsoort veilig transport van waterstof mogelijk is. Meer informatie hierover is te vinden in bijlage 1.

Graag krijgen wij inzicht in de toegepaste materiaalsoort(en) van het beoogde bestaande leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Nederland. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens een gedetailleerd onderzoek naar risico's en risicomitigatie van dit materiaalgebruik deel moeten uitmaken van de veiligheidsstudies voor dit project.

Bij bundeling van buisleidingen, vooral wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt dan 5 tot 7 meter [structuurvisie buisleidingen 2012-2035], moet rekening worden gehouden met mogelijke domino-effecten wanneer zich een calamiteit voordoet met één van de leidingen in de bundel. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht waar in het bestaande leidingtraject dergelijke situaties zich voordoen, wat de effecten hiervan zijn op de externe veiligheid en hoe deze risico's kunnen worden gemitigeerd.

b. Aanleg van nieuw leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied

Wij onderschrijven de uitgangspunten om bij aanleg van een nieuw leidingtraject zo veel mogelijk aansluiting te zoeken bij aanwezige SVB-stroken of zoveel mogelijk te bundelen met bestaande infrastructuur zoals aanwezige hogedruk aardgastransportleidingen van Gasunie en (provinciale) wegen. Bij bundeling van buisleidingen, vooral wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt dan 5 tot 7 meter [structuurvisie buisleidingen 2012-2035], moet rekening worden gehouden met mogelijke domino-effecten wanneer zich een calamiteit voordoet met één van de leidingen in de bundel. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht waar zowel in de nieuwe als in de bestaande trajecten dergelijke situaties zich voor kunnen doen, wat de effecten hiervan zijn op de externe veiligheid en hoe deze risico's kunnen worden gemitigeerd.

Graag krijgen wij inzicht in de beoogde materiaalsoort(en) voor het nieuw aan te leggen leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied.

Voor het traject van het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied van het Waterstofnetwerk Nederland tot Tata Steel IJmuiden wordt in de kennisgeving Voornemen en Participatie aangegeven dat hiervoor geen alternatief traject inbeeld is. Wij vragen ons af of hierbij het traject van Gasunie buisleiding A-620 is beschouwd en zo ja, waarom dit geen mogelijk alternatieve route is. Op het eerste oog lijkt dit, op het gebied van externe veiligheid, een gunstiger tracé te zijn. Wanneer dit tracé nog niet is beschouwd, adviseren wij dit alsnog te doen.

c. Bufferfunctie van het netwerk

Doordat het Waterstofnetwerk wordt opgezet als een open waterstoftransportsysteem, waaraan toeleveranciers waterstof kunnen leveren en waarvan afnemers waterstof kunnen afnemen, is er



kans op drukschommelingen in het systeem. Het leidingnet functioneert op deze wijze, net als met aardgas het geval is, als buffer. De combinatie van materiaalgebruik met drukschommelingen in het systeem kan leiden tot versnelde veroudering van het systeem met mogelijk falen tot gevolg.

Graag zien wij in de risicoanalyses de risico's van deze combinatie gedetailleerd onderzocht. Verder vernemen we graag welke mitigatiemogelijkheden er zijn om problemen op dit gebied te voorkomen (bijvoorbeeld buffers inbouwen in het systeem, werkdruk instellen binnen veilige onder- en bovenmarges, aanbrengen van een inwendige coating in het bestaande leidingnet, etc.).

d. Externe - of Omgevingsveiligheid

Binnen de Veiligheidsregio Kennemerland passeert het nieuw aan te leggen leidingdeel voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied tussen het Waterstofnetwerk Nederland en Tata Staal IJmuiden, de volgende voor externe veiligheid relevante functies:

- Bedrijf; met voornamelijk beperkt kwetsbare objecten.
- Wonen; met voornamelijk kwetsbare objecten.
- Sport; een beperkt kwetsbaar object.

Binnen de Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland passeert het nieuw aan te leggen leidingdeel tussen het Waterstofnetwerk Nederland en de Hemweg de volgende voor externe veiligheid relevante functies:

- Bedrijf; met voornamelijk beperkt kwetsbare objecten.

Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht wat de externe veiligheidseffecten zijn van de aanleg van nieuwe buisleidingen voor het transport van waterstof onder hoge druk.

Een verandering in de getransporteerde stof door bestaand leidingnetwerk, heeft ook invloed op de externe veiligheidsrisico's. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, moet ons inziens dan ook in detail worden onderzocht wat de externe veiligheidsrisico's en mogelijke effecten zijn van deze wijziging.

Verder moet ook inzicht worden gegeven in bovengrondse appendages en de daarbij horende (externe) veiligheidsafstanden.

Rekenmethodiek

De rekenmethodiek Bevb schrijft voor het transport van aardgas gebruik van het softwareprogramma Carola voor. Voor het transport van andere stoffen schrijft de rekenmethodiek het softwareprogramma Safeti-NL voor. Graag vernemen wij welk softwareprogramma wordt gebruikt voor de risicoberekeningen voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied en het Waterstofnetwerk Nederland, of dit conform vigerende wetgeving is en of de keuze voor het softwareprogramma van invloed is op de uitkomsten van de berekeningen.

Scenario's

In de huidige rekenmethodiek Bebv wordt voor waterstof een kans op directe ontsteking van 1 voorgeschreven². Dit leidt in alle gevallen tot een fakkelbrand met het effect warmtestraling. Gesteld wordt dat dit een conservatieve benadering is. Ondanks de ruime explosiegrenzen en de lage ontstekingsenergie van waterstof zijn wij echter, op basis van literatuur, van mening dat ook een explosie een denkbaar scenario is en daarom moet worden meegenomen in de risicoberekeningen. Zie bijlage 2 voor meer informatie. Wanneer een deflagratie of zelfs detonatie wordt gevolgd door

² Handreiking Risicoberekeningen Bevb, RIVM, Versie 3.1, 1 april 2020, paragraaf 2.4 tabel 7 en 8



een fakkelbrand, zijn de effecten naar verwachting groter dan wanneer ontsnappend gas direct ontsteekt zonder explosie. Daarom zien wij directe ontsteking juist niet als een conservatieve benadering en zien wij het scenario explosie van vrijkomend gas, gevolgd door een fakkelbrand ook graag terugkomen in de risicoberekeningen. Dit inzicht is nodig voor de veiligheidsregio's om gedegen te kunnen adviseren over zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid en voor een doeltreffende voorbereiding op dit rampscenario.

Aandachtgebieden en groepsrisico

In de kennisgeving Voornemen en Participatie is aangegeven dat voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied wordt gewerkt in de geest van de Omgevingswet. Op het gebied van externe veiligheid is de overgang naar de Omgevingswet niet geheel beleidsneutraal. Naast de naamswijziging van externe veiligheid naar Omgevingsveiligheid, komt de verplichte berekening van het groepsrisico te vervallen. De groepsrisicoberekening wordt vervangen door aandachtsgebieden voor brand, explosie en gifwolk. Ons is niet bekend dat de wijze waarop aandachtsgebieden moeten worden vastgesteld op dit moment is vastgesteld. Wij stellen daarom voor om bij de risicoberekeningen zowel aandacht te besteden aan het groepsrisico als aan de aandachtsgebieden (voor zowel brand als explosie).

e. Wijziging in aardgastransportcapaciteit

Het project omvat het gedeeltelijk wijzigen van het gebruik van bestaande aardgasinfrastructuur, waarna de capaciteit van deze leiding(en) niet langer kan worden aangewend voor het transport van aardgas. Graag krijgen we inzicht of de resterende transportcapaciteit gedurende de transitiefase voldoende is om de leveringszekerheid van aardgas (voorlopig) te kunnen garanderen.

2. Inhoudelijke reactie op het voorstel voor participatie

In de kennisgeving Voornemen en Participatie wordt gevraagd reactie te geven op de wijze waarop wij betrokken willen worden en welke vragen, zorgen en kansen wij zien. Door ons gesignaleerde vragen, zorgen en kansen zijn in hoofdstuk 0 genoemd. In dit hoofdstuk geven wij onze reactie op de wijze waarop wij graag betrokken zijn dit project.

f. Participatie

Wij waarderen het voorstel voor een maandelijks plenair ambtelijk overleg en blijven daar graag bij betrokken, bij voorkeur gezamenlijk met de Veiligheidsregio's en Omgevingsdiensten in Noord-Holland. Graag blijven wij formele kennisgevingen over de processtappen in het project ontvangen, met een concrete vraag om reactie of advies.

g. Participatie specifiek voor de hulpverlening

Omdat bij buisleidingincidenten de hulpdiensten vaak als eerste ter plaatse zullen zijn, lijkt het ons aanbevelenswaardig om naast het maandelijks plenaire overleg, een separaat (minder frequent) overleg met de hulpdiensten te organiseren, waarin het volgende aan de orde komt:

- De invloed van het project op bekende aardgasscenario's en bestaande procedures bij de incidentbestrijding van buisleidingincidenten (eventueel in samenhang met de Gele Kaart).
- Lesmateriaal om onze repressieve dienst bij te scholen op eventueel gewijzigde inzichten met betrekking tot de te volgen procedures en inzettactieken.
- Afstemming over aansluiting van de calamiteitenbestrijdingsprocedures van Hynetwork Services op onze procedures.
- De invloed van de aanleg van nieuwe buisleidingtracés en het veranderen van het getransporteerde gas door bestaande buisleidingen op het Incidentbestrijdingsplan Noordzeekanaalgebied.



- De planning van uitvoeringswerkzaamheden en ingebruikname van onderdelen van het netwerk, zodat onze bereikbaarheids- en objectinformatie up-to-date kan worden gehouden en onze inzet kan worden afgestemd op het actuele risico.

Wij vertrouwen erop u hiermee antwoord op uw vragen en nuttige aandachtspunten te hebben gegeven voor het vervolg van het proces en zien uit naar een veilig eindresultaat.

Hoogachtend,
Het dagelijks Bestuur van de Veiligheidsregio Kennemerland
Namens deze,



Bijlagen:

1. DahoeAE_SteelsHydrogenGasTransmission
2. Assessment of the damage from hydrogen pipeline explosions on people and buildings

Principles of Hydrogen Safety - Dr Arief Dahoe

Knowledge Center for Explosion and Hydrogen Safety, Dutch Armed Forces

<http://www.explosionsolutions.org/kcehs/>

The current/existing natural gas transmission network is unsuitable for hydrogen service.

These are the steel compositions (https://drive.google.com/file/d/1mQM-gMNwoOY9YZlhkjaflqLO_VO6mUB/view?usp=sharing) of the natural gas network.

Steel types (X42, ..., X70, etc) are inadequate for hydrogen service. For reasons explained in these files

(1) https://drive.google.com/file/d/1vuLsy-UyetA_WHAJJRCE8FVQPwR9f-Vz/view?usp=sharing

(2) https://drive.google.com/file/d/1rZRnl5yWiPgUs6L1DDsoc-VyRlZBj_V2/view

(3) <https://drive.google.com/file/d/1dcARaZEBmxd923W4nkvQ1qu5OvouknWB/view>

Moreover: the hydrogen content may not exceed 0.2 vol% within the current/existing natural gas transmission network.

Leaving AISI 316L as the only viable option. And that's precisely what is applied for the H₂ gas transmission network by AirLiquide (

<https://drive.google.com/file/d/14k8spOLFWjr-rohEB2zf6v4iOa2UlvQ6/view?usp=sharing>).

The KIWA (

https://drive.google.com/file/d/17pT_SqRBkxWqcXzVA6Gohk4uTSjrNXzZ/view?usp=sharing) and DNVGL (<https://drive.google.com/file/d/13-rsDYSBQkaX1tKzBXVoZ2jfAB6SJ6e1/view?usp=sharing>) reports are scientifically wrong and misleading. And must be deemed invalid.

Observe that hydrogen embrittlement/damage is caused by a multitude of mechanisms (

<https://drive.google.com/file/d/1flhxxbxMVcixthZ3WqSV5DABmdrRVWcr/view?usp=sharing>). Construction materials for H₂ service must cope with all these mechanisms simultaneously. Over a time span covering many decades (even centuries).

It is noteworthy that for more than 20 years people have been looking into the suitability of existing CH₄ transmission networks for hydrogen service. And many documents were produced on this matter. One of the most compelling documents on this question (see:

https://drive.google.com/file/d/1JFsL2fLVJaoLw1ASV6_a7cOaGzHVPAXd/view?usp=sharing) shows that the steel types of CH₄ gas transmission networks are not suitable for hydrogen service. The steel types currently in use by CH₄ transmission systems do not permit H₂ concentrations exceeding 0.2 vol%. At the same time there are recent reports (by DNV-GL, KIWA, CE-Delft etc.) that claim the contrary. Without any scientific basis or proof, namely, that existing CH₄ gas transmission networks permit H₂ service.

With regard to construction materials for compressors it might be instructive to watch this video lecture:

<https://www.youtube.com/watch?v=NddR1hZARuo>

There are standards pertaining to the material compatibility of components. Here is a listing of a few of these standards.

- (1) NACE TM0284-96:2016 Standard Test Method – Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking
- (2) ISO 2626:1973 Copper – Hydrogen embrittlement test
- (3) ISO 3690:2012 Welding and allied processes – Determination of hydrogen content in arc weld metal
- (4) ISO 7539-6:2011 Corrosion of metals and alloys – Stress corrosion testing – Part 6: Preparation and use of precracked specimens for tests under constant load or constant displacement
- (5) ISO 9587:2007 Metallic and other inorganic coatings – Pretreatment of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- (6) ISO 9588:2007 Metallic and other inorganic coatings – Post-coating treatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- (7) ISO 11114-4:2017 Transportable gas cylinders – Compatibility of cylinders and valve materials with gas contents – Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
- (8) ISO 15330:1999 Fasteners – Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement – Parallel bearing surface method
- (9) ISO 15724:2001 Metallic and other inorganic coatings – Electrochemical measurement of diffusible hydrogen in steels – Barnacle electrode method
- (10) ISO 17081:2014 Method of measurement of hydrogen permeation and the determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique”.

Article

Assessment of the Damage from Hydrogen Pipeline Explosions on People and Buildings

Paola Russo ^{1,*}, Alessandra De Marco ¹ and Fulvio Parisi ² 

¹ Department of Chemical Engineering, Materials and Environment, Sapienza University of Rome, via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy; alessandra.demarco@uniroma1.it

² Department of Structures for Engineering and Architecture, University of Naples Federico II, via Claudio 21, 80125 Naples, Italy; fulvio.parisi@unina.it

* Correspondence: paola.russo@uniroma1.it; Tel.: +39-06-44585565; Fax: +39-06-44585451

Received: 2 August 2020; Accepted: 12 September 2020; Published: 25 September 2020



Abstract: Failure of a pipeline carrying gaseous hydrogen can have several effects, some of which can pose a significant threat of harm to people and damage to buildings in its immediate proximity. This paper presents a probabilistic risk assessment procedure for the estimation of damage to people and buildings endangered by high-pressure hydrogen pipeline explosions. Such a procedure provides an evaluation of annual probability of damage to people and buildings under an extreme event using a combination of the conditional probability of damage triggered by an explosion and the probability that the explosion occurs as a consequence of the pipeline failure. The release of hydrogen is simulated using the LimitState:SLAB model and the size of the hydrogen-air cloud in the flammability range is evaluated, then overpressure and impulse generated by the blast are evaluated through the Netherland Organization for Applied Scientific Research (TNO) model, while explosion effects on people and buildings are estimated through Probit equations and pressure–impulse diagrams. As for people, both direct and indirect effects of overpressure events are taken into account. For buildings, a comparison of the damage to different types of buildings (i.e., buildings made of reinforced concrete and buildings of tuff stone masonry) is also made. The probabilistic procedure presented may be used for designing a new hydrogen pipeline network and will be an advantageous tool for safe management of H₂ gas pipelines.

Keywords: hydrogen pipelines; explosions; damage to people; probit functions; structural damage; pressure–impulse diagrams; risk assessment

1. Introduction

The growing demand for energy and the depletion of traditional energy sources, added to the need for increasing sustainable development in order to reduce environmental pollution, have made hydrogen a possible protagonist in today's society. Hydrogen represents an inexhaustible source as an energy carrier, since it can stem from a variety of sources, both traditional and alternative ones. In addition, hydrogen plays a key role for sustainable development due to the fact that its combustion does not produce any pollution agents, especially greenhouse gases that lead to an increase in global temperature.

Regarding hydrogen and its production, the production plant distribution in the world is shown in Table 1 [1]. Medium and large plants are distributed in several countries, with a maximum capacity of 290,000 Nm³/h in a Californian plant, and serve various type of industries (i.e., chemical, petrochemical, food, oil refining). Data reported in Table 1 refer to the existing and operating facilities (updated in January 2016), but more recently, investments in this alternative energy source have been spreading. Recently, Linde's Global Hydrogen Business announced that they will construct a USD

250 million world-scale hydrogen plant in Louisiana, with a production capacity of over 190,000 Nm³/h, that is due to come on stream in 2021. The new plant will be part of Praxair's hydrogen system in Louisiana [2]. Consistent investments have been made also in Europe over the last few years with an increase in the total production capacity from 17.799 million Nm³ in 2010 to 80.000 million Nm³ in 2017 [3]. In this framework, the rise of hydrogen production and its distribution network is expected to progressively extend the level of diffusion of this gas.

Table 1. Hydrogen production plants [1].

Company	Capacity (Nm ³ /h)			
	Europe	Asia	North America	Rest of the world
Air Liquide	770,505	730,846	830,326	89,283
Air Products	258,038	419,694	3,279,494	5200
Linde	657,129	223,258	542,218	105,051
Praxair	13,500	197,304	2,201,225	13,396
Deokyang	-	111,000	-	-
Hyundai-Wison	-	-	-	301,411
Others	58,860	57,761	49,672	-
Total	1,758,031	1,739,863	6,902,934	514,341

Large quantities of hydrogen from its production areas to its utilization areas are transported via dedicated pipelines. Worldwide, H₂ pipelines reach a total length of 4542 km, most of which (2608 km) are located in the USA and (1598 km) in Europe, and only a small portion (337 km) in the rest of the world (data updated to 2016) [4]. Currently, H₂ pipelines are mainly adjoined to industrial areas, so their breakage may cause significant risk to the surrounding environment and the people who will likely be nearby [5]. Therefore, the risks associated with a possible breakage of a pipeline carrying gaseous hydrogen must be taken into careful consideration. Dry hydrogen, acetylene, and occasionally other gases often ignite when they are discharged into air in normal weather. Apparently, the electric field that develops by ejection of these charged gases can develop enough of a potential gradient to cause ignition by corona discharge; it has to be noted that the minimum ignition energy of hydrogen is only about 0.02 mJ. Consequences of gaseous hydrogen pipeline accidents can cause rather serious damage to people and buildings located in proximity of the pipeline involved in the hazard.

Following an accidental release of gas, a flammable cloud of gas is formed that mixes with air and can be immediately ignited giving a jet flame, or later generating either a flash fire or an explosion. In a fire, the worst hazard for people and buildings is the direct contact with flames and thermal radiation, while in the case of an explosion it is the impact of the blast wave [6,7]. From the analysis of the pre-existing literature, the most likely consequence of a pipeline failure is an explosion [8].

In previous works [9,10], a procedure was proposed to assess the potential direct damage to building structures caused by gas explosions released by high-pressure pipelines. This procedure has been applied to both natural gas and hydrogen pipelines. The probability of occurrence of an explosion event as a result of a pipeline breakage has been estimated, and the consequences of the explosion (overpressure and impulse) have been evaluated. To characterize the hydrogen release, a one-dimensional integral model, SLAB [11], was used. SLAB is a computer program to simulate the atmospheric dispersion model of gas releases, taking several external factors into account, including temperature, humidity, atmospheric stability, wind velocity, and surface roughness. A release rate model was combined with this dispersion model, and then the characteristics of the resulting hydrogen cloud explosion (i.e., peak overpressure and impulse) are calculated by means of the multi-energy method developed by TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific Research) [12]. Explosion damage to building structures has been assessed using pressure-impulse diagrams that describe the ability of structural components to withstand various types of explosion loads, defined as blast capacity.

In this work, the same procedure is applied to estimate harm to people as well as the direct structural damage associated with high-pressure hydrogen pipeline explosions. Specifically, the analysis refers to transmission and gathering pipelines located in industrial and rural areas. For people, both direct and indirect effects of blasts are considered in order to evaluate the annual probability of damage [7]. As a main direct effect, the damage to pressure-sensitive organs, such as lungs and ears, due to the sudden increase in pressure is considered. Among indirect effects, both the impact to the head and the whole body due to whole-body displacement are observed. During the whole-body displacement, in fact, the overpressure and impulse of the explosion interact with the body in such a way as to essentially pick it up and translate it. In contrast, the damage due to flying fragments hitting someone's body and those owing to the impact caused by a collapsed structure onto people inside buildings is not evaluated. With regard to building structures, direct damage from an explosion can be of various kinds, such as deflection of structural steel frames, collapse of roofs, leveling of walls, shattering of panels, and broken windows. Specifically, direct damage to both reinforced concrete (RC) columns and walls of load-bearing masonry buildings are examined. What is finally evaluated is a minimum safety distance between hydrogen pipelines and people. The presented procedure can be applied for the design and risk assessment of new pipeline networks in industrial or rural areas and for existing building assets.

2. Methodology

2.1. Blast Hazard

The methodology used in the present work, and reported in detail elsewhere [9,10], consists of the following steps:

- simulation of the jet release of hydrogen and estimation of the size of flammable H₂–air clouds using the SLAB model integrated with a model for release rate;
- calculation of the explosion energy and of the consequent explosion characteristics (i.e., peak overpressure and impulse) using the TNO multi-energy method [12]; and
- estimation of the blast hazard function, Pr[E|R], defined as the probability of an explosion E occurring in the case of a rupture R of the pipeline.

A C++ program was developed and integrated with the one-dimensional SLAB model. The C++ code integrates a model for jet release rate (see Equations (1) and (2)) with pipeline operation properties, source release properties, and site. The release rate was estimated by assuming sonic flow through a high-pressure pipeline nozzle and steady state conditions, as follows:

$$Q = \frac{\frac{\pi d^2 \alpha}{4} \sqrt{\gamma \rho_0 P_0 \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}}{\sqrt{1 + \left(4 \alpha^2 f_F \frac{L}{d}\right) \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{2}{\gamma-1}}}} \quad (1)$$

where α is the ratio of the effective area of the hole to the area of the pipe section, d is the pipeline diameter, ρ_0 is the density at stagnant conditions and P_0 is the gas pressure at operating conditions, γ is the specific heat ratio of gas, f_F is the Fanning friction factor, and L is the length of the pipeline from the compression station to the rupture point.

To take into account that hydrogen is at high pressure, the Abel–Noble equation of state (Equation (2)) for real gas was considered in Equation (1):

$$z = 1 + \frac{b\rho_0}{RH_2T} \quad (2)$$

where z is the compressibility factor, b is the co-volume ($7.69 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$), R_{H_2} is the ratio of R the universal gas constant to the hydrogen molecular mass (4124.24 J/kg/K), and T is the temperature.

The spread of a gas cloud in the atmosphere is strongly influenced by wind conditions, which change with altitude. Vertical wind profiles can be determined as a function of the so-called stability categories depending on the temperature conditions. As an example, Pasquill suggested the categories A, B, and C for unstable, D for neutral, and E and F for stable conditions [13]. While under stable conditions, vertical exchange is small and leads to a long-lasting downwind gas cloud, under unstable conditions, and a temperature gradient with altitude higher than the adiabatic one (-0.98 K/100 m), rapid exchange and effective turbulent diffusion occurs. This is especially true for hydrogen, which under stable conditions behaves as if it were unstable. A large cloud of hydrogen gas with minimal internal turbulence, on a cold and wet day with high wind speed (i.e., 2 m/s) and strong atmospheric stability (i.e., class F) would be the worst-case scenario.

The calculated release rate is then used as the input to SLAB. SLAB is a computer model that describes gas dispersion in the atmosphere following a release [11]. The model assumes that the concentration profile of the released gas has a Gaussian shape in the crosswind direction. The variations in the average concentrations in the downwind direction of the crosswind then determined using the conservation equations of mass, momentum, energy, and species only in the downwind direction. The main simulation output is the time-averaged concentration, expressed as a volume fraction, in the downwind direction. SLAB takes into account the atmospheric conditions and the turbulence generated by mixing the gas with the air. Unfortunately, it cannot simulate the flow of gas around obstacles or over complex terrain. As an advantage, compared to a CFD model, this model requires much less computational cost.

The C++ program determines the size of the gas cloud corresponding to various pipeline operation properties, source release properties, and site characteristics.

The program then estimates for each gas cloud the peak overpressure and impulse caused by its explosion according to the TNO multi-energy method [12]. The equations corresponding to blast plots are integrated in the model in order to evaluate the peak overpressure P_s and the duration of positive phase t_p from a family of equations (curves) that correlate a dimensionless overpressure to the scaled distance on the combustion energy. The 10 equations (corresponding to 10 curves of the TNO multi-energy graph) relate the overpressure and the time duration of the explosion with the distance from the explosion center. The positive impulse I is then calculated by integrating the overpressure variation over the positive phase duration. Here, the peak overpressure P_s and the positive impulse I at a given distance r from the center of the explosion are calculated for two explosive classes: 6 and 9.

The simulations were performed assuming various pipeline geometric characteristics and operating parameters (diameter, temperature, and pressure), various properties of the release source (e.g., hole diameter, distance from the compression station, and distance from the explosion center), different atmospheric conditions (e.g., wind speed and Pasquill–Gifford atmospheric stability class), and explosive class in the range of values shown in Table 2.

The blast probability was assessed using statistical data on the operating properties of pipelines for H_2 transmission gathered from the available literature [14,15]. The information from Air Liquide [16] was used for the failure frequency of hydrogen pipelines per length of pipeline. The value was assumed to be $0.126/\text{year}$ per 1000 km . Finally, the data of the EGIG (European Gas Pipeline Incident Group) [17] were used to determine the frequency of the various dimensions of breaches. It was defined as follows: a small breach is one with a diameter of the hole (d_{hole}) smaller than or equal to 0.02 m ; a medium breach is one with the diameter of the hole larger than 0.02 m and smaller or equal to the diameter of the pipe; and rupture is when the diameter of the hole is larger than the pipe diameter. Referring to data shown in Table 2, one might assign small, medium, and rupture breaches with relative probabilities of 48%, 39%, and 13%, respectively.

Table 2. Simulation conditions.

Parameter	Assumption
Source type	Horizontal jet release
Temperature of source material, K	200
Duration of continuous source, s	600
Height of source, m	1
Time of concentration averaging, s	30
Maximum downwind distance, m	300
Height of surface roughness, m	0.003
Wind speed, m/s	2 and 5
Height of wind measurement, m	10
Ambient temperature, K	283
Relative humidity, %	75
Pasquill atmospheric stability class	A, C, D, F
Pipeline diameter (d), m	0.1016–0.508
Operating pressure (P_o), kPa	649–12,800
Hole diameter (d_{hole}), m	0.02–d
Length of pipeline from the compression station to the release point (L), m	50–10,000
Distance from explosion center (r), m	10–2000
Explosive class	6 and 9

In the simulations, a horizontal jet release was assumed as the worst-case scenario. The source material was at temperature of 200 K, evaluated by SLAB as a function of specific heat ratio, atmospheric pressure, operating pressure, and temperature, and at a height of 1 m, typical in industrial areas. A (extremely unstable), C (slightly stable), D (neutrally stable), and F (moderately stable) were considered as Pasquill atmospheric stability classes [13], and wind in parallel direction to the hydrogen jet with a speed of 2 and 5 m/s was assumed.

Two explosive classes (6 and 9) representing explosions with low and high ignition power, respectively, were considered according to [18]. In [18], experimental data available from large-scale experiments concerning hydrogen explosions were used to estimate the blast's initial strength. In detail, for experiments without obstacles and with high ignition energy, the best fit with experimental points was obtained with the class 9, while for the experiments with obstacles and low ignition energies, the best fit was obtained with class 6.

The results of the simulations were classified into 17 classes for overpressure and 13 classes for impulse. Such explosion parameter values are utilized to estimate the harm to people (death and injuries) and to structural components of typical buildings: columns made of reinforced concrete and walls of tuff stone masonry.

2.2. Blast Damage to People

People involved in an explosion can suffer from harm due to the high level of overpressure. Several effects of overpressure and duration of the high-pressure (impulse) event on people must be taken into account. Direct and indirect effects are generally distinguished. On the one hand, pressure-sensitive organs (e.g., lungs and ears) can be damaged by a change in pressure [19]. On the other hand, a person can be indirectly involved in the explosion and suffer from indirect damage, such as the impact from flying fragments generated by structure damage or collapse. In addition, people can be thrown away from the overpressure, with a possible subsequent impact [20]. All these effects must be viewed in order to establish the risk to which a person may be exposed. Generally, a harm criterion is used to transform the consequences of an accident into a probability of harm to people [21]. For people, both damage in terms of either injury or fatality are considered.

The generally applied method to estimate the level of harm to people as a consequence of an explosion uses the Probit (Probability unit) functions, which characterize the dose–effect

relationship [20,22,23]. A Probit Function transforms a dose (V) to a probability of injury or fatality. The Probit variable Y is evaluated through Equation (3) [23]:

$$Y = k_1 + k_2 \ln V \quad (3)$$

where k_1, k_2 are empirical constants that reflect the specific hazard and V is the causative factor that represents the dose. To convert Probits to percentage, which is the probability of a specific damage, Equation (4) is used:

$$\text{Percentage} = 50 \left[1 + \frac{Y - 5}{|Y - 5|} \operatorname{erf} \left(\frac{|Y - 5|}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (4)$$

where erf is the error function. Probit functions are particularly useful in quantitative risk assessment (QRA) since they can provide harm probabilities for the range of accidents included in risk assessment. Table 3 lists the Probit equations used in this work to calculate both death and injury to people.

Table 3. Probit functions for damage caused by explosion.

Damage	Probit Equation
Deaths from lung hemorrhage	$Y = Y = 5 - 5.74 \ln (4.2 P_a/P_{ef} + 1.3/I_{sc})^a$ [20]
Deaths from head impact	$Y = 5 - 8.49 \ln (2430/P_s + 4 \times 10^8/P_s I)^b$ [20]
Deaths from whole-body impact	$Y = 5 - 2.44 \ln (7380/P_s + 1.3 \times 10^9/P_s I)^b$ [20]
Injuries from ear-drum rupture	$Y = -12.6 + 1.524 P_s^c$ [23]

^a: P_a = atmospheric pressure [Pa], $I_{sc} = I/(P_o^{1/2} \times m^{1/3})$, m = mass of person = 70 kg, P_s = peak overpressure [Pa], $P_{ef} = P_s + 5 \times P_s^2/(2 \times P_s + 1.4 \times 10^6)$, ^b: P_s = peak overpressure [Pa], I = impulse of the shock wave [Pa × s], ^c: P_s = peak overpressure [Pa].

In particular, for deaths from lung hemorrhage, the correlation uses as the causative variable a combination of overpressure, impulse, and dynamic pressure (P_{ef}) and mass of person [20]. For deaths from lung hemorrhage, an overpressure threshold value of 82.7–103.4 kPa [24] and an impulse threshold value of 180 kPa ms [25] are reported in the literature. For damage due to the whole-body displacement, the available correlation provides a probability of harm as a function of both the peak overpressure and the impulse [20]. Overpressure threshold values of 55.16 and 75.84 kPa, respectively, for deaths from head impact and whole-body impact are reported in [26–28] when people are knocked down by pressure waves. Finally, for impulse a threshold value of 370 kPa ms [25] is considered to cause 1% serious injury from displacement.

With regards to reversible damage, which only induces injuries, the most sensitive organ to pressure changes is the ear and the damage to hearing is brought about by the ear-drum rupture. The overpressure threshold value for ear-drum rupture is 13.8 kPa [24]. Flying fragments can also cause injuries, which depend on the size and weight of fragments, the impact velocity, and the location of the impact on a human body [20]. However, the lack of properly validated models makes it difficult to fully evaluate the impact of flying fragments on people [19].

Once the probability of fatalities and injuries for the various direct and indirect effects of the explosion has been evaluated, the annual probability of damage to people under the explosion event is then calculated. It is a combination of the conditional probability of damage given by an explosion, $Pr[D|E]$, and the probability of occurrence of the explosion as a consequence of pipeline failure, $Pr[E|R]$, and it is calculated as follows:

$$Pr[D] = Pr[D|E]Pr[E|R]\lambda_R \quad (5)$$

where D is the damage to people (death or injury); E is the explosion event; R is the pipeline rupture; λ_R is annual rate of pipeline rupture occurrence/year per 1000 km.

A value of 0.126/year per 1000 km in Equation (5) was used [16]. In the case of fatality, $Pr[D|E]$ constitutes the cumulative probability of deaths from lung hemorrhage, head impact, and whole-body displacement.

2.3. Blast Damage to Structural Components

Pressure–impulse diagrams can be considered as capability models that allow safety assessments of structural systems under blast loading. A number of failure modes, such as flexural, shear, and flexural-shear mixed, can be taken into account. Pressure–impulse diagrams define the overpressure (P_s) and impulse (I) that combined cause a prescribed severity of structural damage. The destructive effect of a blast can be measured by means of different parameters, each of them referred to as a damage measure (DM). The choice of the best DM depends on the construction features of the structural element and its expected behavior up to a collapse.

After a DM is chosen and valued to define the structural damage level tolerated by the decision-maker(s), the pressure–impulse curve establishes the boundary conditions between safety and failure, accounting for three alternative types of structural response to blast loading: quasi-static, dynamic, and impulsive behavior modes. The former type of structural response occurs if blast loading is characterized by a pressure–time history with very long duration compared to the natural period of vibration of the structural element. In those conditions, failure takes place if P_s attains a critical pressure that turns out to be the horizontal asymptote of the pressure–impulse diagram. In contrast, blast loading is assumed to have an impulsive nature in the case of a very short duration. In such conditions, failure occurs if I reaches a critical impulse, which is the vertical asymptote of the pressure–impulse diagram. Conditions in between quasi-static and impulsive define a dynamic loading that produces a structural response, possibly resulting in mixed shear-flexural failure. This latter is observed if P_s and I delineate a point of the pressure–impulse curve. Given a damage (and hence performance) level of the structural component, pressure–impulse combinations that fall between the coordinate axes and the P–I diagram define the safety region under blast loading.

In this paper, pressure–impulse diagrams were utilized to take the dynamic performance of two distinct classes of structural elements into account: reinforced concrete (RC) columns of framed building structures and tuff stone masonry (TSM) load-bearing walls of old building structures.

2.3.1. RC Columns

The pressure–impulse diagrams for RC columns were evaluated by Parisi [28] on the basis of Monte Carlo simulations, considering uncertainties, material properties, geometry, and capacity modelling. The selected pressure–impulse curves are characterized by a uniform probability of exceeding a prescribed damage level, namely, minor damage, moderate damage, and near collapse. In this study, the median pressure–impulse curves corresponding to a near collapse condition were considered.

The reinforced concrete columns selected in this work are representative of those detected in gravity-load designed buildings. Considering Italian RC buildings after 1971, the following properties are assumed: concrete strength class C20/25, that is, a structural concrete with cylinder and cube characteristic compressive strengths equal, respectively, to 20 MPa and 25 MPa; steel type FeB44k, which is similar to steel type B450C considered in current building codes. In addition, all columns are supposed to have a squared cross section ($300 \times 300 \text{ mm}^2$ in size), concrete cover $c = 30 \text{ mm}$, steel ribbed rebar, and nominal height $H = 3.00 \text{ m}$. This latter geometric property can be recognized as the inter-story height of most of Italian residential buildings.

2.3.2. TSM Load-Bearing Walls

Tuff stone masonry walls were chosen because they are the primary elements of ancient building structures, not only in Euro-Mediterranean countries but also in other regions of the world. The motivation behind their selection for this study was that TSM walls have a completely different behavior and resistance under blast loading, compared to RC columns. This is mostly a consequence of the following differences between TSM walls and RC columns: (i) unreinforced masonry with both tensile and compressive strengths considerably lower than those of concrete; (ii) RC columns with steel reinforcement capable of withstanding high tensile stresses; (iii) sensitivity of structural behavior and

failure mode to axial loading; and (iv) different boundary conditions. Thus, TSM walls subjected to blast loading generally experience flexural out-of-plane collapse.

Tuff stone masonry walls with height $h_w = 3.00$ m, transverse slenderness ratio $\lambda = 10$ (i.e., the ratio between height and thickness, t_w , hence resulting in 300 mm), and axial load ratio $\alpha = 25\%$ (i.e., the ratio between the average axial pressure due to gravity loads, P_v , and compressive strength of masonry, f_m) were assumed. The material properties of the case-study masonry walls were as follows: material density $\rho = 1360$ kg/m³; Young's modulus $E = 2159$ MPa; Poisson's ratio $\nu = 0.25$; and peak compressive strength $f_m = 3.96$ MPa.

In this study, selected pressure–impulse curves numerically obtained by means of nonlinear time history analysis of nonlinear finite element models were selected according to a previous study [29].

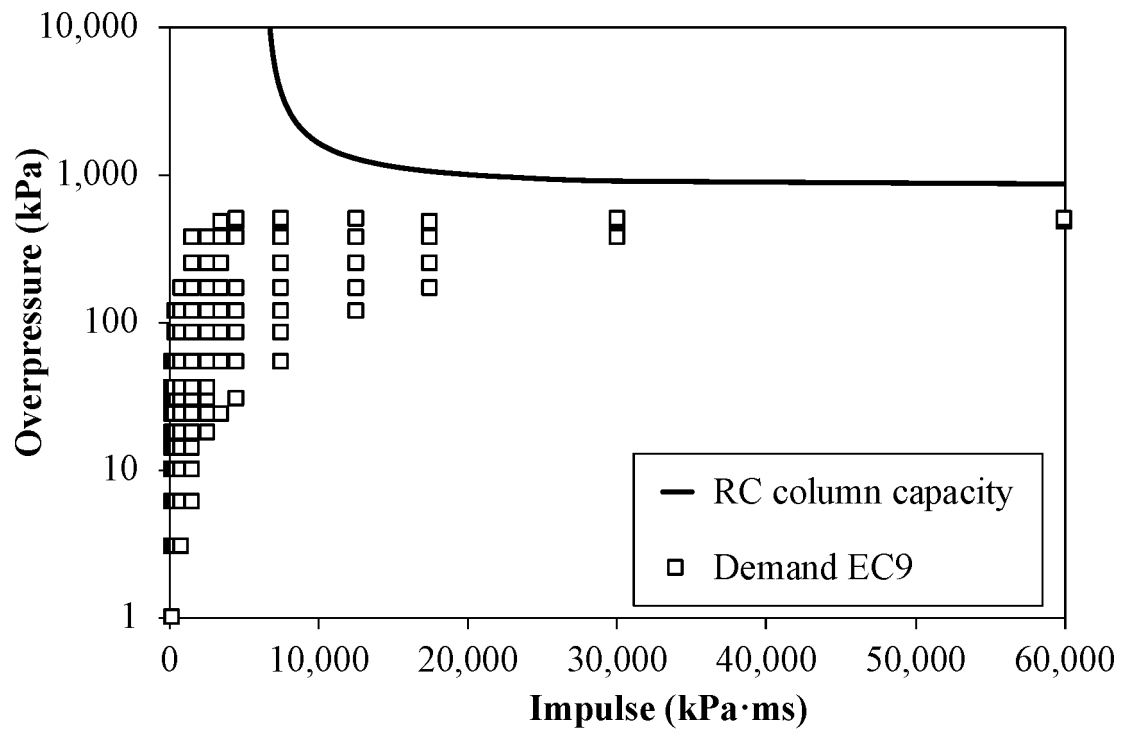
3. Results and Discussions

The first results of the analysis are the peak overpressure and impulse values and their probability of occurrence during the explosion, $Pr[E|R]$. From a probabilistic point of view, the maximum overpressure and impulse values were respectively 507 kPa and 60,000 kPa ms, corresponding to explosive class 9. These maximum values fell to 36 kPa and 4500 kPa ms in the case of explosive class 6. Noticeably, the results are slightly influenced (differences below 10%) by the atmospheric conditions chosen for the simulations. Specifically, the stability class F with wind velocity of 2 m/s can be considered the worst-case scenario at which the higher probability to achieve the maximum pressure and impulse correspond. This was expected because if the weather conditions are not known or not specified, the maximum concentration can be assessed by selecting the atmospheric stability class and wind speed, which results in the worst-case scenario, i.e., the smallest values of the dispersion coefficients and the wind speed. The former occurs with stability class F while for wind speed the most common choice is a wind speed of 2 m/s.

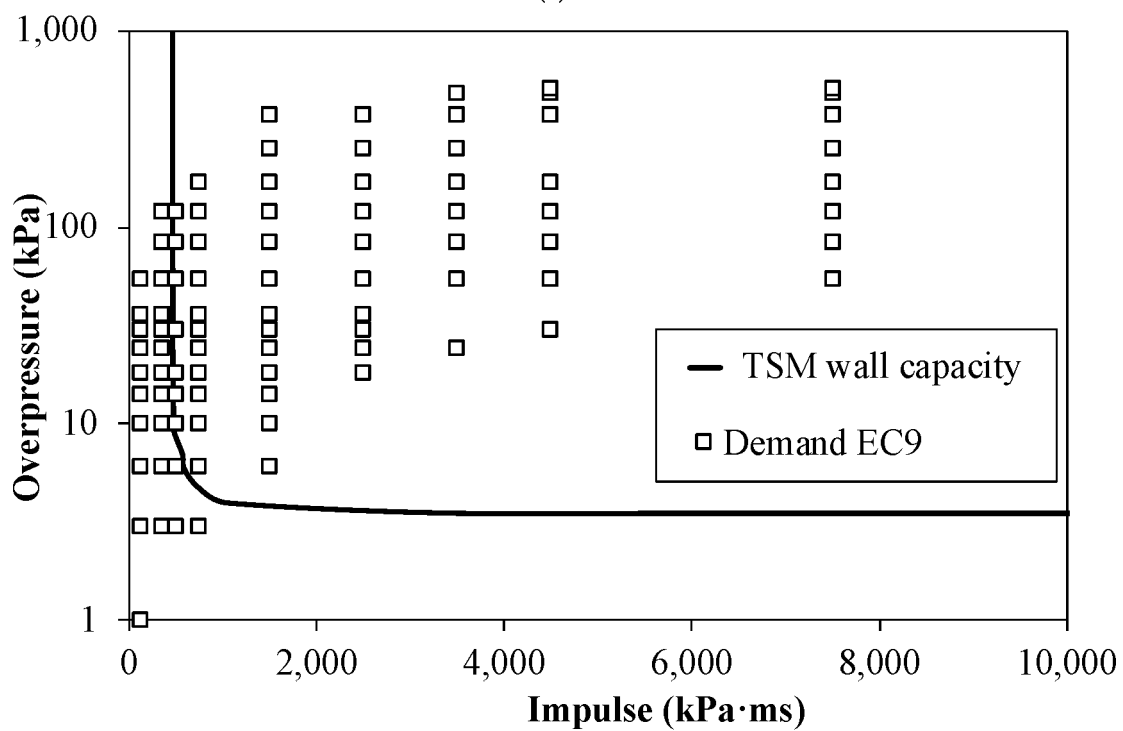
Therefore, in the following cases the results were reported just for this condition. Figure 1a,b show the pressure–impulse diagrams for the gravity-load RC columns and the TSM load-bearing walls, respectively. The individual points corresponding to the possible combination of pressure and impulse reached by an explosion are within. The designed reinforced concrete columns can be deemed safe against explosions of hydrogen for the worst-case scenario (explosive class 9 and atmospheric stability class F2) and hence for all the investigated explosive classes and atmospheric stability classes. On the contrary, TSM load-bearing walls show higher vulnerability to blast loading. Indeed, the asymptotic values of overpressure and impulse that define the blast capacity of those components are very low (i.e., 3.5 kPa and 455 kPa ms) [30].

With regards to the harm to people, probability of fatality from lung hemorrhage, head impact, and whole-body impact for the different overpressure-impulse values are reported in Figures 2–4, respectively. They refer to stability class F and wind velocity 2 m/s and to explosive class 9. Comparing Figures 2–4 the higher probability of fatality occurs from indirect effects such as from head and whole-body impact against obstacles. Indeed, the overpressures required to throw a person against obstacles are significantly lower than the values required to cause fatal lung damage. A maximum value of $1.65 \cdot 10^{-3}$ death/year/1000 km is obtained in the case of head impact for an explosion overpressure of 507 kPa and impulse of 12,500 kPa ms.

Once the risk related to hazards is assessed the results are compared to the acceptance criteria. The risk is defined as acceptable when these results satisfy the previously mentioned criteria. On the contrary, if the results do not satisfy the criteria, mitigation measures need to be evaluated. The application of the acceptance criteria for hydrogen QRA (quantitative risk assessment) reflects general practice in QRA and is also adapted to company and authority regulations. For hydrogen, no adaptations to the acceptance criteria have been made to reflect the distinctive features of hydrogen technologies or the operation of hydrogen facilities.



(a)



(b)

Figure 1. Blast demand and capacity of (a) reinforced concrete (RC) columns and (b) tuff stone masonry (TSM) walls for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

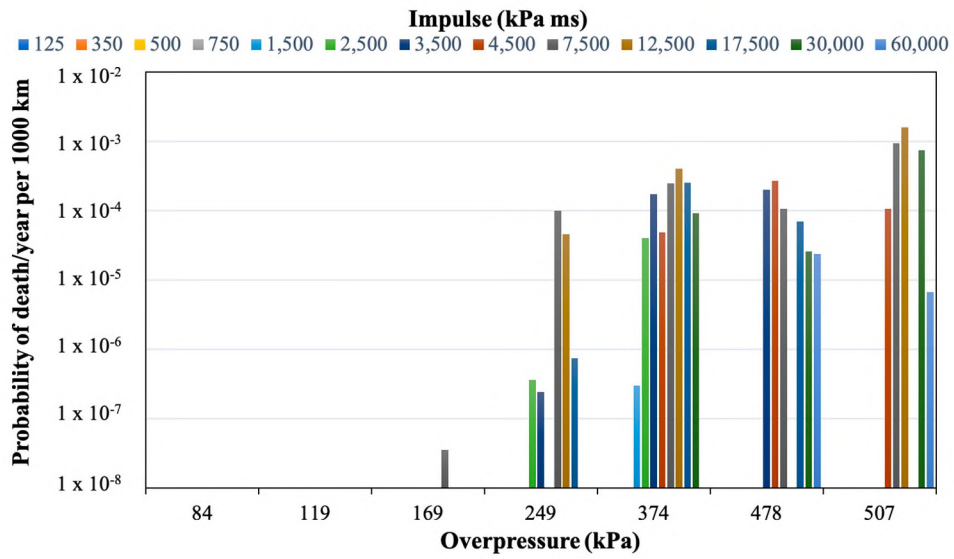


Figure 2. Probability of death from lung hemorrhage for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

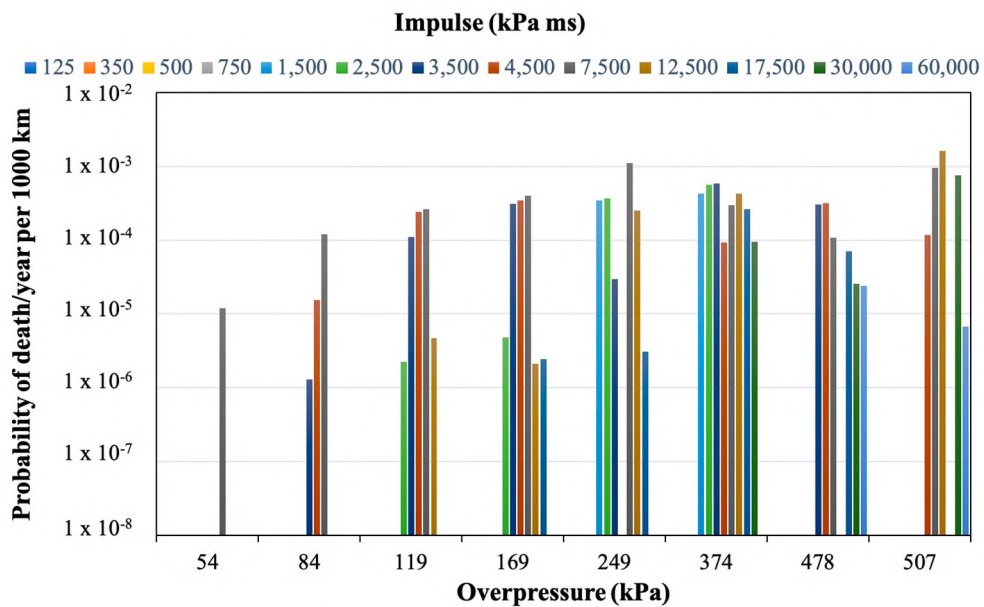


Figure 3. Probability of death from head impact for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

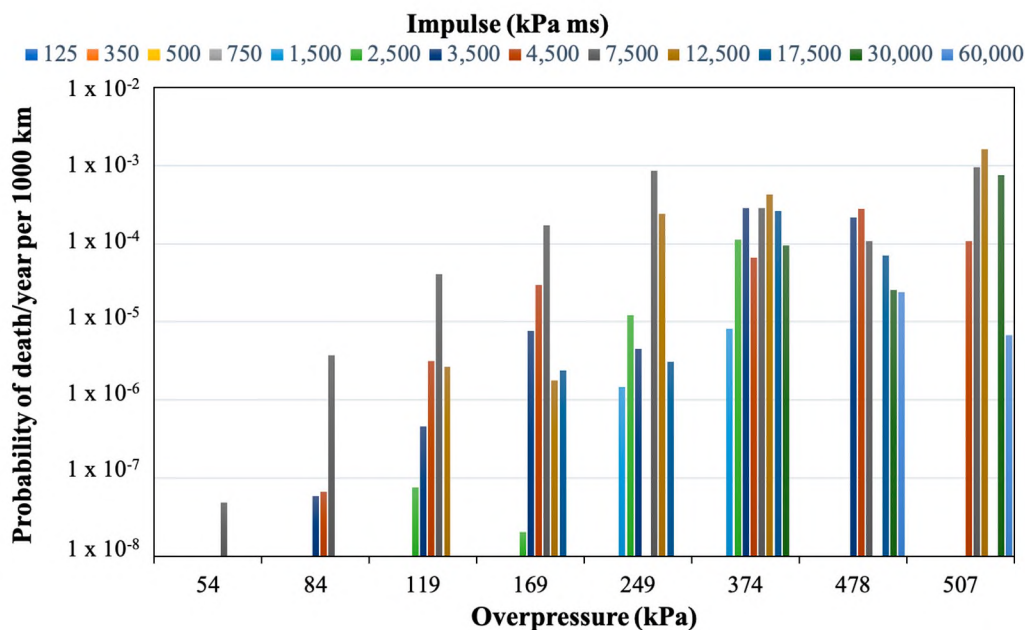


Figure 4. Probability of death from whole body impact for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

The EIGA (European Industrial Gases Association) [31] defines harm criteria as being approximately a 1% chance of individual risk of serious injury or fatality and proposes the individual harm exposure threshold for determining safety distances of 3.5×10^{-5} per year. The HSE (Health and Safety Executive) has specified risk criteria as follows: for workers, maximum tolerable risk is 10^{-3} per year; for the public, 10^{-4} per year; broadly acceptable risk, 10^{-6} per year [32]. Risks falling into the region below 10^{-6} per year are generally regarded as insignificant and adequately controlled. In the Netherlands, the maximum acceptable individual risk is 10^{-6} per year [32]: This is a fixed limit for “vulnerable objects” (i.e., schools, hospitals, housing, etc.), and a target to be achieved as far as possible for “less vulnerable objects” (i.e., offices, shops, recreational facilities). This applies both to risks arising from fixed installations and to the transport of dangerous goods. It is calculated for an unprotected person (i.e., outdoors) present all year at specific locations. Therefore, in order to measure the risk levels for on-site personnel and general public that may be exposed to the accidents originating from the hydrogen facilities, the quantitative acceptance criteria considered here are 10^{-6} per year [32].

From comparison with the acceptance criteria, the fatality risk is not acceptable in the case of explosive class 9 and atmospheric stability class F2. On the contrary, in the case of explosive class 6 and F2 the probability of death (10^{-11} death/year/1000 km) is well below the risk acceptance criteria.

With regards to injuries (Figure 5), since the overpressures required to cause eardrum rupture are quite low, probability of injuries are higher than 10^{-5} /year/1000 km for overpressure higher than 10 kPa. Similar results were obtained for explosive class 6 and the same atmospheric class F2.

Moreover, the extent of the damage to buildings depends on both the level of overpressure and impulse and the type of construction of the structure. From the analysis carried out on RC columns and TSM walls, it is possible to conclude that there is no risk of harm in the case of RC columns of framed buildings because those structural components will not collapse. On the contrary, the higher vulnerability of TSM load-bearing walls to blast loading can cause indirect damage to the people inside the building.

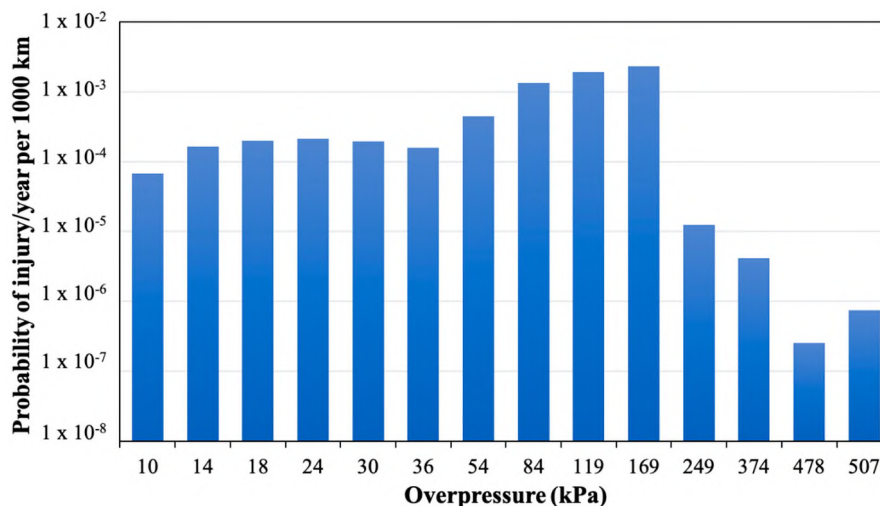


Figure 5. Probability of injury from eardrum rupture for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

Finally, a minimum safety distance between pipelines and populated area is derived. The safety distance is here considered as the minimum separation between a hazard source and a person, which will mitigate the effect of a likely foreseeable incident. The individual harm exposure threshold for determining safety distances is equal to 10^{-6} per year. From comparison with the harm criteria, a safety distance of 1000 m is calculated, as shown in Figure 6.

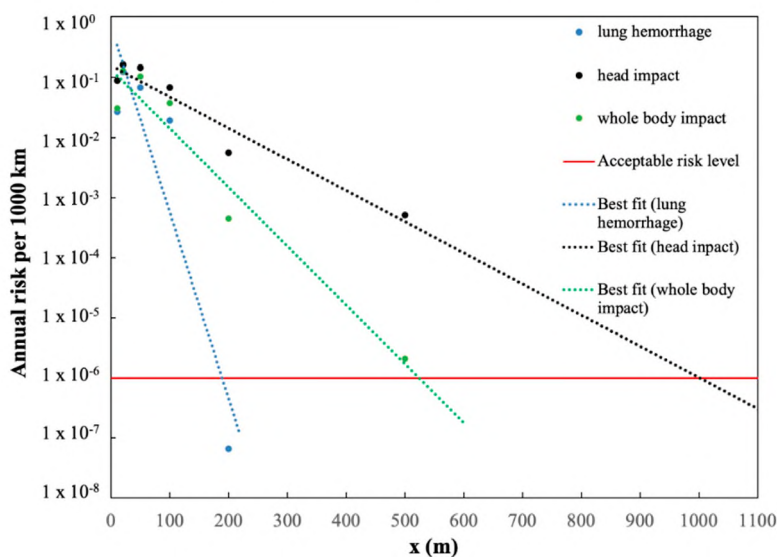


Figure 6. Annual risk per 1000 km of damage to people vs. safety distance (x (m)), in the case of blast strength 9 and atmospheric stability class F2.

4. Prevention and Mitigation Systems

In order to reduce or eliminate long-term risks resulting from accidental events, mitigation actions must be undertaken. The most rigorous risk-management procedures related to high-pressure hydrogen pipelines must be required.

The Hydrogen Tools Portal, developed by the Pacific Northwest National Laboratory with the support of the U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), suggests a risk reduction plan to reduce or eliminate the most critical issues, subsequent to the individualization of the hazards and the classification of the risk.

Prevention measures are used to minimize to an acceptable level or remove the likelihood of occurrence and/or the severity of consequences.

The following steps for hazard control are proposed:

1. Remove the hazard, if it is possible
2. Use materials with the same features and functions, but that are less hazardous
3. Introduce engineering controls in order to isolate the hazard
4. Define administrative controls (procedures, indicators, and rules) for workers and any other people who may be involved in the hazard
5. Provide personal protective equipment

The EIGA (European Industrial Gases Association), after the identification of the hazards, suggests that, for each hazard, mitigation measures shall be determinate [30]. These measures consist of the following:

- (i) controlling of third party interference,
- (ii) thickening of the pipe,
- (iii) non-destructive testing on welds,
- (iv) inerting of the pipe,
- (v) marking of the pipe,
- (vi) installing valves that detect an increase of flux or decrease of pressure,
- (vii) mass balancing to individuate a leak,
- (viii) burying the pipeline,
- (ix) protecting the pipe with suitable coating,
- (x) operating procedures (i.e., inspections programs, corrosion control programs, emergency plan).

5. Conclusions

In this work, a probabilistic procedure to evaluate the damage to people and buildings involved in a gaseous hydrogen pipeline explosion was applied. Probit equations were used to assess and quantify the level and type of harm to people. Both indirect and direct damage were taken into account. The main human organs suffering from sudden changes in pressure are lungs and ear-drums and damage to these organs was examined. As a consequence of an explosion, people can also be thrown by the blast wave, suffering damage due to head impact or whole-body displacement.

The highest probability of fatality occurs from indirect effects such as from head and whole-body impact against obstacles. A maximum value of 1.65×10^{-3} death/year/1000 km was obtained in the case of an explosive class with high ignition power (class 9) and stable atmospheric conditions (F2). In addition, a person inside a structure would more likely be injured or killed by the facility collapse than from lung damage.

The assessment of structural damage showed very low levels of risk of damage to reinforced concrete columns of framed buildings, because those structural components do not collapse. On the contrary, the higher vulnerability of TSM load-bearing walls to blast loading can cause indirect damage to the people inside the building. A safe distance of 1000 m has been proposed in order to design a new pipeline network. However, to reduce the estimated safety distances, risk prevention and mitigation measures must be taken into account.

Author Contributions: Conceptualization, P.R.; Methodology, P.R. and F.P.; Software, A.D.M.; Supervision, P.R.; Validation, A.D.M. and F.P.; Visualization, A.D.M.; Writing—original draft, A.D.M.; Writing—review and editing, P.R. and F.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Merchant Hydrogen Plant Capacities. Available online: <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-production> (accessed on 20 March 2019).
2. Linde Engineering News. Available online: <https://www.lindeengineering.com/en/newsandmedia/pressreleases/news-20190228> (accessed on 20 March 2019).
3. Eurostat Data of Statistics on the Production of Manufactured Goods. Available online: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/main> (accessed on 20 March 2019).
4. Hydrogen Pipelines. Available online: <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-delivery> (accessed on 20 March 2019).
5. Zhang, X.; Xiao, L. Analysis of hazardous chemicals transportation accidents and transportation management. *Chem. Eng. Trans.* **2018**, *67*, 745–750.
6. Rusin, A.; Stolecka, K. Hazards associated with hydrogen infrastructure. *J. Power Technol.* **2017**, *97*, 153–157.
7. Crowl, D.A. *Understanding Explosions*; American Institute of Chemical Engineers: New York, NY, USA, 2003.
8. Gerboni, R.; Salvador, E. Hydrogen transportation system: Elements of risk analysis. *Energy J.* **2009**, *34*, 2223–2229. [CrossRef]
9. Russo, P.; De Marco, A.; Parisi, F. Failure of concrete and tuff stone masonry buildings as consequence of hydrogen pipeline explosions. *Int. J. Hydrog. Energy* **2019**, *44*, 21067–21079.
10. Russo, P.; Parisi, F. Risk-targeted safety distance of reinforced concrete buildings from natural-gas transmission pipelines. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* **2016**, *148*, 57–66. [CrossRef]
11. Ermak, D.L. SLAB an atmospheric dispersion model for denser than air releases. In *UCRL-MA-105607*; Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, CA, USA, 1990.
12. TNO. Methods for the calculation of physical effects due to releases of hazardous materials (liquid and gases). In *Yellow Book*; Van den Bosh, C.J.H., Weterings, R.A.P.M., Eds.; TNO: The Hague, The Netherlands, 2005.
13. Pasquill, F. The estimation of the dispersion of windborne material. *Meteorol. Mag.* **1961**, *90*, 33–49.
14. PHMSA. Gas Distribution, Gas Gathering, Gas Transmission, Hazardous Liquids, Liquefied Natural Gas (LNG) and Underground Natural Gas Storage (UNGS) Annual Report Data. Available online: <https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/gas-distribution-gas-gathering-gas-transmission-hazardous-liquids> (accessed on 16 June 2018).
15. Bedel, L.; Junker, M. Natural gas pipelines for hydrogen transportation. In Proceedings of the 16th World Hydrogen Energy Conference (WHEC 2006), Lyon, France, 13–16 June 2006; pp. 1006–1010, ISBN 9781622765409.
16. Air Liquide. Questions and issues on hydrogen pipelines, pipeline transmission of hydrogen. In Proceedings of the Doe Hydrogen Pipeline Working Group Meeting, 31 August 2005; Available online: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f10/hpwgw_questissues_campbell.pdf (accessed on 20 March 2019).
17. EGIG. *8th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group*; European Gas Pipeline Incident Data Group: Groningen, The Netherlands, 2011.
18. Melani, L.; Sochet, I.; Rocourt, X.; Jallais, S. Review of methods for estimating the overpressure and impulse resulting from a hydrogen explosion in a confined. In Proceedings of the ICH2009 International Conference on Hydrogen Safety, Ajaccio, France, 16–18 September 2009.
19. HyResponse Grant agreement No: 325348. *Lecture-Harm Criteria for People and Environment, Damage Criteria for Structures and Equipment*; Tretsiakova-McNally, S., Ed.; Ulster University: London, UK, 2016.
20. TNO. Methods for the determination of possible damage. In *Green Book*; CPR 16E; The Netherlands Organization of Applied Scientific Research: The Hague, The Netherlands, 1989.
21. LaChance, J.; Tchouvelev, A.; Engebo, A. Development of uniform harm criteria for use in quantitative risk analysis of the hydrogen infrastructure. *Int. J. Hydrog. Energy* **2011**, *36*, 2381–2388.
22. HSE. *Methods of Approximation and Determination of Human Vulnerability for Offshore Major Accident Hazard Assessment*; UK 2010 SPC/Tech/OSD/30; HSE: Buxton, UK, 2013.
23. Crowl, D.A.; Louvar, J. *Chemical Process Safety Fundamentals with Applications*, 3rd ed.; Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 2011.
24. Jeffries, R.M.; Gould, L.; Anastasiou, D.; Franks, A.P. Derivation of Fatality Probability Functions for Occupants of Buildings Subject to Blast Loads. In *Probabilistic Safety Assessment and Management '96*; Cacciabue, P.C., Papazoglou, I.A., Eds.; Springer: London, UK, 1996. [CrossRef]

25. NFPA. *Hydrogen Technologies Code*; NFPA: Quincy, MA, USA, 2011.
26. AIChE. Center for chemical process safety. In *Guidance for Consequence Analysis of Chemical Releases*; American Institute of Chemical Engineers: New York, NY, USA, 1999.
27. CCPS. *Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapour Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs*; American Institute of Chemical Engineering: New York, NY, USA, 1994.
28. Federal Emergency Management Agency. *Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures*; Federal Emergency Management Agency: Washington, DC, USA, 1987.
29. Parisi, F. Blast fragility and performance-based pressure- impulse diagrams of European reinforced concrete columns. *Eng. Struct.* **2015**, *103*, 285–297. [[CrossRef](#)]
30. Parisi, F.; Balestrieri, C.; Asprone, D. Blast resistance of tuff stone masonry walls. *Eng. Struct.* **2016**, *113*, 233–244. [[CrossRef](#)]
31. EIGA. *Determination of Safety Distances*; IGC Doc 75/07/E. Revision of Doc 75/01/rev; European Industrial Gases Association: Brussels, Belgium, 2007.
32. DNV GL AS Maritime Advisory. Risk acceptance criteria and risk based damage stability. In *Final Report, Part 1: Risk Acceptance Criteria: DNV GL*; Report No.: 2015-0165, Rev 2; DNV GL AS Maritime Advisory: Hovik, Norway, 2015.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Verzonden: 10/19/2022 4:57:47 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Bedrijf

(Mede) namens:

Organisatie: Zenith Energy Amsterdam Terminal BV

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Zenith Energy are pleased to see that both routes are designed to service industry in the Port of Amsterdam. For Zenith Energy, we would recommend the selection of the northern route as it services a large number of new energy initiatives in the Port.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Given the criticality of this infrastructure, and the long term investment being made, commercial users of the network be consulted.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Zenith Energy agrees with the process, and recognizes that the involvement of the community is paramount. We do ask that potential hydrogen suppliers and users are personally interviewed and given the opportunity to comment on the proposed route.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Zenith is comfortable with the information being provided.

Van: [REDACTED]
Aan: [REDACTED]
Onderwerp: RE: Waterstofnetwerk NZKG - verzoek ten aanzien van uw reactie met registratienummer: 202200470
Datum: woensdag 16 november 2022 08:27:33

Dear Sir/Madam,
Please refer translation of the submission as follows:

1. Zenith is blij dat er twee routes ontwikkeld worden om de industrie in Amsterdam te bedienen. Voor Zenith Energy is de noordelijke route de meest logische, daar deze een groot aantal nieuwe energie-initiatieven kan bedienen
2. Gezien het feit dat de infrastructuur zo kritisch is en de investering een lange termijn betreft, zouden de commerciële gebruikers van het systeem geconsulteerd moeten worden
3. Zenith Energy is het eens met het proces en vind dat de betrokkenheid van de hele gemeenschap belangrijk is. We vragen daarom om potentiële gebruikers en leveranciers van waterstof persoonlijk te interviewen over de voorgestelde route
4. Zenith is tevreden met de geboden informatie

With thanks and regards

[REDACTED]
Zenith Energy

T: +31 (0)20 586 3190 | M: [REDACTED] | [REDACTED]



Verzonden: 10/20/2022 12:00:10 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: ([REDACTED])

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Particulier

(Mede) namens:

Organisatie:

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Er zijn alternatieve gassen die CO₂-neutraal gemaakt kunnen worden. Ik ben van mening dat waterstof niet de ideale vervanger is van aardgas om de volgende redenen:

1. Waterstofbrosheid. Waterstof is een heel klein molecuul dat metalen binnendringt en bros maakt. Dit zal voor een waterstofnetwerk hoge onderhoudskosten meebrengen.
2. Lekken. Een ander effect van het kleine formaat van waterstofmoleculen is dat waterstof veel sneller lekt.
3. Dichtheid. Waterstof heeft een lage dichtheid en moet dus onder hoge druk gebruikt worden. Dit verhoogt wederom weer de neiging om te lekken.
4. Veiligheid. Als een lek zich voordoet, is het explosiegevaar veel groter dan met aardgas. Waterstofgas vormt sneller een explosieve mix met lucht en is lichter ontvlambaar. Daarnaast is een waterstofvlam vrijwel onzichtbaar.

Een alternatief voor waterstof is CO₂-neutraal methaan. Dit houdt in dat het methaan wordt geproduceerd met afgevangen CO₂ uit de lucht, waarmee de uitstoot van de verbranding weggestreept kan worden. De bekendste productiemethode is het Sabatierproces, maar er zijn meerdere opties. Startups als Terraform Industries zijn momenteel al bezig deze te verkennen en zijn prijs-competitief.

Het grootste voordeel van CO₂-neutraal methaan, naast het feit dat het niet de problemen van waterstof heeft, is dat het huidige gasnetwerk ervoor geschikt is. Aardgas is immers voornamelijk methaan. Daarnaast kan al in geïnvesteerde waterstofproductie gebruikt worden voor een methaniseringsproces

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Ik zou het zeer op prijs stellen als in dit onderzoek gekeken wordt naar alternatieven voor waterstof, zoals in het vorige blok omschreven is. Waterstof is zeer onprettig om mee te werken en brengt daarom grote kosten met zich mee. Voorbeelden zijn de poging van Skunkworks om een waterstofjet te bouwen die bijna op een grote explosie uitliep en NASA's vlaggenschip SLS die niet van de grond komt door een waterstoflek. Een eventueel waterstofnetwerk moet praktisch uitvoerbaar zijn met oog op de grote uitdagingen die zelfs in de ruimtevaart onopgelost zijn.

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ik stel het zeer op prijs dat wij omwonenden per brief op hoogte zijn gesteld en een kans hebben om feedback te geven!

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Voor mij persoonlijk was er voldoende informatie beschikbaar.

Verzonden: 10/20/2022 10:52:30 AM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: Hertog Aalbrechtweg

Huisnummer: 22

Postcode: 1823 DL

Woonplaats: Alkmaar

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Overheid

(Mede) namens:

Organisatie: Veiligheidsregio Noord-Holland Noord

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

In onze reactie vind u een voorstel voor een potentieel te onderzoeken alternatief.

91282206_8185622_20221020_Reactie_op_kennisgeving_brief.pdf

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie onze reactie (geüpload als bijlage 1)

91282206_8185623_20221020_Bijlage_1.pdf

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ja, participatie lijkt ons goed te zijn vormgegeven.

91282206_8185624_20221020_Bijlage_2.pdf

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Daar hebben wij zeker vertrouwen in.



Ministerie van EZK
Bureau Energieprojecten
Inspraakpunt Waterstofnetwerk NZKG

Postbus 111
9200 AC Drachten

Datum	20 oktober 2022	Telefoon	[REDACTED]
Onze referentie	UIT-2022-26541	E-mail	[REDACTED]
Uw referentie	Kennisgeving	Bijlagen	2
Uw bericht van	8 september 2022	Onderwerp	Reactie op de kennisgeving 'Voornemen en Participatie voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied'

Geachte mevrouw, mijnheer,

Hierbij ontvangt u onze reactie op de kennisgeving Voornemen en Participatie voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied. Gezien ons gezamenlijk belang en de bestaande structurele samenwerking op het gebied van Veilige Energietransitie hebben wij onze reactie met de vier veiligheidsregio's in Noord-Holland¹ afgestemd. Wij zijn van mening dat gezamenlijk participeren en afgestemd reageren u en ons helpt bij een efficiënte en vooral veilige totstandkoming van dit project.

Samenvatting van ons advies

- Verschaf (wetenschappelijk) inzicht in de risico's door materiaalgebruik van bestaande leidingen.
- Verschaf inzicht in de leidingtrajecten waar sprake kan zijn van domino-effecten. Onderzoek het traject van Gasunie leiding A-620 als alternatief tracé. Verschaf (wetenschappelijk) inzicht in de risico's door materiaalgebruik van nieuw aan te leggen leidingen.
- Verschaf inzicht in de risico's van drukschommelingen in het systeem.
- Verschaf inzicht in de verandering van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van de wijziging van het getransporteerde gas in de bestaande leidingen en in de toename van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van de aanleg van nieuwe buisleidingtrajecten. Onderbouw de keuze voor het softwareprogramma waarmee de risicoberekeningen worden uitgevoerd. Bereken naast de kans op en effecten van een fakkelbrand ook de kans op en effecten van een explosie. Rapporteer naast de nieuwe aandachtsgebieden, ook het oude groepsrisico.

¹ De Veiligheidsregio Noord-Holland Noord heeft op dit moment geen direct belang bij dit project en participeert vanuit landelijke en provinciale samenwerking ten behoeve van kennisontwikkeling en kennisdeling.

- e. Verschaf inzicht in de risico's voor leveringszekerheid van aardgas door het andere gebruik van een deel van de aardgasinfrastructuur gedurende de transitiefase.
- f. Blijf ons betrekken in maandelijks plenair overleg en nodig ons formeel uit te reageren of adviseren op de verschillende processtappen.
- g. Voer separaat met de hulpdiensten overleg over de gevolgen van het project voor de bestaande planvorming en procedures.

1. Achtergrond inhoudelijke reactie op het voornemen

a. Gebruik van bestaand leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Nederland

Het Waterstofnetwerk Nederland zal grotendeels worden opgebouwd uit bestaand hogedruk aardgastransportleidingnetwerk. Diverse onderzoeken stellen dat bestaand leidingwerk van verschillende materialen veilig kan worden gebruikt voor het transport van waterstof onder hoge druk, al dan niet na het aanbrengen van een specifieke inwendige coating om waterstofverbrossing tegen te gaan. A.E. Dahoe, Explosion, Hydrogen Safety and Combustion Scientist bij het kenniscentrum voor explosie- en waterstofveiligheid bij defensie stelt dat alleen bij gebruik van een specifieke staalsoort veilig transport van waterstof mogelijk is. Meer informatie hierover is te vinden in bijlage 1.

Graag krijgen wij inzicht in de toegepaste materiaalsoort(en) van het beoogde bestaande leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Nederland. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens een gedetailleerd onderzoek naar risico's en risicomitigatie van dit materiaalgebruik deel moeten uitmaken van de veiligheidstudies voor dit project.

Bij bundeling van buisleidingen, vooral wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt dan 5 tot 7 meter [structuurvisie buisleidingen 2012-2035], moet rekening worden gehouden met mogelijke domino-effecten wanneer zich een calamiteit voordoet met één van de leidingen in de bundel. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht waar in het bestaande leidingtraject dergelijke situaties zich voordoen, wat de effecten hiervan zijn op de externe veiligheid en hoe deze risico's kunnen worden gemitigeerd.

b. Aanleg van nieuw leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied

Wij onderschrijven de uitgangspunten om bij aanleg van een nieuw leidingtraject zo veel mogelijk aansluiting te zoeken bij aanwezige SVB-stroken of zoveel mogelijk te bundelen met bestaande infrastructuur zoals aanwezige hogedruk aardgastransportleidingen van Gasunie en (provinciale) wegen. Bij bundeling van buisleidingen, vooral wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt dan 5 tot 7 meter [structuurvisie buisleidingen 2012-2035], moet rekening worden gehouden met mogelijke domino-effecten wanneer zich een calamiteit voordoet met één van de leidingen in de bundel. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht waar zowel in de nieuwe als in de bestaande trajecten dergelijke situaties zich voor kunnen doen, wat de effecten hiervan zijn op de externe veiligheid en hoe deze risico's kunnen worden gemitigeerd.

Graag krijgen wij inzicht in de beoogde materiaalsoort(en) voor het nieuw aan te leggen leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied.

Voor het traject van het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied van het Waterstofnetwerk Nederland tot Tata Steel IJmuiden wordt in de kennisgeving Voornemen en Participatie aangegeven dat hiervoor geen alternatief traject inbeeld is. Wij vragen ons af of hierbij het traject van Gasunie

buisleiding A-620 is beschouwd en zo ja, waarom dit geen mogelijk alternatieve route is. Op het eerste oog lijkt dit, op het gebied van externe veiligheid, een gunstiger tracé te zijn. Wanneer dit tracé nog niet is beschouwd, adviseren wij dit alsnog te doen.

c. Bufferfunctie van het netwerk

Doordat het Waterstofnetwerk wordt opgezet als een open waterstoftransportsysteem, waaraan toeleveranciers waterstof kunnen leveren en waarvan afnemers waterstof kunnen afnemen, is er kans op drukschommelingen in het systeem. Het leidingnet functioneert op deze wijze, net als met aardgas het geval is, als buffer. De combinatie van materiaalgebruik met drukschommelingen in het systeem kan leiden tot versnelde veroudering van het systeem met mogelijk falen tot gevolg.

Graag zien wij in de risicoanalyses de risico's van deze combinatie gedetailleerd onderzocht. Verder vernemen we graag welke mitigatiemogelijkheden er zijn om problemen op dit gebied te voorkomen (bijvoorbeeld buffers inbouwen in het systeem, werkdruk instellen binnen veilige onder- en bovenmarges, aanbrengen van een inwendige coating in het bestaande leidingnet, etc.).

d. Externe - of Omgevingsveiligheid

Binnen de Veiligheidsregio Kennemerland passeert het nieuw aan te leggen leidingdeel voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied tussen het Waterstofnetwerk Nederland en Tata Staal IJmuiden, de volgende voor externe veiligheid relevante functies:

- Bedrijf; met voornamelijk beperkt kwetsbare objecten.
- Wonen; met voornamelijk kwetsbare objecten.
- Sport; een beperkt kwetsbaar object.

Binnen de Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland passeert het nieuw aan te leggen leidingdeel tussen het Waterstofnetwerk Nederland en de Hemweg de volgende voor externe veiligheid relevante functies:

- Bedrijf; met voornamelijk beperkt kwetsbare objecten.

Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht wat de externe veiligheidseffecten zijn van de aanleg van nieuwe buisleidingen voor het transport van waterstof onder hoge druk.

Een verandering in de getransporteerde stof door bestaand leidingnetwerk, heeft ook invloed op de externe veiligheidsrisico's. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, moet ons inziens dan ook in detail worden onderzocht wat de externe veiligheidsrisico's en mogelijke effecten zijn van deze wijziging.

Verder moet ook inzicht worden gegeven in bovengrondse appendages en de daarbij horende (externe) veiligheidsafstanden.

Rekenmethodiek

De rekenmethodiek Bevb schrijft voor het transport van aardgas gebruik van het softwareprogramma Carola voor. Voor het transport van andere stoffen schrijft de rekenmethodiek het softwareprogramma Safeti-NL voor. Graag vernemen wij welk softwareprogramma wordt gebruikt voor de risicoberekeningen voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied en het Waterstofnetwerk Nederland, of dit conform vigerende wetgeving is en of de keuze voor het softwareprogramma van invloed is op de uitkomsten van de berekeningen.

Scenario's

In de huidige rekenmethodiek Bebv wordt voor waterstof een kans op directe ontsteking van 1 voorgeschreven². Dit leidt in alle gevallen tot een fakkelbrand met het effect warmtestraling. Gesteld wordt dat dit een conservatieve benadering is. Ondanks de ruime explosiegrenzen en de lage ontstekingsenergie van waterstof zijn wij echter, op basis van literatuur, van mening dat ook een explosie een denkbaar scenario is en daarom moet worden meegenomen in de risicoberekeningen. Zie bijlage 2 voor meer informatie. Wanneer een deflagratie of zelfs detonatie wordt gevolgd door een fakkelbrand, zijn de effecten naar verwachting groter dan wanneer ontsnappend gas direct ontsteekt zonder explosie. Daarom zien wij directe ontsteking juist niet als een conservatieve benadering en zien wij het scenario explosie van vrijkomend gas, gevolgd door een fakkelbrand ook graag terugkomen in de risicoberekeningen. Dit inzicht is nodig voor de veiligheidsregio's om gedegen te kunnen adviseren over zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid en voor een doeltreffende voorbereiding op dit rampscenario.

Aandachtgebieden en groepsrisico

In de kennisgeving Voornemen en Participatie is aangegeven dat voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied wordt gewerkt in de geest van de Omgevingswet. Op het gebied van externe veiligheid is de overgang naar de Omgevingswet niet geheel beleidsneutraal. Naast de naamswijziging van externe veiligheid naar Omgevingsveiligheid, komt de verplichte berekening van het groepsrisico te vervallen. De groepsrisicoberekening wordt vervangen door aandachtsgebieden voor brand, explosie en gifwolk. Ons is niet bekend dat de wijze waarop aandachtsgebieden moeten worden vastgesteld op dit moment is vastgesteld. Wij stellen daarom voor om bij de risicoberekeningen zowel aandacht te besteden aan het groepsrisico als aan de aandachtsgebieden (voor zowel brand als explosie).

e. Wijziging in aardgastransportcapaciteit

Het project omvat het gedeeltelijk wijzigen van het gebruik van bestaande aardgasinfrastructuur, waarna de capaciteit van deze leiding(en) niet langer kan worden aangewend voor het transport van aardgas. Graag krijgen we inzicht of de resterende transportcapaciteit gedurende de transitiefase voldoende is om de leveringszekerheid van aardgas (voorlopig) te kunnen garanderen.

2. Inhoudelijke reactie op het voorstel voor participatie

In de kennisgeving Voornemen en Participatie wordt gevraagd reactie te geven op de wijze waarop wij betrokken willen worden en welke vragen, zorgen en kansen wij zien. Door ons gesignaleerde vragen, zorgen en kansen zijn in hoofdstuk f genoemd. In dit hoofdstuk geven wij onze reactie op de wijze waarop wij graag betrokken zijn dit project.

f. Participatie

Wij waarderen het voorstel voor een maandelijks plenair ambtelijk overleg en blijven daar graag bij betrokken, bij voorkeur gezamenlijk met de Veiligheidsregio's en Omgevingsdiensten in Noord-Holland. Graag blijven wij formele kennisgevingen over de processtappen in het project ontvangen, met een concrete vraag om reactie of advies.

² Handreiking Risicoberekeningen Bebv, RIVM, Versie 3.1, 1 april 2020, paragraaf 2.4 tabel 7 en 8

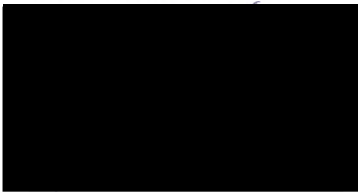
g. Participatie specifiek voor de hulpverlening

Omdat bij buisleidingincidenten de hulpdiensten vaak als eerste ter plaatse zullen zijn, lijkt het ons aanbevelenswaardig om naast het maandelijks plenaire overleg, een separaat (minder frequent) overleg met de hulpdiensten te organiseren, waarin het volgende aan de orde komt:

- De invloed van het project op bekende aardgasscenario's en bestaande procedures bij de incidentbestrijding van buisleidingincidenten (eventueel in samenhang met de Gele Kaart).
- Lesmateriaal om onze repressieve dienst bij te scholen op eventueel gewijzigde inzichten met betrekking tot de te volgen procedures en inzetacties.
- Afstemming over aansluiting van de calamiteitenbestrijdingsprocedures van Hynetwork Services op onze procedures.
- De invloed van de aanleg van nieuwe buisleidingtracés en het veranderen van het getransporteerde gas door bestaande buisleidingen op het Incidentbestrijdingsplan Noordzeekanaalgebied.
- De planning van uitvoeringswerkzaamheden en ingebruikname van onderdelen van het netwerk, zodat onze bereikbaarheids- en objectinformatie up-to-date kan worden gehouden en onze inzet kan worden afgestemd op het actuele risico.

Wij vertrouwen erop u hiermee antwoord op uw vragen en nuttige aandachtspunten te hebben gegeven voor het vervolg van het proces en zien uit naar een veilig eindresultaat.

Met vriendelijke groet,



Bijlagen:

1. DahoeAE_SteelsHydrogenGasTransmission
2. Assessment of the damage from hydrogen pipeline explosions on people and buildings

Principles of Hydrogen Safety - Dr Arief Dahoe

Knowledge Center for Explosion and Hydrogen Safety, Dutch Armed Forces

<http://www.explosionsolutions.org/kcehs/>

The current/existing natural gas transmission network is unsuitable for hydrogen service.

These are the steel compositions (https://drive.google.com/file/d/1mQM-gMNwoOY9YZlhkjaflqLO_VO6mUB/view?usp=sharing) of the natural gas network.

Steel types (X42, ..., X70, etc) are inadequate for hydrogen service. For reasons explained in these files

(1) https://drive.google.com/file/d/1vuLsy-UyetA_WHAJJRCE8FVQPwR9f-Vz/view?usp=sharing

(2) https://drive.google.com/file/d/1rZRnl5yWiPgUs6L1DDsoc-VyRlZBj_V2/view

(3) <https://drive.google.com/file/d/1dcARaZEBmxd923W4nkvQ1qu5OvouknWB/view>

Moreover: the hydrogen content may not exceed 0.2 vol% within the current/existing natural gas transmission network.

Leaving AISI 316L as the only viable option. And that's precisely what is applied for the H₂ gas transmission network by AirLiquide (

<https://drive.google.com/file/d/14k8spOLFWjr-rohEB2zf6v4iOa2UlvQ6/view?usp=sharing>).

The KIWA (

https://drive.google.com/file/d/17pT_SqRBkxWqcXzVA6Gohk4uTSjrNXzZ/view?usp=sharing) and DNVGL (

<https://drive.google.com/file/d/13-rsDYSBQkaX1tKzBXVoZ2ifAB6SJ6e1/view?usp=sharing>) reports are scientifically wrong and misleading. And must be deemed invalid.

Observe that hydrogen embrittlement/damage is caused by a multitude of mechanisms (

<https://drive.google.com/file/d/1flhxxbxMVcixthZ3WqSV5DABmdrRVWcr/view?usp=sharing>).

Construction materials for H₂ service must cope with all these mechanisms simultaneously. Over a time span covering many decades (even centuries).

It is noteworthy that for more than 20 years people have been looking into the suitability of existing CH₄ transmission networks for hydrogen service. And many documents were produced on this matter. One of the most compelling documents on this question (see:

https://drive.google.com/file/d/1JFsL2fLVJaoLw1ASV6_a7cOaGzHVPAXd/view?usp=sharing)

shows that the steel types of CH₄ gas transmission networks are not suitable for hydrogen service. The steel types currently in use by CH₄ transmission systems do not permit H₂ concentrations exceeding 0.2 vol%. At the same time there are recent reports (by DNV-GL, KIWA, CE-Delft etc.) that claim the contrary. Without any scientific basis or proof, namely, that existing CH₄ gas transmission networks permit H₂ service.

With regard to construction materials for compressors it might be instructive to watch this video lecture:

<https://www.youtube.com/watch?v=NddR1hZARuo>

There are standards pertaining to the material compatibility of components. Here is a listing of a few of these standards.

- (1) NACE TM0284-96:2016 Standard Test Method – Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking
- (2) ISO 2626:1973 Copper – Hydrogen embrittlement test
- (3) ISO 3690:2012 Welding and allied processes – Determination of hydrogen content in arc weld metal
- (4) ISO 7539-6:2011 Corrosion of metals and alloys – Stress corrosion testing – Part 6: Preparation and use of precracked specimens for tests under constant load or constant displacement
- (5) ISO 9587:2007 Metallic and other inorganic coatings – Pretreatment of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- (6) ISO 9588:2007 Metallic and other inorganic coatings – Post-coating treatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- (7) ISO 11114-4:2017 Transportable gas cylinders – Compatibility of cylinders and valve materials with gas contents – Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
- (8) ISO 15330:1999 Fasteners – Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement – Parallel bearing surface method
- (9) ISO 15724:2001 Metallic and other inorganic coatings – Electrochemical measurement of diffusible hydrogen in steels – Barnacle electrode method
- (10) ISO 17081:2014 Method of measurement of hydrogen permeation and the determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique”.

Article

Assessment of the Damage from Hydrogen Pipeline Explosions on People and Buildings

Paola Russo ^{1,*}, Alessandra De Marco ¹ and Fulvio Parisi ² 

¹ Department of Chemical Engineering, Materials and Environment, Sapienza University of Rome, via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy; alessandra.demarco@uniroma1.it

² Department of Structures for Engineering and Architecture, University of Naples Federico II, via Claudio 21, 80125 Naples, Italy; fulvio.parisi@unina.it

* Correspondence: paola.russo@uniroma1.it; Tel.: +39-06-44585565; Fax: +39-06-44585451

Received: 2 August 2020; Accepted: 12 September 2020; Published: 25 September 2020



Abstract: Failure of a pipeline carrying gaseous hydrogen can have several effects, some of which can pose a significant threat of harm to people and damage to buildings in its immediate proximity. This paper presents a probabilistic risk assessment procedure for the estimation of damage to people and buildings endangered by high-pressure hydrogen pipeline explosions. Such a procedure provides an evaluation of annual probability of damage to people and buildings under an extreme event using a combination of the conditional probability of damage triggered by an explosion and the probability that the explosion occurs as a consequence of the pipeline failure. The release of hydrogen is simulated using the LimitState:SLAB model and the size of the hydrogen-air cloud in the flammability range is evaluated, then overpressure and impulse generated by the blast are evaluated through the Netherland Organization for Applied Scientific Research (TNO) model, while explosion effects on people and buildings are estimated through Probit equations and pressure–impulse diagrams. As for people, both direct and indirect effects of overpressure events are taken into account. For buildings, a comparison of the damage to different types of buildings (i.e., buildings made of reinforced concrete and buildings of tuff stone masonry) is also made. The probabilistic procedure presented may be used for designing a new hydrogen pipeline network and will be an advantageous tool for safe management of H₂ gas pipelines.

Keywords: hydrogen pipelines; explosions; damage to people; probit functions; structural damage; pressure–impulse diagrams; risk assessment

1. Introduction

The growing demand for energy and the depletion of traditional energy sources, added to the need for increasing sustainable development in order to reduce environmental pollution, have made hydrogen a possible protagonist in today's society. Hydrogen represents an inexhaustible source as an energy carrier, since it can stem from a variety of sources, both traditional and alternative ones. In addition, hydrogen plays a key role for sustainable development due to the fact that its combustion does not produce any pollution agents, especially greenhouse gases that lead to an increase in global temperature.

Regarding hydrogen and its production, the production plant distribution in the world is shown in Table 1 [1]. Medium and large plants are distributed in several countries, with a maximum capacity of 290,000 Nm³/h in a Californian plant, and serve various type of industries (i.e., chemical, petrochemical, food, oil refining). Data reported in Table 1 refer to the existing and operating facilities (updated in January 2016), but more recently, investments in this alternative energy source have been spreading. Recently, Linde's Global Hydrogen Business announced that they will construct a USD

250 million world-scale hydrogen plant in Louisiana, with a production capacity of over 190,000 Nm³/h, that is due to come on stream in 2021. The new plant will be part of Praxair's hydrogen system in Louisiana [2]. Consistent investments have been made also in Europe over the last few years with an increase in the total production capacity from 17.799 million Nm³ in 2010 to 80.000 million Nm³ in 2017 [3]. In this framework, the rise of hydrogen production and its distribution network is expected to progressively extend the level of diffusion of this gas.

Table 1. Hydrogen production plants [1].

Company	Capacity (Nm ³ /h)			
	Europe	Asia	North America	Rest of the world
Air Liquide	770,505	730,846	830,326	89,283
Air Products	258,038	419,694	3,279,494	5200
Linde	657,129	223,258	542,218	105,051
Praxair	13,500	197,304	2,201,225	13,396
Deokyang	-	111,000	-	-
Hyundai-Wison	-	-	-	301,411
Others	58,860	57,761	49,672	-
Total	1,758,031	1,739,863	6,902,934	514,341

Large quantities of hydrogen from its production areas to its utilization areas are transported via dedicated pipelines. Worldwide, H₂ pipelines reach a total length of 4542 km, most of which (2608 km) are located in the USA and (1598 km) in Europe, and only a small portion (337 km) in the rest of the world (data updated to 2016) [4]. Currently, H₂ pipelines are mainly adjoined to industrial areas, so their breakage may cause significant risk to the surrounding environment and the people who will likely be nearby [5]. Therefore, the risks associated with a possible breakage of a pipeline carrying gaseous hydrogen must be taken into careful consideration. Dry hydrogen, acetylene, and occasionally other gases often ignite when they are discharged into air in normal weather. Apparently, the electric field that develops by ejection of these charged gases can develop enough of a potential gradient to cause ignition by corona discharge; it has to be noted that the minimum ignition energy of hydrogen is only about 0.02 mJ. Consequences of gaseous hydrogen pipeline accidents can cause rather serious damage to people and buildings located in proximity of the pipeline involved in the hazard.

Following an accidental release of gas, a flammable cloud of gas is formed that mixes with air and can be immediately ignited giving a jet flame, or later generating either a flash fire or an explosion. In a fire, the worst hazard for people and buildings is the direct contact with flames and thermal radiation, while in the case of an explosion it is the impact of the blast wave [6,7]. From the analysis of the pre-existing literature, the most likely consequence of a pipeline failure is an explosion [8].

In previous works [9,10], a procedure was proposed to assess the potential direct damage to building structures caused by gas explosions released by high-pressure pipelines. This procedure has been applied to both natural gas and hydrogen pipelines. The probability of occurrence of an explosion event as a result of a pipeline breakage has been estimated, and the consequences of the explosion (overpressure and impulse) have been evaluated. To characterize the hydrogen release, a one-dimensional integral model, SLAB [11], was used. SLAB is a computer program to simulate the atmospheric dispersion model of gas releases, taking several external factors into account, including temperature, humidity, atmospheric stability, wind velocity, and surface roughness. A release rate model was combined with this dispersion model, and then the characteristics of the resulting hydrogen cloud explosion (i.e., peak overpressure and impulse) are calculated by means of the multi-energy method developed by TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific Research) [12]. Explosion damage to building structures has been assessed using pressure-impulse diagrams that describe the ability of structural components to withstand various types of explosion loads, defined as blast capacity.

In this work, the same procedure is applied to estimate harm to people as well as the direct structural damage associated with high-pressure hydrogen pipeline explosions. Specifically, the analysis refers to transmission and gathering pipelines located in industrial and rural areas. For people, both direct and indirect effects of blasts are considered in order to evaluate the annual probability of damage [7]. As a main direct effect, the damage to pressure-sensitive organs, such as lungs and ears, due to the sudden increase in pressure is considered. Among indirect effects, both the impact to the head and the whole body due to whole-body displacement are observed. During the whole-body displacement, in fact, the overpressure and impulse of the explosion interact with the body in such a way as to essentially pick it up and translate it. In contrast, the damage due to flying fragments hitting someone's body and those owing to the impact caused by a collapsed structure onto people inside buildings is not evaluated. With regard to building structures, direct damage from an explosion can be of various kinds, such as deflection of structural steel frames, collapse of roofs, leveling of walls, shattering of panels, and broken windows. Specifically, direct damage to both reinforced concrete (RC) columns and walls of load-bearing masonry buildings are examined. What is finally evaluated is a minimum safety distance between hydrogen pipelines and people. The presented procedure can be applied for the design and risk assessment of new pipeline networks in industrial or rural areas and for existing building assets.

2. Methodology

2.1. Blast Hazard

The methodology used in the present work, and reported in detail elsewhere [9,10], consists of the following steps:

- simulation of the jet release of hydrogen and estimation of the size of flammable H₂–air clouds using the SLAB model integrated with a model for release rate;
- calculation of the explosion energy and of the consequent explosion characteristics (i.e., peak overpressure and impulse) using the TNO multi-energy method [12]; and
- estimation of the blast hazard function, Pr[E|R], defined as the probability of an explosion E occurring in the case of a rupture R of the pipeline.

A C++ program was developed and integrated with the one-dimensional SLAB model. The C++ code integrates a model for jet release rate (see Equations (1) and (2)) with pipeline operation properties, source release properties, and site. The release rate was estimated by assuming sonic flow through a high-pressure pipeline nozzle and steady state conditions, as follows:

$$Q = \frac{\frac{\pi d^2 \alpha}{4} \sqrt{\gamma \rho_0 P_0 \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}}{\sqrt{1 + (4 \alpha^2 f_F \frac{L}{d}) \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{2}{\gamma-1}}}} \quad (1)$$

where α is the ratio of the effective area of the hole to the area of the pipe section, d is the pipeline diameter, ρ_0 is the density at stagnant conditions and P_0 is the gas pressure at operating conditions, γ is the specific heat ratio of gas, f_F is the Fanning friction factor, and L is the length of the pipeline from the compression station to the rupture point.

To take into account that hydrogen is at high pressure, the Abel–Noble equation of state (Equation (2)) for real gas was considered in Equation (1):

$$z = 1 + \frac{b\rho_0}{RH_2T} \quad (2)$$

where z is the compressibility factor, b is the co-volume ($7.69 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$), R_{H_2} is the ratio of R the universal gas constant to the hydrogen molecular mass (4124.24 J/kg/K), and T is the temperature.

The spread of a gas cloud in the atmosphere is strongly influenced by wind conditions, which change with altitude. Vertical wind profiles can be determined as a function of the so-called stability categories depending on the temperature conditions. As an example, Pasquill suggested the categories A, B, and C for unstable, D for neutral, and E and F for stable conditions [13]. While under stable conditions, vertical exchange is small and leads to a long-lasting downwind gas cloud, under unstable conditions, and a temperature gradient with altitude higher than the adiabatic one (-0.98 K/100 m), rapid exchange and effective turbulent diffusion occurs. This is especially true for hydrogen, which under stable conditions behaves as if it were unstable. A large cloud of hydrogen gas with minimal internal turbulence, on a cold and wet day with high wind speed (i.e., 2 m/s) and strong atmospheric stability (i.e., class F) would be the worst-case scenario.

The calculated release rate is then used as the input to SLAB. SLAB is a computer model that describes gas dispersion in the atmosphere following a release [11]. The model assumes that the concentration profile of the released gas has a Gaussian shape in the crosswind direction. The variations in the average concentrations in the downwind direction of the crosswind then determined using the conservation equations of mass, momentum, energy, and species only in the downwind direction. The main simulation output is the time-averaged concentration, expressed as a volume fraction, in the downwind direction. SLAB takes into account the atmospheric conditions and the turbulence generated by mixing the gas with the air. Unfortunately, it cannot simulate the flow of gas around obstacles or over complex terrain. As an advantage, compared to a CFD model, this model requires much less computational cost.

The C++ program determines the size of the gas cloud corresponding to various pipeline operation properties, source release properties, and site characteristics.

The program then estimates for each gas cloud the peak overpressure and impulse caused by its explosion according to the TNO multi-energy method [12]. The equations corresponding to blast plots are integrated in the model in order to evaluate the peak overpressure P_s and the duration of positive phase t_p from a family of equations (curves) that correlate a dimensionless overpressure to the scaled distance on the combustion energy. The 10 equations (corresponding to 10 curves of the TNO multi-energy graph) relate the overpressure and the time duration of the explosion with the distance from the explosion center. The positive impulse I is then calculated by integrating the overpressure variation over the positive phase duration. Here, the peak overpressure P_s and the positive impulse I at a given distance r from the center of the explosion are calculated for two explosive classes: 6 and 9.

The simulations were performed assuming various pipeline geometric characteristics and operating parameters (diameter, temperature, and pressure), various properties of the release source (e.g., hole diameter, distance from the compression station, and distance from the explosion center), different atmospheric conditions (e.g., wind speed and Pasquill–Gifford atmospheric stability class), and explosive class in the range of values shown in Table 2.

The blast probability was assessed using statistical data on the operating properties of pipelines for H_2 transmission gathered from the available literature [14,15]. The information from Air Liquide [16] was used for the failure frequency of hydrogen pipelines per length of pipeline. The value was assumed to be $0.126/\text{year}$ per 1000 km . Finally, the data of the EGIG (European Gas Pipeline Incident Group) [17] were used to determine the frequency of the various dimensions of breaches. It was defined as follows: a small breach is one with a diameter of the hole (d_{hole}) smaller than or equal to 0.02 m ; a medium breach is one with the diameter of the hole larger than 0.02 m and smaller or equal to the diameter of the pipe; and rupture is when the diameter of the hole is larger than the pipe diameter. Referring to data shown in Table 2, one might assign small, medium, and rupture breaches with relative probabilities of 48%, 39%, and 13%, respectively.

Table 2. Simulation conditions.

Parameter	Assumption
Source type	Horizontal jet release
Temperature of source material, K	200
Duration of continuous source, s	600
Height of source, m	1
Time of concentration averaging, s	30
Maximum downwind distance, m	300
Height of surface roughness, m	0.003
Wind speed, m/s	2 and 5
Height of wind measurement, m	10
Ambient temperature, K	283
Relative humidity, %	75
Pasquill atmospheric stability class	A, C, D, F
Pipeline diameter (d), m	0.1016–0.508
Operating pressure (P _o), kPa	649–12,800
Hole diameter (d _{hole}), m	0.02–d
Length of pipeline from the compression station to the release point (L), m	50–10,000
Distance from explosion center (r), m	10–2000
Explosive class	6 and 9

In the simulations, a horizontal jet release was assumed as the worst-case scenario. The source material was at temperature of 200 K, evaluated by SLAB as a function of specific heat ratio, atmospheric pressure, operating pressure, and temperature, and at a height of 1 m, typical in industrial areas. A (extremely unstable), C (slightly stable), D (neutrally stable), and F (moderately stable) were considered as Pasquill atmospheric stability classes [13], and wind in parallel direction to the hydrogen jet with a speed of 2 and 5 m/s was assumed.

Two explosive classes (6 and 9) representing explosions with low and high ignition power, respectively, were considered according to [18]. In [18], experimental data available from large-scale experiments concerning hydrogen explosions were used to estimate the blast's initial strength. In detail, for experiments without obstacles and with high ignition energy, the best fit with experimental points was obtained with the class 9, while for the experiments with obstacles and low ignition energies, the best fit was obtained with class 6.

The results of the simulations were classified into 17 classes for overpressure and 13 classes for impulse. Such explosion parameter values are utilized to estimate the harm to people (death and injuries) and to structural components of typical buildings: columns made of reinforced concrete and walls of tuff stone masonry.

2.2. Blast Damage to People

People involved in an explosion can suffer from harm due to the high level of overpressure. Several effects of overpressure and duration of the high-pressure (impulse) event on people must be taken into account. Direct and indirect effects are generally distinguished. On the one hand, pressure-sensitive organs (e.g., lungs and ears) can be damaged by a change in pressure [19]. On the other hand, a person can be indirectly involved in the explosion and suffer from indirect damage, such as the impact from flying fragments generated by structure damage or collapse. In addition, people can be thrown away from the overpressure, with a possible subsequent impact [20]. All these effects must be viewed in order to establish the risk to which a person may be exposed. Generally, a harm criterion is used to transform the consequences of an accident into a probability of harm to people [21]. For people, both damage in terms of either injury or fatality are considered.

The generally applied method to estimate the level of harm to people as a consequence of an explosion uses the Probit (Probability unit) functions, which characterize the dose–effect

relationship [20,22,23]. A Probit Function transforms a dose (V) to a probability of injury or fatality. The Probit variable Y is evaluated through Equation (3) [23]:

$$Y = k_1 + k_2 \ln V \quad (3)$$

where k_1, k_2 are empirical constants that reflect the specific hazard and V is the causative factor that represents the dose. To convert Probits to percentage, which is the probability of a specific damage, Equation (4) is used:

$$\text{Percentage} = 50 \left[1 + \frac{Y - 5}{|Y - 5|} \operatorname{erf} \left(\frac{|Y - 5|}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (4)$$

where erf is the error function. Probit functions are particularly useful in quantitative risk assessment (QRA) since they can provide harm probabilities for the range of accidents included in risk assessment. Table 3 lists the Probit equations used in this work to calculate both death and injury to people.

Table 3. Probit functions for damage caused by explosion.

Damage	Probit Equation
Deaths from lung hemorrhage	$Y = Y = 5 - 5.74 \ln (4.2 P_a/P_{ef} + 1.3/I_{sc})^a$ [20]
Deaths from head impact	$Y = 5 - 8.49 \ln (2430/P_s + 4 \times 10^8/P_s I)^b$ [20]
Deaths from whole-body impact	$Y = 5 - 2.44 \ln (7380/P_s + 1.3 \times 10^9/P_s I)^b$ [20]
Injuries from ear-drum rupture	$Y = -12.6 + 1.524 P_s^c$ [23]

^a: P_a = atmospheric pressure [Pa], $I_{sc} = I/(P_o^{1/2} \times m^{1/3})$, m = mass of person = 70 kg, P_s = peak overpressure [Pa], $P_{ef} = P_s + 5 \times P_s^2/(2 \times P_s + 1.4 \times 10^6)$, ^b: P_s = peak overpressure [Pa], I = impulse of the shock wave [Pa × s], ^c: P_s = peak overpressure [Pa].

In particular, for deaths from lung hemorrhage, the correlation uses as the causative variable a combination of overpressure, impulse, and dynamic pressure (P_{ef}) and mass of person [20]. For deaths from lung hemorrhage, an overpressure threshold value of 82.7–103.4 kPa [24] and an impulse threshold value of 180 kPa ms [25] are reported in the literature. For damage due to the whole-body displacement, the available correlation provides a probability of harm as a function of both the peak overpressure and the impulse [20]. Overpressure threshold values of 55.16 and 75.84 kPa, respectively, for deaths from head impact and whole-body impact are reported in [26–28] when people are knocked down by pressure waves. Finally, for impulse a threshold value of 370 kPa ms [25] is considered to cause 1% serious injury from displacement.

With regards to reversible damage, which only induces injuries, the most sensitive organ to pressure changes is the ear and the damage to hearing is brought about by the ear-drum rupture. The overpressure threshold value for ear-drum rupture is 13.8 kPa [24]. Flying fragments can also cause injuries, which depend on the size and weight of fragments, the impact velocity, and the location of the impact on a human body [20]. However, the lack of properly validated models makes it difficult to fully evaluate the impact of flying fragments on people [19].

Once the probability of fatalities and injuries for the various direct and indirect effects of the explosion has been evaluated, the annual probability of damage to people under the explosion event is then calculated. It is a combination of the conditional probability of damage given by an explosion, $Pr[D|E]$, and the probability of occurrence of the explosion as a consequence of pipeline failure, $Pr[E|R]$, and it is calculated as follows:

$$Pr[D] = Pr[D|E]Pr[E|R]\lambda_R \quad (5)$$

where D is the damage to people (death or injury); E is the explosion event; R is the pipeline rupture; λ_R is annual rate of pipeline rupture occurrence/year per 1000 km.

A value of 0.126/year per 1000 km in Equation (5) was used [16]. In the case of fatality, $Pr[D|E]$ constitutes the cumulative probability of deaths from lung hemorrhage, head impact, and whole-body displacement.

2.3. Blast Damage to Structural Components

Pressure–impulse diagrams can be considered as capability models that allow safety assessments of structural systems under blast loading. A number of failure modes, such as flexural, shear, and flexural-shear mixed, can be taken into account. Pressure–impulse diagrams define the overpressure (P_s) and impulse (I) that combined cause a prescribed severity of structural damage. The destructive effect of a blast can be measured by means of different parameters, each of them referred to as a damage measure (DM). The choice of the best DM depends on the construction features of the structural element and its expected behavior up to a collapse.

After a DM is chosen and valued to define the structural damage level tolerated by the decision-maker(s), the pressure–impulse curve establishes the boundary conditions between safety and failure, accounting for three alternative types of structural response to blast loading: quasi-static, dynamic, and impulsive behavior modes. The former type of structural response occurs if blast loading is characterized by a pressure–time history with very long duration compared to the natural period of vibration of the structural element. In those conditions, failure takes place if P_s attains a critical pressure that turns out to be the horizontal asymptote of the pressure–impulse diagram. In contrast, blast loading is assumed to have an impulsive nature in the case of a very short duration. In such conditions, failure occurs if I reaches a critical impulse, which is the vertical asymptote of the pressure–impulse diagram. Conditions in between quasi-static and impulsive define a dynamic loading that produces a structural response, possibly resulting in mixed shear-flexural failure. This latter is observed if P_s and I delineate a point of the pressure–impulse curve. Given a damage (and hence performance) level of the structural component, pressure–impulse combinations that fall between the coordinate axes and the P–I diagram define the safety region under blast loading.

In this paper, pressure–impulse diagrams were utilized to take the dynamic performance of two distinct classes of structural elements into account: reinforced concrete (RC) columns of framed building structures and tuff stone masonry (TSM) load-bearing walls of old building structures.

2.3.1. RC Columns

The pressure–impulse diagrams for RC columns were evaluated by Parisi [28] on the basis of Monte Carlo simulations, considering uncertainties, material properties, geometry, and capacity modelling. The selected pressure–impulse curves are characterized by a uniform probability of exceeding a prescribed damage level, namely, minor damage, moderate damage, and near collapse. In this study, the median pressure–impulse curves corresponding to a near collapse condition were considered.

The reinforced concrete columns selected in this work are representative of those detected in gravity-load designed buildings. Considering Italian RC buildings after 1971, the following properties are assumed: concrete strength class C20/25, that is, a structural concrete with cylinder and cube characteristic compressive strengths equal, respectively, to 20 MPa and 25 MPa; steel type FeB44k, which is similar to steel type B450C considered in current building codes. In addition, all columns are supposed to have a squared cross section ($300 \times 300 \text{ mm}^2$ in size), concrete cover $c = 30 \text{ mm}$, steel ribbed rebar, and nominal height $H = 3.00 \text{ m}$. This latter geometric property can be recognized as the inter-story height of most of Italian residential buildings.

2.3.2. TSM Load-Bearing Walls

Tuff stone masonry walls were chosen because they are the primary elements of ancient building structures, not only in Euro-Mediterranean countries but also in other regions of the world. The motivation behind their selection for this study was that TSM walls have a completely different behavior and resistance under blast loading, compared to RC columns. This is mostly a consequence of the following differences between TSM walls and RC columns: (i) unreinforced masonry with both tensile and compressive strengths considerably lower than those of concrete; (ii) RC columns with steel reinforcement capable of withstanding high tensile stresses; (iii) sensitivity of structural behavior and

failure mode to axial loading; and (iv) different boundary conditions. Thus, TSM walls subjected to blast loading generally experience flexural out-of-plane collapse.

Tuff stone masonry walls with height $h_w = 3.00$ m, transverse slenderness ratio $\lambda = 10$ (i.e., the ratio between height and thickness, t_w , hence resulting in 300 mm), and axial load ratio $\alpha = 25\%$ (i.e., the ratio between the average axial pressure due to gravity loads, P_v , and compressive strength of masonry, f_m) were assumed. The material properties of the case-study masonry walls were as follows: material density $\rho = 1360$ kg/m³; Young's modulus $E = 2159$ MPa; Poisson's ratio $\nu = 0.25$; and peak compressive strength $f_m = 3.96$ MPa.

In this study, selected pressure–impulse curves numerically obtained by means of nonlinear time history analysis of nonlinear finite element models were selected according to a previous study [29].

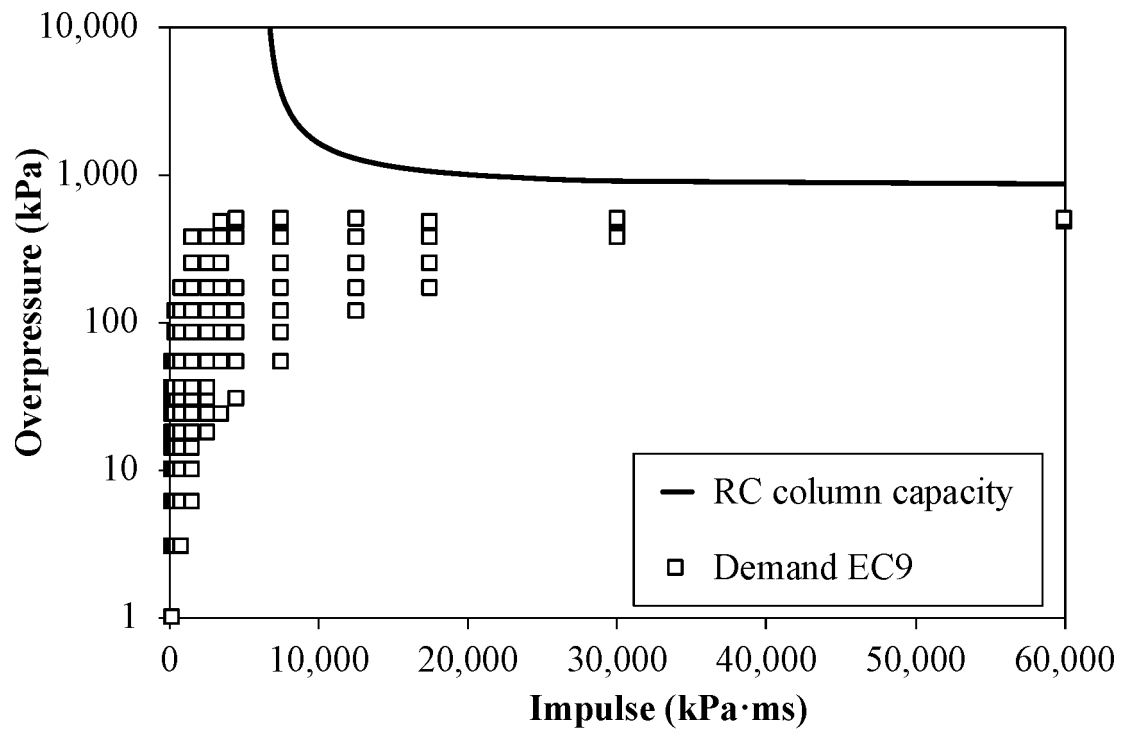
3. Results and Discussions

The first results of the analysis are the peak overpressure and impulse values and their probability of occurrence during the explosion, $Pr[E|R]$. From a probabilistic point of view, the maximum overpressure and impulse values were respectively 507 kPa and 60,000 kPa ms, corresponding to explosive class 9. These maximum values fell to 36 kPa and 4500 kPa ms in the case of explosive class 6. Noticeably, the results are slightly influenced (differences below 10%) by the atmospheric conditions chosen for the simulations. Specifically, the stability class F with wind velocity of 2 m/s can be considered the worst-case scenario at which the higher probability to achieve the maximum pressure and impulse correspond. This was expected because if the weather conditions are not known or not specified, the maximum concentration can be assessed by selecting the atmospheric stability class and wind speed, which results in the worst-case scenario, i.e., the smallest values of the dispersion coefficients and the wind speed. The former occurs with stability class F while for wind speed the most common choice is a wind speed of 2 m/s.

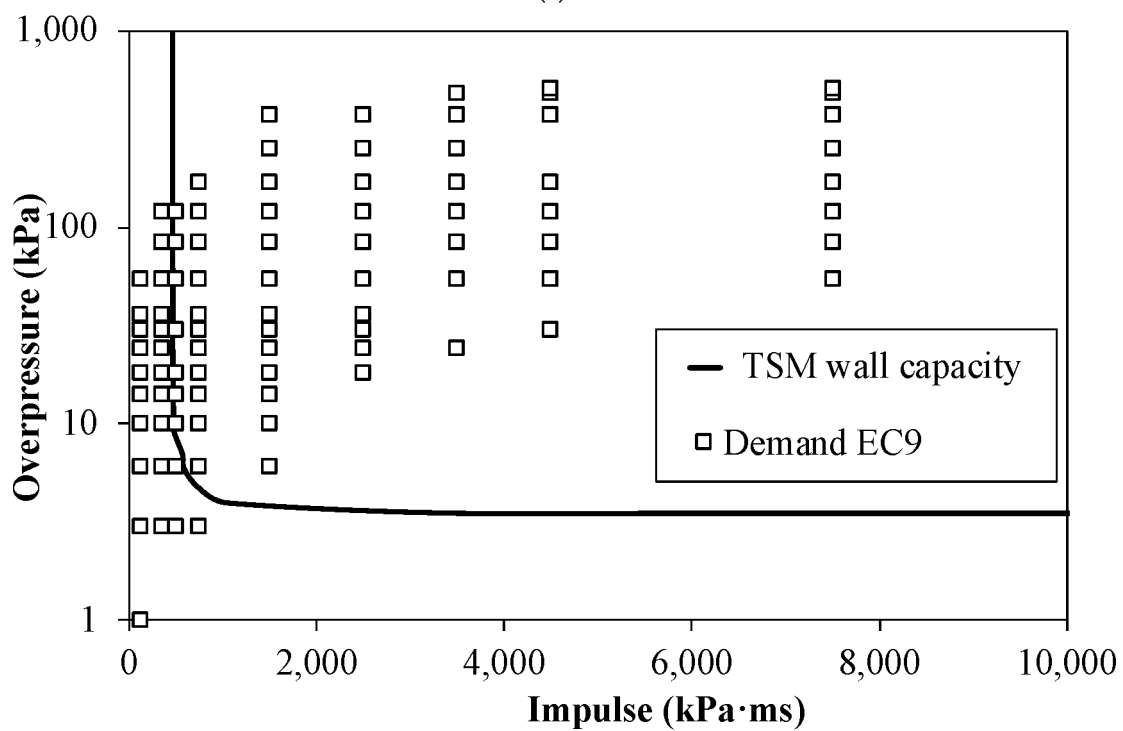
Therefore, in the following cases the results were reported just for this condition. Figure 1a,b show the pressure–impulse diagrams for the gravity-load RC columns and the TSM load-bearing walls, respectively. The individual points corresponding to the possible combination of pressure and impulse reached by an explosion are within. The designed reinforced concrete columns can be deemed safe against explosions of hydrogen for the worst-case scenario (explosive class 9 and atmospheric stability class F2) and hence for all the investigated explosive classes and atmospheric stability classes. On the contrary, TSM load-bearing walls show higher vulnerability to blast loading. Indeed, the asymptotic values of overpressure and impulse that define the blast capacity of those components are very low (i.e., 3.5 kPa and 455 kPa ms) [30].

With regards to the harm to people, probability of fatality from lung hemorrhage, head impact, and whole-body impact for the different overpressure–impulse values are reported in Figures 2–4, respectively. They refer to stability class F and wind velocity 2 m/s and to explosive class 9. Comparing Figures 2–4 the higher probability of fatality occurs from indirect effects such as from head and whole-body impact against obstacles. Indeed, the overpressures required to throw a person against obstacles are significantly lower than the values required to cause fatal lung damage. A maximum value of $1.65 \cdot 10^{-3}$ death/year/1000 km is obtained in the case of head impact for an explosion overpressure of 507 kPa and impulse of 12,500 kPa ms.

Once the risk related to hazards is assessed the results are compared to the acceptance criteria. The risk is defined as acceptable when these results satisfy the previously mentioned criteria. On the contrary, if the results do not satisfy the criteria, mitigation measures need to be evaluated. The application of the acceptance criteria for hydrogen QRA (quantitative risk assessment) reflects general practice in QRA and is also adapted to company and authority regulations. For hydrogen, no adaptations to the acceptance criteria have been made to reflect the distinctive features of hydrogen technologies or the operation of hydrogen facilities.



(a)



(b)

Figure 1. Blast demand and capacity of (a) reinforced concrete (RC) columns and (b) tuff stone masonry (TSM) walls for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

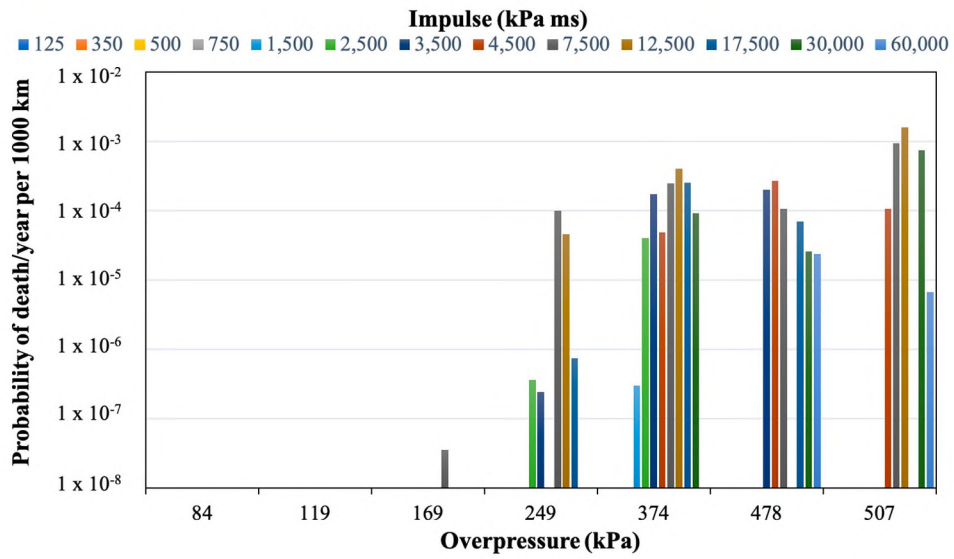


Figure 2. Probability of death from lung hemorrhage for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

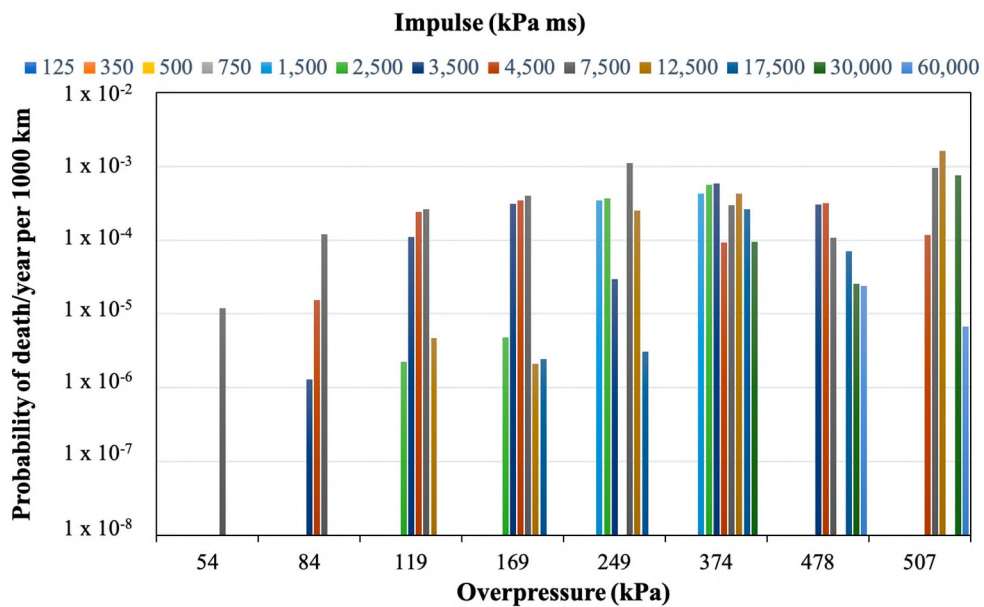


Figure 3. Probability of death from head impact for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

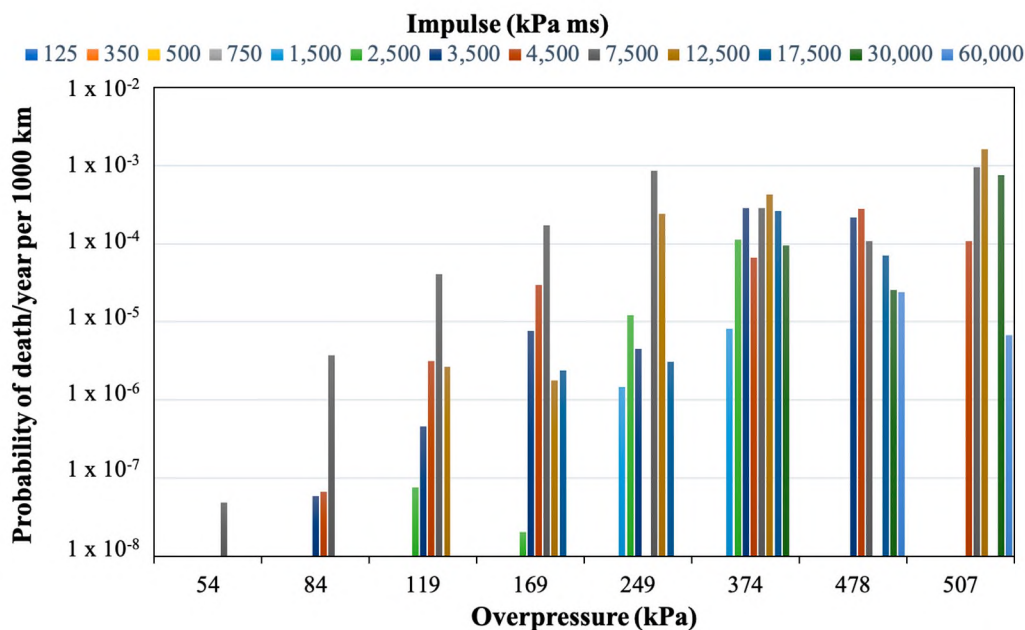


Figure 4. Probability of death from whole body impact for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

The EIGA (European Industrial Gases Association) [31] defines harm criteria as being approximately a 1% chance of individual risk of serious injury or fatality and proposes the individual harm exposure threshold for determining safety distances of 3.5×10^{-5} per year. The HSE (Health and Safety Executive) has specified risk criteria as follows: for workers, maximum tolerable risk is 10^{-3} per year; for the public, 10^{-4} per year; broadly acceptable risk, 10^{-6} per year [32]. Risks falling into the region below 10^{-6} per year are generally regarded as insignificant and adequately controlled. In the Netherlands, the maximum acceptable individual risk is 10^{-6} per year [32]: This is a fixed limit for “vulnerable objects” (i.e., schools, hospitals, housing, etc.), and a target to be achieved as far as possible for “less vulnerable objects” (i.e., offices, shops, recreational facilities). This applies both to risks arising from fixed installations and to the transport of dangerous goods. It is calculated for an unprotected person (i.e., outdoors) present all year at specific locations. Therefore, in order to measure the risk levels for on-site personnel and general public that may be exposed to the accidents originating from the hydrogen facilities, the quantitative acceptance criteria considered here are 10^{-6} per year [32].

From comparison with the acceptance criteria, the fatality risk is not acceptable in the case of explosive class 9 and atmospheric stability class F2. On the contrary, in the case of explosive class 6 and F2 the probability of death (10^{-11} death/year/1000 km) is well below the risk acceptance criteria.

With regards to injuries (Figure 5), since the overpressures required to cause eardrum rupture are quite low, probability of injuries are higher than 10^{-5} /year/1000 km for overpressure higher than 10 kPa. Similar results were obtained for explosive class 6 and the same atmospheric class F2.

Moreover, the extent of the damage to buildings depends on both the level of overpressure and impulse and the type of construction of the structure. From the analysis carried out on RC columns and TSM walls, it is possible to conclude that there is no risk of harm in the case of RC columns of framed buildings because those structural components will not collapse. On the contrary, the higher vulnerability of TSM load-bearing walls to blast loading can cause indirect damage to the people inside the building.

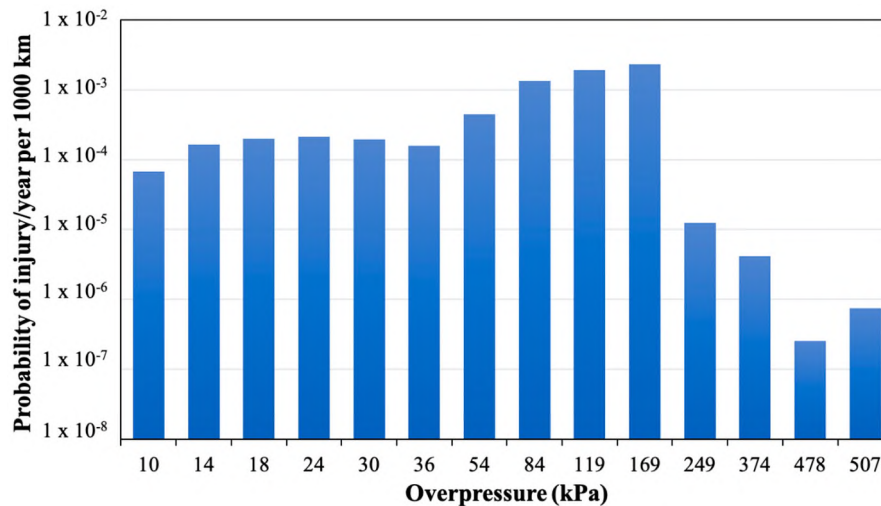


Figure 5. Probability of injury from eardrum rupture for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

Finally, a minimum safety distance between pipelines and populated area is derived. The safety distance is here considered as the minimum separation between a hazard source and a person, which will mitigate the effect of a likely foreseeable incident. The individual harm exposure threshold for determining safety distances is equal to 10^{-6} per year. From comparison with the harm criteria, a safety distance of 1000 m is calculated, as shown in Figure 6.

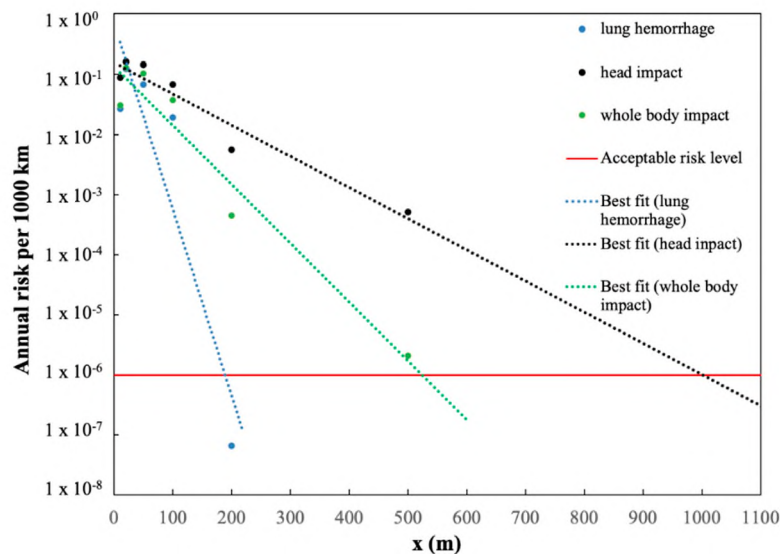


Figure 6. Annual risk per 1000 km of damage to people vs. safety distance (x (m)), in the case of blast strength 9 and atmospheric stability class F2.

4. Prevention and Mitigation Systems

In order to reduce or eliminate long-term risks resulting from accidental events, mitigation actions must be undertaken. The most rigorous risk-management procedures related to high-pressure hydrogen pipelines must be required.

The Hydrogen Tools Portal, developed by the Pacific Northwest National Laboratory with the support of the U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), suggests a risk reduction plan to reduce or eliminate the most critical issues, subsequent to the individualization of the hazards and the classification of the risk.

Prevention measures are used to minimize to an acceptable level or remove the likelihood of occurrence and/or the severity of consequences.

The following steps for hazard control are proposed:

1. Remove the hazard, if it is possible
2. Use materials with the same features and functions, but that are less hazardous
3. Introduce engineering controls in order to isolate the hazard
4. Define administrative controls (procedures, indicators, and rules) for workers and any other people who may be involved in the hazard
5. Provide personal protective equipment

The EIGA (European Industrial Gases Association), after the identification of the hazards, suggests that, for each hazard, mitigation measures shall be determinate [30]. These measures consist of the following:

- (i) controlling of third party interference,
- (ii) thickening of the pipe,
- (iii) non-destructive testing on welds,
- (iv) inerting of the pipe,
- (v) marking of the pipe,
- (vi) installing valves that detect an increase of flux or decrease of pressure,
- (vii) mass balancing to individuate a leak,
- (viii) burying the pipeline,
- (ix) protecting the pipe with suitable coating,
- (x) operating procedures (i.e., inspections programs, corrosion control programs, emergency plan).

5. Conclusions

In this work, a probabilistic procedure to evaluate the damage to people and buildings involved in a gaseous hydrogen pipeline explosion was applied. Probit equations were used to assess and quantify the level and type of harm to people. Both indirect and direct damage were taken into account. The main human organs suffering from sudden changes in pressure are lungs and ear-drums and damage to these organs was examined. As a consequence of an explosion, people can also be thrown by the blast wave, suffering damage due to head impact or whole-body displacement.

The highest probability of fatality occurs from indirect effects such as from head and whole-body impact against obstacles. A maximum value of 1.65×10^{-3} death/year/1000 km was obtained in the case of an explosive class with high ignition power (class 9) and stable atmospheric conditions (F2). In addition, a person inside a structure would more likely be injured or killed by the facility collapse than from lung damage.

The assessment of structural damage showed very low levels of risk of damage to reinforced concrete columns of framed buildings, because those structural components do not collapse. On the contrary, the higher vulnerability of TSM load-bearing walls to blast loading can cause indirect damage to the people inside the building. A safe distance of 1000 m has been proposed in order to design a new pipeline network. However, to reduce the estimated safety distances, risk prevention and mitigation measures must be taken into account.

Author Contributions: Conceptualization, P.R.; Methodology, P.R. and F.P.; Software, A.D.M.; Supervision, P.R.; Validation, A.D.M. and F.P.; Visualization, A.D.M.; Writing—original draft, A.D.M.; Writing—review and editing, P.R. and F.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Merchant Hydrogen Plant Capacities. Available online: <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-production> (accessed on 20 March 2019).
2. Linde Engineering News. Available online: <https://www.lindeengineering.com/en/newsandmedia/pressreleases/news-20190228> (accessed on 20 March 2019).
3. Eurostat Data of Statistics on the Production of Manufactured Goods. Available online: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/main> (accessed on 20 March 2019).
4. Hydrogen Pipelines. Available online: <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-delivery> (accessed on 20 March 2019).
5. Zhang, X.; Xiao, L. Analysis of hazardous chemicals transportation accidents and transportation management. *Chem. Eng. Trans.* **2018**, *67*, 745–750.
6. Rusin, A.; Stolecka, K. Hazards associated with hydrogen infrastructure. *J. Power Technol.* **2017**, *97*, 153–157.
7. Crowl, D.A. *Understanding Explosions*; American Institute of Chemical Engineers: New York, NY, USA, 2003.
8. Gerboni, R.; Salvador, E. Hydrogen transportation system: Elements of risk analysis. *Energy J.* **2009**, *34*, 2223–2229. [CrossRef]
9. Russo, P.; De Marco, A.; Parisi, F. Failure of concrete and tuff stone masonry buildings as consequence of hydrogen pipeline explosions. *Int. J. Hydrog. Energy* **2019**, *44*, 21067–21079.
10. Russo, P.; Parisi, F. Risk-targeted safety distance of reinforced concrete buildings from natural-gas transmission pipelines. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* **2016**, *148*, 57–66. [CrossRef]
11. Ermak, D.L. SLAB an atmospheric dispersion model for denser than air releases. In *UCRL-MA-105607*; Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, CA, USA, 1990.
12. TNO. Methods for the calculation of physical effects due to releases of hazardous materials (liquid and gases). In *Yellow Book*; Van den Bosh, C.J.H., Weterings, R.A.P.M., Eds.; TNO: The Hague, The Netherlands, 2005.
13. Pasquill, F. The estimation of the dispersion of windborne material. *Meteorol. Mag.* **1961**, *90*, 33–49.
14. PHMSA. Gas Distribution, Gas Gathering, Gas Transmission, Hazardous Liquids, Liquefied Natural Gas (LNG) and Underground Natural Gas Storage (UNGS) Annual Report Data. Available online: <https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/gas-distribution-gas-gathering-gas-transmission-hazardous-liquids> (accessed on 16 June 2018).
15. Bedel, L.; Junker, M. Natural gas pipelines for hydrogen transportation. In Proceedings of the 16th World Hydrogen Energy Conference (WHEC 2006), Lyon, France, 13–16 June 2006; pp. 1006–1010, ISBN 9781622765409.
16. Air Liquide. Questions and issues on hydrogen pipelines, pipeline transmission of hydrogen. In Proceedings of the Doe Hydrogen Pipeline Working Group Meeting, 31 August 2005; Available online: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f10/hpwgw_questissues_campbell.pdf (accessed on 20 March 2019).
17. EGIG. *8th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group*; European Gas Pipeline Incident Data Group: Groningen, The Netherlands, 2011.
18. Melani, L.; Sochet, I.; Rocourt, X.; Jallais, S. Review of methods for estimating the overpressure and impulse resulting from a hydrogen explosion in a confined. In Proceedings of the ICH2009 International Conference on Hydrogen Safety, Ajaccio, France, 16–18 September 2009.
19. HyResponse Grant agreement No: 325348. *Lecture-Harm Criteria for People and Environment, Damage Criteria for Structures and Equipment*; Tretsiakova-McNally, S., Ed.; Ulster University: London, UK, 2016.
20. TNO. Methods for the determination of possible damage. In *Green Book*; CPR 16E; The Netherlands Organization of Applied Scientific Research: The Hague, The Netherlands, 1989.
21. LaChance, J.; Tchouvelev, A.; Engebo, A. Development of uniform harm criteria for use in quantitative risk analysis of the hydrogen infrastructure. *Int. J. Hydrog. Energy* **2011**, *36*, 2381–2388.
22. HSE. *Methods of Approximation and Determination of Human Vulnerability for Offshore Major Accident Hazard Assessment*; UK 2010 SPC/Tech/OSD/30; HSE: Buxton, UK, 2013.
23. Crowl, D.A.; Louvar, J. *Chemical Process Safety Fundamentals with Applications*, 3rd ed.; Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 2011.
24. Jeffries, R.M.; Gould, L.; Anastasiou, D.; Franks, A.P. Derivation of Fatality Probability Functions for Occupants of Buildings Subject to Blast Loads. In *Probabilistic Safety Assessment and Management '96*; Cacciabue, P.C., Papazoglou, I.A., Eds.; Springer: London, UK, 1996. [CrossRef]

25. NFPA. *Hydrogen Technologies Code*; NFPA: Quincy, MA, USA, 2011.
26. AIChE. Center for chemical process safety. In *Guidance for Consequence Analysis of Chemical Releases*; American Institute of Chemical Engineers: New York, NY, USA, 1999.
27. CCPS. *Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapour Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs*; American Institute of Chemical Engineering: New York, NY, USA, 1994.
28. Federal Emergency Management Agency. *Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures*; Federal Emergency Management Agency: Washington, DC, USA, 1987.
29. Parisi, F. Blast fragility and performance-based pressure- impulse diagrams of European reinforced concrete columns. *Eng. Struct.* **2015**, *103*, 285–297. [[CrossRef](#)]
30. Parisi, F.; Balestrieri, C.; Asprone, D. Blast resistance of tuff stone masonry walls. *Eng. Struct.* **2016**, *113*, 233–244. [[CrossRef](#)]
31. EIGA. *Determination of Safety Distances*; IGC Doc 75/07/E. Revision of Doc 75/01/rev; European Industrial Gases Association: Brussels, Belgium, 2007.
32. DNV GL AS Maritime Advisory. Risk acceptance criteria and risk based damage stability. In *Final Report, Part 1: Risk Acceptance Criteria: DNV GL*; Report No.: 2015-0165, Rev 2; DNV GL AS Maritime Advisory: Hovik, Norway, 2015.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Verzonden: 10/20/2022 12:01:00 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: Weesperplein

Huisnummer: 8

Postcode: 1018 XA

Woonplaats: Amsterdam

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Overheid

(Mede) namens:

Organisatie: Gemeente Amsterdam

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Ik vind het goed dat deze studie plaats vindt en er alternatieven worden onderzocht. Ben helaas niet in de gelegenheid geweest van gedachten te wisselen over deze specifieke vraag.

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Voor de verbetering van station Sloterdijk en de ontwikkeling van een toekomst bestendige mobiliteitsknoop voor Haven-Stad vindt momenteel een studie plaats. Deze is gericht op 2050.

Deze studie wordt via een samenwerking uitgevoerd door o.a. Gemeente Amsterdam, NS stations, ProRail, Vervoerregio Amsterdam en de provincie Noord-Holland.

Onderdeel van de studie is ook spoorverbouwing met vastgoed.

In bijgaand kaartje is het onderzoeksgebied weergegeven.

De ontwikkeling van de mobiliteitsknoop zal grote ingrepen vergen op de omgeving van het trein- en metro station waaronder bij de volgende adressen: Hatostraat, Piarcopein, Orlyplein, Changiweg en Carrascopein.

Wat de ontwikkeling precies zal omvatten zal de komende jaren moeten uitkristalliseren op basis van de studie, die gaat plaats vinden. Zeker is wel dat vooruitlopend op deze lange termijn ontwikkeling op korte termijn al maatregelen zullen plaats vinden.

Dit vloeit voort uit de lopende transformatie van Sloterdijk Centrum (transformatie van kantoren naar woningbouw en nieuwbouw van woningen) tot een gemengd wonen-werk gebied met een aantrekkelijke woonomgeving.

Voor informatie over Sloterdijk Centrum zie <https://www.amsterdam.nl/projecten/sloterdijk-centrum>

Graag kom ik met u in gesprek zodat u zich een beter beeld kunt vormen over mogelijke belemmeringen en kansen voor uw initiatief.

91284967_8186015_Onderzoeksgebied_stationsontwikkeling_Amsterdam.docx

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Het heeft vragen opgeroepen dat bewoners benaderd werden en andere doelgroepen niet of nog niet.

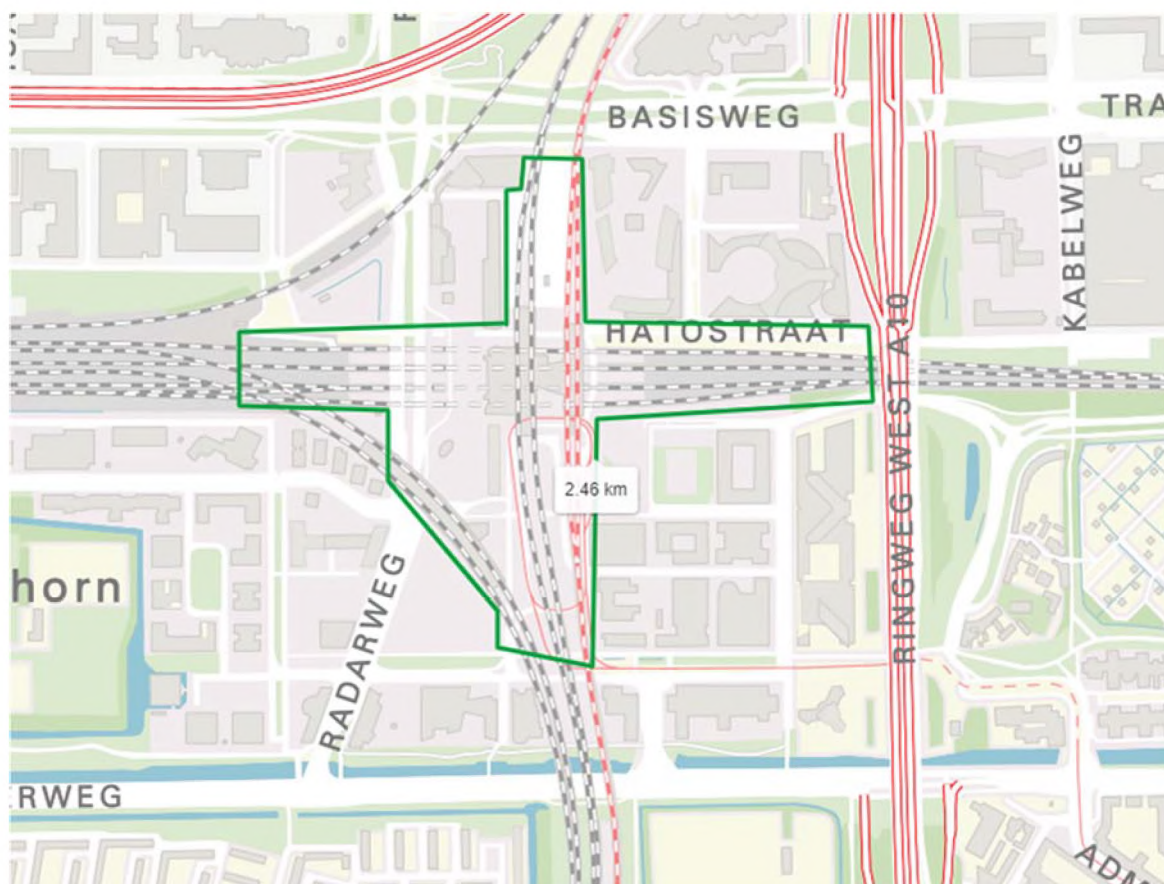
Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Er is meer concrete informatie nodig voor participatie.

Onderzoeksgebied stationsontwikkeling Amsterdam-Sloterdijk

Een uitsnede van de kaart in Stadsdeel Nieuw West, onderdeel van Westpoort

20 oktober 2022



Verzonden: 10/20/2022 3:07:43 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: Postbus 150

Huisnummer: 112

Postcode: 1500 ED

Woonplaats: Zaandam

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Overheid

(Mede) namens:

Organisatie: Veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

In onze reactie vind u een voorstel voor een potentieel te onderzoeken alternatief.

91290690_8186951_2022-10-19_Definitieve_reactie_VenP_Waterstofnetwerk_NZKG-VrZW.pdf

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie onze reactie (geüpload als bijlage 1).

91290690_8186952_2022-10-19_Bijlage_1_-_DahoeAE_SteelsHydrogenGasTransmission.pdf

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ja, participatie lijkt ons goed te zijn vormgegeven.

91290690_8186953_2022-10-19_Bijlage_2_-

_Assessment_of_the_damage_from_hydrogen_pipelin_explosions_on_people_and_buildings.pdf

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Daar hebben wij zeker vertrouwen in.

Ministerie van EZK
Bureau Energieprojecten
Inspraakpunt Waterstofnetwerk NZKG
Postbus 111
9200 AC Drachten

Hoofddorp, 19 oktober 2022

**Onderwerp: Reactie op de kennisgeving Voornemen en Participatie voor het project
Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied**

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij ontvangt u onze reactie op de kennisgeving Voornemen en Participatie voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied. Gezien ons gezamenlijk belang en de bestaande structurele samenwerking op het gebied van Veilige Energietransitie hebben wij onze reactie met de vier veiligheidsregio's in Noord-Holland¹ afgestemd. Wij zijn van mening dat gezamenlijk participeren en afgestemd reageren u en ons helpt bij een efficiënte en vooral veilige totstandkoming van dit project.

Samenvatting van ons advies

- a. Verschaf (wetenschappelijk) inzicht in de risico's door materiaalgebruik van bestaande leidingen.
- b. Verschaf inzicht in de leidingtrajecten waar sprake kan zijn van domino-effecten. Onderzoek het traject van Gasunie leiding A-620 als alternatief tracé. Verschaf (wetenschappelijk) inzicht in de risico's door materiaalgebruik van nieuw aan te leggen leidingen.
- c. Verschaf inzicht in de risico's van drukschommelingen in het systeem.
- d. Verschaf inzicht in de verandering van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van de wijziging van het getransporteerde gas in de bestaande leidingen en in de toename van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van de aanleg van nieuwe buisleidingtrajecten. Onderbouw de keuze voor het softwareprogramma waarmee de risicoberekeningen worden uitgevoerd. Bereken naast de kans op en effecten van een fakkelbrand ook de kans op en effecten van een explosie. Rapporteer naast de nieuwe aandachtsgebieden, ook het oude groepsrisico.
- e. Verschaf inzicht in de risico's voor leveringszekerheid van aardgas door het andere gebruik van een deel van de aardgasinfrastructuur gedurende de transitiefase.
- f. Blijf ons betrekken in maandelijks plenair overleg en nodig ons formeel uit te reageren of adviseren op de verschillende processtappen.
- g. Voer separaat met de hulpdiensten overleg over de gevolgen van het project voor de bestaande planvorming en procedures.

¹ De Veiligheidsregio Noord-Holland Noord heeft op dit moment geen direct belang bij dit project en participeert vanuit landelijke en provinciale samenwerking ten behoeve van kennisontwikkeling en kennisdeling.

1. Achtergrond inhoudelijke reactie op het voornemen

a. Gebruik van bestaand leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Nederland

Het Waterstofnetwerk Nederland zal grotendeels worden opgebouwd uit bestaand hogedruk aardgastransportleidingnetwerk. Diverse onderzoeken stellen dat bestaand leidingwerk van verschillende materialen veilig kan worden gebruikt voor het transport van waterstof onder hoge druk, al dan niet na het aanbrengen van een specifieke inwendige coating om waterstofverbrossing tegen te gaan. A.E. Dahoe, Explosion, Hydrogen Safety and Combustion Scientist bij het kenniscentrum voor explosie- en waterstofveiligheid bij defensie stelt dat alleen bij gebruik van een specifieke staalsoort veilig transport van waterstof mogelijk is. Meer informatie hierover is te vinden in bijlage 1.

Graag krijgen wij inzicht in de toegepaste materiaalsoort(en) van het beoogde bestaande leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Nederland. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens een gedetailleerd onderzoek naar risico's en risicomitigatie van dit materiaalgebruik deel moeten uitmaken van de veiligheidstudies voor dit project.

Bij bundeling van buisleidingen, vooral wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt dan 5 tot 7 meter [structuurvisie buisleidingen 2012-2035], moet rekening worden gehouden met mogelijke domino-effecten wanneer zich een calamiteit voordoet met één van de leidingen in de bundel. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht waar in het bestaande leidingtraject dergelijke situaties zich voordoen, wat de effecten hiervan zijn op de externe veiligheid en hoe deze risico's kunnen worden gemitigeerd.

b. Aanleg van nieuw leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied

Wij onderschrijven de uitgangspunten om bij aanleg van een nieuw leidingtraject zo veel mogelijk aansluiting te zoeken bij aanwezige SVB-stroken of zoveel mogelijk te bundelen met bestaande infrastructuur zoals aanwezige hogedruk aardgastransportleidingen van Gasunie en (provinciale) wegen. Bij bundeling van buisleidingen, vooral wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt dan 5 tot 7 meter [structuurvisie buisleidingen 2012-2035], moet rekening worden gehouden met mogelijke domino-effecten wanneer zich een calamiteit voordoet met één van de leidingen in de bundel. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht waar zowel in de nieuwe als in de bestaande trajecten dergelijke situaties zich voor kunnen doen, wat de effecten hiervan zijn op de externe veiligheid en hoe deze risico's kunnen worden gemitigeerd.

Graag krijgen wij inzicht in de beoogde materiaalsoort(en) voor het nieuw aan te leggen leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied.

Voor het traject van het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied van het Waterstofnetwerk Nederland tot Tata Steel IJmuiden wordt in de kennisgeving Voornemen en Participatie aangegeven dat hiervoor geen alternatief traject in beeld is. Wij vragen ons af of hierbij het traject van Gasunie buisleiding A-620 is beschouwd en zo ja, waarom dit geen mogelijk alternatieve route is. Op het eerste oog lijkt dit, op het gebied van externe veiligheid, een gunstiger tracé te zijn. Wanneer dit tracé nog niet is beschouwd, adviseren wij dit alsnog te doen.

c. Bufferfunctie van het netwerk

Doordat het Waterstofnetwerk wordt opgezet als een open waterstoftransportsysteem, waaraan toeleveranciers waterstof kunnen leveren en waarvan afnemers waterstof kunnen afnemen, is er

kans op drukschommelingen in het systeem. Het leidingnet functioneert op deze wijze, net als met aardgas het geval is, als buffer. De combinatie van materiaalgebruik met drukschommelingen in het systeem kan leiden tot versnelde veroudering van het systeem met mogelijk falen tot gevolg.

Graag zien wij in de risicoanalyses de risico's van deze combinatie gedetailleerd onderzocht. Verder vernemen we graag welke mitigatiemogelijkheden er zijn om problemen op dit gebied te voorkomen (bijvoorbeeld buffers inbouwen in het systeem, werkdruk instellen binnen veilige onder- en bovenmarges, aanbrengen van een inwendige coating in het bestaande leidingnet, etc.).

d. Externe - of Omgevingsveiligheid

Binnen de Veiligheidsregio Kennemerland passeert het nieuw aan te leggen leidingdeel voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied tussen het Waterstofnetwerk Nederland en Tata Staal IJmuiden, de volgende voor externe veiligheid relevante functies:

- Bedrijf; met voornamelijk beperkt kwetsbare objecten.
- Wonen; met voornamelijk kwetsbare objecten.
- Sport; een beperkt kwetsbaar object.

Binnen de Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland passeert het nieuw aan te leggen leidingdeel tussen het Waterstofnetwerk Nederland en de Hemweg de volgende voor externe veiligheid relevante functies:

- Bedrijf; met voornamelijk beperkt kwetsbare objecten.

Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht wat de externe veiligheidseffecten zijn van de aanleg van nieuwe buisleidingen voor het transport van waterstof onder hoge druk.

Een verandering in de getransporteerde stof door bestaand leidingnetwerk, heeft ook invloed op de externe veiligheidsrisico's. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, moet ons inziens dan ook in detail worden onderzocht wat de externe veiligheidsrisico's en mogelijke effecten zijn van deze wijziging.

Verder moet ook inzicht worden gegeven in bovengrondse appendages en de daarbij horende (externe) veiligheidsafstanden.

Rekenmethodiek

De rekenmethodiek Bevb schrijft voor het transport van aardgas gebruik van het softwareprogramma Carola voor. Voor het transport van andere stoffen schrijft de rekenmethodiek het softwareprogramma Safeti-NL voor. Graag vernemen wij welk softwareprogramma wordt gebruikt voor de risicoberekeningen voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied en het Waterstofnetwerk Nederland, of dit conform vigerende wetgeving is en of de keuze voor het softwareprogramma van invloed is op de uitkomsten van de berekeningen.

Scenario's

In de huidige rekenmethodiek Bebv wordt voor waterstof een kans op directe ontsteking van 1 voorgeschreven². Dit leidt in alle gevallen tot een fakkelbrand met het effect warmtestraling. Gesteld wordt dat dit een conservatieve benadering is. Ondanks de ruime explosiegrenzen en de lage ontstekingsenergie van waterstof zijn wij echter, op basis van literatuur, van mening dat ook een explosie een denkbaar scenario is en daarom moet worden meegenomen in de risicoberekeningen. Zie bijlage 2 voor meer informatie. Wanneer een deflagratie of zelfs detonatie wordt gevolgd door

² Handreiking Risicoberekeningen Bevb, RIVM, Versie 3.1, 1 april 2020, paragraaf 2.4 tabel 7 en 8

een fakkelbrand, zijn de effecten naar verwachting groter dan wanneer ontsnappend gas direct ontsteekt zonder explosie. Daarom zien wij directe ontsteking juist niet als een conservatieve benadering en zien wij het scenario explosie van vrijkomend gas, gevolgd door een fakkelbrand ook graag terugkomen in de risicoberekeningen. Dit inzicht is nodig voor de veiligheidsregio's om gedegen te kunnen adviseren over zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid en voor een doeltreffende voorbereiding op dit rampscenario.

Aandachtgebieden en groepsrisico

In de kennisgeving Voornemen en Participatie is aangegeven dat voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied wordt gewerkt in de geest van de Omgevingswet. Op het gebied van externe veiligheid is de overgang naar de Omgevingswet niet geheel beleidsneutraal. Naast de naamswijziging van externe veiligheid naar Omgevingsveiligheid, komt de verplichte berekening van het groepsrisico te vervallen. De groepsrisicoberekening wordt vervangen door aandachtsgebieden voor brand, explosie en gifwolk. Ons is niet bekend dat de wijze waarop aandachtsgebieden moeten worden vastgesteld op dit moment is vastgesteld. Wij stellen daarom voor om bij de risicoberekeningen zowel aandacht te besteden aan het groepsrisico als aan de aandachtsgebieden (voor zowel brand als explosie).

e. Wijziging in aardgastransportcapaciteit

Het project omvat het gedeeltelijk wijzigen van het gebruik van bestaande aardgasinfrastructuur, waarna de capaciteit van deze leiding(en) niet langer kan worden aangewend voor het transport van aardgas. Graag krijgen we inzicht of de resterende transportcapaciteit gedurende de transitiefase voldoende is om de leveringszekerheid van aardgas (voorlopig) te kunnen garanderen.

2. Inhoudelijke reactie op het voorstel voor participatie

In de kennisgeving Voornemen en Participatie wordt gevraagd reactie te geven op de wijze waarop wij betrokken willen worden en welke vragen, zorgen en kansen wij zien. Door ons gesignaleerde vragen, zorgen en kansen zijn in hoofdstuk 0 genoemd. In dit hoofdstuk geven wij onze reactie op de wijze waarop wij graag betrokken zijn dit project.

f. Participatie

Wij waarderen het voorstel voor een maandelijks plenair ambtelijk overleg en blijven daar graag bij betrokken, bij voorkeur gezamenlijk met de Veiligheidsregio's en Omgevingsdiensten in Noord-Holland. Graag blijven wij formele kennisgevingen over de processtappen in het project ontvangen, met een concrete vraag om reactie of advies.

g. Participatie specifiek voor de hulpverlening

Omdat bij buisleidingincidenten de hulpdiensten vaak als eerste ter plaatse zullen zijn, lijkt het ons aanbevelenswaardig om naast het maandelijks plenaire overleg, een separaat (minder frequent) overleg met de hulpdiensten te organiseren, waarin het volgende aan de orde komt:

- De invloed van het project op bekende aardgasscenario's en bestaande procedures bij de incidentbestrijding van buisleidingincidenten (eventueel in samenhang met de Gele Kaart).
- Lesmateriaal om onze repressieve dienst bij te scholen op eventueel gewijzigde inzichten met betrekking tot de te volgen procedures en inzetacties.
- Afstemming over aansluiting van de calamiteitenbestrijdingsprocedures van Hynetwork Services op onze procedures.
- De invloed van de aanleg van nieuwe buisleidingtracés en het veranderen van het getransporteerde gas door bestaande buisleidingen op het Incidentbestrijdingsplan Noordzeekanaalgebied.

- De planning van uitvoeringswerkzaamheden en ingebruikname van onderdelen van het netwerk, zodat onze bereikbaarheids- en objectinformatie up-to-date kan worden gehouden en onze inzet kan worden afgestemd op het actuele risico.

Wij vertrouwen erop u hiermee antwoord op uw vragen en nuttige aandachtspunten te hebben gegeven voor het vervolg van het proces en zien uit naar een veilig eindresultaat.



Namens Veiligheidsregio Zaanstreek-Waterland

Bijlagen:

1. DahoeAE_SteelsHydrogenGasTransmission
2. Assessment of the damage from hydrogen pipeline explosions on people and buildings

Principles of Hydrogen Safety - Dr Arief Dahoe

Knowledge Center for Explosion and Hydrogen Safety, Dutch Armed Forces

<http://www.explosionsolutions.org/kcehs/>

The current/existing natural gas transmission network is unsuitable for hydrogen service.

These are the steel compositions (https://drive.google.com/file/d/1mQM-gMNwoOY9YZlhkjaflqLO_VO6mUB/view?usp=sharing) of the natural gas network.

Steel types (X42, ..., X70, etc) are inadequate for hydrogen service. For reasons explained in these files

(1) https://drive.google.com/file/d/1vuLsy-UyetA_WHAJJRCE8FVQPwR9f-Vz/view?usp=sharing

(2) https://drive.google.com/file/d/1rZRnl5yWiPgUs6L1DDsoc-VyRlZBj_V2/view

(3) <https://drive.google.com/file/d/1dcARaZEBmxd923W4nkvQ1qu5OvouknWB/view>

Moreover: the hydrogen content may not exceed 0.2 vol% within the current/existing natural gas transmission network.

Leaving AISI 316L as the only viable option. And that's precisely what is applied for the H₂ gas transmission network by AirLiquide (

<https://drive.google.com/file/d/14k8spOLFWjr-rohEB2zf6v4iOa2UlvQ6/view?usp=sharing>).

The KIWA (

https://drive.google.com/file/d/17pT_SqRBkxWqcXzVA6Gohk4uTSjrNXzZ/view?usp=sharing) and DNVGL (<https://drive.google.com/file/d/13-rsDYSBQkaX1tKzBXVoZ2jfAB6SJ6e1/view?usp=sharing>) reports are scientifically wrong and misleading. And must be deemed invalid.

Observe that hydrogen embrittlement/damage is caused by a multitude of mechanisms (

<https://drive.google.com/file/d/1flhxxbxMVcixthZ3WqSV5DABmdrRVWcr/view?usp=sharing>). Construction materials for H₂ service must cope with all these mechanisms simultaneously. Over a time span covering many decades (even centuries).

It is noteworthy that for more than 20 years people have been looking into the suitability of existing CH₄ transmission networks for hydrogen service. And many documents were produced on this matter. One of the most compelling documents on this question (see:

https://drive.google.com/file/d/1JFsL2fLVJaoLw1ASV6_a7cOaGzHVPAXd/view?usp=sharing) shows that the steel types of CH₄ gas transmission networks are not

suitable for hydrogen service. The steel types currently in use by CH₄ transmission systems do not permit H₂ concentrations exceeding 0.2 vol%. At the same time there are recent reports (by DNV-GL, KIWA, CE-Delft etc.) that claim the contrary. Without any scientific basis or proof, namely, that existing CH₄ gas transmission networks permit H₂ service.

With regard to construction materials for compressors it might be instructive to watch this video lecture:

<https://www.youtube.com/watch?v=NddR1hZARuo>

There are standards pertaining to the material compatibility of components. Here is a listing of a few of these standards.

- (1) NACE TM0284-96:2016 Standard Test Method – Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking
- (2) ISO 2626:1973 Copper – Hydrogen embrittlement test
- (3) ISO 3690:2012 Welding and allied processes – Determination of hydrogen content in arc weld metal
- (4) ISO 7539-6:2011 Corrosion of metals and alloys – Stress corrosion testing – Part 6: Preparation and use of precracked specimens for tests under constant load or constant displacement
- (5) ISO 9587:2007 Metallic and other inorganic coatings – Pretreatment of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- (6) ISO 9588:2007 Metallic and other inorganic coatings – Post-coating treatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- (7) ISO 11114-4:2017 Transportable gas cylinders – Compatibility of cylinders and valve materials with gas contents – Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
- (8) ISO 15330:1999 Fasteners – Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement – Parallel bearing surface method
- (9) ISO 15724:2001 Metallic and other inorganic coatings – Electrochemical measurement of diffusible hydrogen in steels – Barnacle electrode method
- (10) ISO 17081:2014 Method of measurement of hydrogen permeation and the determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique”.

Article

Assessment of the Damage from Hydrogen Pipeline Explosions on People and Buildings

Paola Russo ^{1,*}, Alessandra De Marco ¹ and Fulvio Parisi ² 

¹ Department of Chemical Engineering, Materials and Environment, Sapienza University of Rome, via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy; alessandra.demarco@uniroma1.it

² Department of Structures for Engineering and Architecture, University of Naples Federico II, via Claudio 21, 80125 Naples, Italy; fulvio.parisi@unina.it

* Correspondence: paola.russo@uniroma1.it; Tel.: +39-06-44585565; Fax: +39-06-44585451

Received: 2 August 2020; Accepted: 12 September 2020; Published: 25 September 2020



Abstract: Failure of a pipeline carrying gaseous hydrogen can have several effects, some of which can pose a significant threat of harm to people and damage to buildings in its immediate proximity. This paper presents a probabilistic risk assessment procedure for the estimation of damage to people and buildings endangered by high-pressure hydrogen pipeline explosions. Such a procedure provides an evaluation of annual probability of damage to people and buildings under an extreme event using a combination of the conditional probability of damage triggered by an explosion and the probability that the explosion occurs as a consequence of the pipeline failure. The release of hydrogen is simulated using the LimitState:SLAB model and the size of the hydrogen-air cloud in the flammability range is evaluated, then overpressure and impulse generated by the blast are evaluated through the Netherland Organization for Applied Scientific Research (TNO) model, while explosion effects on people and buildings are estimated through Probit equations and pressure–impulse diagrams. As for people, both direct and indirect effects of overpressure events are taken into account. For buildings, a comparison of the damage to different types of buildings (i.e., buildings made of reinforced concrete and buildings of tuff stone masonry) is also made. The probabilistic procedure presented may be used for designing a new hydrogen pipeline network and will be an advantageous tool for safe management of H₂ gas pipelines.

Keywords: hydrogen pipelines; explosions; damage to people; probit functions; structural damage; pressure–impulse diagrams; risk assessment

1. Introduction

The growing demand for energy and the depletion of traditional energy sources, added to the need for increasing sustainable development in order to reduce environmental pollution, have made hydrogen a possible protagonist in today's society. Hydrogen represents an inexhaustible source as an energy carrier, since it can stem from a variety of sources, both traditional and alternative ones. In addition, hydrogen plays a key role for sustainable development due to the fact that its combustion does not produce any pollution agents, especially greenhouse gases that lead to an increase in global temperature.

Regarding hydrogen and its production, the production plant distribution in the world is shown in Table 1 [1]. Medium and large plants are distributed in several countries, with a maximum capacity of 290,000 Nm³/h in a Californian plant, and serve various type of industries (i.e., chemical, petrochemical, food, oil refining). Data reported in Table 1 refer to the existing and operating facilities (updated in January 2016), but more recently, investments in this alternative energy source have been spreading. Recently, Linde's Global Hydrogen Business announced that they will construct a USD

250 million world-scale hydrogen plant in Louisiana, with a production capacity of over 190,000 Nm³/h, that is due to come on stream in 2021. The new plant will be part of Praxair's hydrogen system in Louisiana [2]. Consistent investments have been made also in Europe over the last few years with an increase in the total production capacity from 17.799 million Nm³ in 2010 to 80.000 million Nm³ in 2017 [3]. In this framework, the rise of hydrogen production and its distribution network is expected to progressively extend the level of diffusion of this gas.

Table 1. Hydrogen production plants [1].

Company	Capacity (Nm ³ /h)			
	Europe	Asia	North America	Rest of the world
Air Liquide	770,505	730,846	830,326	89,283
Air Products	258,038	419,694	3,279,494	5200
Linde	657,129	223,258	542,218	105,051
Praxair	13,500	197,304	2,201,225	13,396
Deokyang	-	111,000	-	-
Hyundai-Wison	-	-	-	301,411
Others	58,860	57,761	49,672	-
Total	1,758,031	1,739,863	6,902,934	514,341

Large quantities of hydrogen from its production areas to its utilization areas are transported via dedicated pipelines. Worldwide, H₂ pipelines reach a total length of 4542 km, most of which (2608 km) are located in the USA and (1598 km) in Europe, and only a small portion (337 km) in the rest of the world (data updated to 2016) [4]. Currently, H₂ pipelines are mainly adjoined to industrial areas, so their breakage may cause significant risk to the surrounding environment and the people who will likely be nearby [5]. Therefore, the risks associated with a possible breakage of a pipeline carrying gaseous hydrogen must be taken into careful consideration. Dry hydrogen, acetylene, and occasionally other gases often ignite when they are discharged into air in normal weather. Apparently, the electric field that develops by ejection of these charged gases can develop enough of a potential gradient to cause ignition by corona discharge; it has to be noted that the minimum ignition energy of hydrogen is only about 0.02 mJ. Consequences of gaseous hydrogen pipeline accidents can cause rather serious damage to people and buildings located in proximity of the pipeline involved in the hazard.

Following an accidental release of gas, a flammable cloud of gas is formed that mixes with air and can be immediately ignited giving a jet flame, or later generating either a flash fire or an explosion. In a fire, the worst hazard for people and buildings is the direct contact with flames and thermal radiation, while in the case of an explosion it is the impact of the blast wave [6,7]. From the analysis of the pre-existing literature, the most likely consequence of a pipeline failure is an explosion [8].

In previous works [9,10], a procedure was proposed to assess the potential direct damage to building structures caused by gas explosions released by high-pressure pipelines. This procedure has been applied to both natural gas and hydrogen pipelines. The probability of occurrence of an explosion event as a result of a pipeline breakage has been estimated, and the consequences of the explosion (overpressure and impulse) have been evaluated. To characterize the hydrogen release, a one-dimensional integral model, SLAB [11], was used. SLAB is a computer program to simulate the atmospheric dispersion model of gas releases, taking several external factors into account, including temperature, humidity, atmospheric stability, wind velocity, and surface roughness. A release rate model was combined with this dispersion model, and then the characteristics of the resulting hydrogen cloud explosion (i.e., peak overpressure and impulse) are calculated by means of the multi-energy method developed by TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific Research) [12]. Explosion damage to building structures has been assessed using pressure-impulse diagrams that describe the ability of structural components to withstand various types of explosion loads, defined as blast capacity.

In this work, the same procedure is applied to estimate harm to people as well as the direct structural damage associated with high-pressure hydrogen pipeline explosions. Specifically, the analysis refers to transmission and gathering pipelines located in industrial and rural areas. For people, both direct and indirect effects of blasts are considered in order to evaluate the annual probability of damage [7]. As a main direct effect, the damage to pressure-sensitive organs, such as lungs and ears, due to the sudden increase in pressure is considered. Among indirect effects, both the impact to the head and the whole body due to whole-body displacement are observed. During the whole-body displacement, in fact, the overpressure and impulse of the explosion interact with the body in such a way as to essentially pick it up and translate it. In contrast, the damage due to flying fragments hitting someone's body and those owing to the impact caused by a collapsed structure onto people inside buildings is not evaluated. With regard to building structures, direct damage from an explosion can be of various kinds, such as deflection of structural steel frames, collapse of roofs, leveling of walls, shattering of panels, and broken windows. Specifically, direct damage to both reinforced concrete (RC) columns and walls of load-bearing masonry buildings are examined. What is finally evaluated is a minimum safety distance between hydrogen pipelines and people. The presented procedure can be applied for the design and risk assessment of new pipeline networks in industrial or rural areas and for existing building assets.

2. Methodology

2.1. Blast Hazard

The methodology used in the present work, and reported in detail elsewhere [9,10], consists of the following steps:

- simulation of the jet release of hydrogen and estimation of the size of flammable H₂–air clouds using the SLAB model integrated with a model for release rate;
- calculation of the explosion energy and of the consequent explosion characteristics (i.e., peak overpressure and impulse) using the TNO multi-energy method [12]; and
- estimation of the blast hazard function, Pr[E|R], defined as the probability of an explosion E occurring in the case of a rupture R of the pipeline.

A C++ program was developed and integrated with the one-dimensional SLAB model. The C++ code integrates a model for jet release rate (see Equations (1) and (2)) with pipeline operation properties, source release properties, and site. The release rate was estimated by assuming sonic flow through a high-pressure pipeline nozzle and steady state conditions, as follows:

$$Q = \frac{\frac{\pi d^2 \alpha}{4} \sqrt{\gamma \rho_0 P_0 \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}}{\sqrt{1 + \left(4 \alpha^2 f_F \frac{L}{d}\right) \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{2}{\gamma-1}}}} \quad (1)$$

where α is the ratio of the effective area of the hole to the area of the pipe section, d is the pipeline diameter, ρ_0 is the density at stagnant conditions and P_0 is the gas pressure at operating conditions, γ is the specific heat ratio of gas, f_F is the Fanning friction factor, and L is the length of the pipeline from the compression station to the rupture point.

To take into account that hydrogen is at high pressure, the Abel–Noble equation of state (Equation (2)) for real gas was considered in Equation (1):

$$z = 1 + \frac{b\rho_0}{RH_2T} \quad (2)$$

where z is the compressibility factor, b is the co-volume ($7.69 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$), R_{H_2} is the ratio of R the universal gas constant to the hydrogen molecular mass (4124.24 J/kg/K), and T is the temperature.

The spread of a gas cloud in the atmosphere is strongly influenced by wind conditions, which change with altitude. Vertical wind profiles can be determined as a function of the so-called stability categories depending on the temperature conditions. As an example, Pasquill suggested the categories A, B, and C for unstable, D for neutral, and E and F for stable conditions [13]. While under stable conditions, vertical exchange is small and leads to a long-lasting downwind gas cloud, under unstable conditions, and a temperature gradient with altitude higher than the adiabatic one (-0.98 K/100 m), rapid exchange and effective turbulent diffusion occurs. This is especially true for hydrogen, which under stable conditions behaves as if it were unstable. A large cloud of hydrogen gas with minimal internal turbulence, on a cold and wet day with high wind speed (i.e., 2 m/s) and strong atmospheric stability (i.e., class F) would be the worst-case scenario.

The calculated release rate is then used as the input to SLAB. SLAB is a computer model that describes gas dispersion in the atmosphere following a release [11]. The model assumes that the concentration profile of the released gas has a Gaussian shape in the crosswind direction. The variations in the average concentrations in the downwind direction of the crosswind then determined using the conservation equations of mass, momentum, energy, and species only in the downwind direction. The main simulation output is the time-averaged concentration, expressed as a volume fraction, in the downwind direction. SLAB takes into account the atmospheric conditions and the turbulence generated by mixing the gas with the air. Unfortunately, it cannot simulate the flow of gas around obstacles or over complex terrain. As an advantage, compared to a CFD model, this model requires much less computational cost.

The C++ program determines the size of the gas cloud corresponding to various pipeline operation properties, source release properties, and site characteristics.

The program then estimates for each gas cloud the peak overpressure and impulse caused by its explosion according to the TNO multi-energy method [12]. The equations corresponding to blast plots are integrated in the model in order to evaluate the peak overpressure P_s and the duration of positive phase t_p from a family of equations (curves) that correlate a dimensionless overpressure to the scaled distance on the combustion energy. The 10 equations (corresponding to 10 curves of the TNO multi-energy graph) relate the overpressure and the time duration of the explosion with the distance from the explosion center. The positive impulse I is then calculated by integrating the overpressure variation over the positive phase duration. Here, the peak overpressure P_s and the positive impulse I at a given distance r from the center of the explosion are calculated for two explosive classes: 6 and 9.

The simulations were performed assuming various pipeline geometric characteristics and operating parameters (diameter, temperature, and pressure), various properties of the release source (e.g., hole diameter, distance from the compression station, and distance from the explosion center), different atmospheric conditions (e.g., wind speed and Pasquill–Gifford atmospheric stability class), and explosive class in the range of values shown in Table 2.

The blast probability was assessed using statistical data on the operating properties of pipelines for H_2 transmission gathered from the available literature [14,15]. The information from Air Liquide [16] was used for the failure frequency of hydrogen pipelines per length of pipeline. The value was assumed to be $0.126/\text{year}$ per 1000 km . Finally, the data of the EGIG (European Gas Pipeline Incident Group) [17] were used to determine the frequency of the various dimensions of breaches. It was defined as follows: a small breach is one with a diameter of the hole (d_{hole}) smaller than or equal to 0.02 m ; a medium breach is one with the diameter of the hole larger than 0.02 m and smaller or equal to the diameter of the pipe; and rupture is when the diameter of the hole is larger than the pipe diameter. Referring to data shown in Table 2, one might assign small, medium, and rupture breaches with relative probabilities of 48%, 39%, and 13%, respectively.

Table 2. Simulation conditions.

Parameter	Assumption
Source type	Horizontal jet release
Temperature of source material, K	200
Duration of continuous source, s	600
Height of source, m	1
Time of concentration averaging, s	30
Maximum downwind distance, m	300
Height of surface roughness, m	0.003
Wind speed, m/s	2 and 5
Height of wind measurement, m	10
Ambient temperature, K	283
Relative humidity, %	75
Pasquill atmospheric stability class	A, C, D, F
Pipeline diameter (d), m	0.1016–0.508
Operating pressure (P_o), kPa	649–12,800
Hole diameter (d_{hole}), m	0.02–d
Length of pipeline from the compression station to the release point (L), m	50–10,000
Distance from explosion center (r), m	10–2000
Explosive class	6 and 9

In the simulations, a horizontal jet release was assumed as the worst-case scenario. The source material was at temperature of 200 K, evaluated by SLAB as a function of specific heat ratio, atmospheric pressure, operating pressure, and temperature, and at a height of 1 m, typical in industrial areas. A (extremely unstable), C (slightly stable), D (neutrally stable), and F (moderately stable) were considered as Pasquill atmospheric stability classes [13], and wind in parallel direction to the hydrogen jet with a speed of 2 and 5 m/s was assumed.

Two explosive classes (6 and 9) representing explosions with low and high ignition power, respectively, were considered according to [18]. In [18], experimental data available from large-scale experiments concerning hydrogen explosions were used to estimate the blast's initial strength. In detail, for experiments without obstacles and with high ignition energy, the best fit with experimental points was obtained with the class 9, while for the experiments with obstacles and low ignition energies, the best fit was obtained with class 6.

The results of the simulations were classified into 17 classes for overpressure and 13 classes for impulse. Such explosion parameter values are utilized to estimate the harm to people (death and injuries) and to structural components of typical buildings: columns made of reinforced concrete and walls of tuff stone masonry.

2.2. Blast Damage to People

People involved in an explosion can suffer from harm due to the high level of overpressure. Several effects of overpressure and duration of the high-pressure (impulse) event on people must be taken into account. Direct and indirect effects are generally distinguished. On the one hand, pressure-sensitive organs (e.g., lungs and ears) can be damaged by a change in pressure [19]. On the other hand, a person can be indirectly involved in the explosion and suffer from indirect damage, such as the impact from flying fragments generated by structure damage or collapse. In addition, people can be thrown away from the overpressure, with a possible subsequent impact [20]. All these effects must be viewed in order to establish the risk to which a person may be exposed. Generally, a harm criterion is used to transform the consequences of an accident into a probability of harm to people [21]. For people, both damage in terms of either injury or fatality are considered.

The generally applied method to estimate the level of harm to people as a consequence of an explosion uses the Probit (Probability unit) functions, which characterize the dose–effect

relationship [20,22,23]. A Probit Function transforms a dose (V) to a probability of injury or fatality. The Probit variable Y is evaluated through Equation (3) [23]:

$$Y = k_1 + k_2 \ln V \quad (3)$$

where k_1, k_2 are empirical constants that reflect the specific hazard and V is the causative factor that represents the dose. To convert Probits to percentage, which is the probability of a specific damage, Equation (4) is used:

$$\text{Percentage} = 50 \left[1 + \frac{Y - 5}{|Y - 5|} \operatorname{erf} \left(\frac{|Y - 5|}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (4)$$

where erf is the error function. Probit functions are particularly useful in quantitative risk assessment (QRA) since they can provide harm probabilities for the range of accidents included in risk assessment. Table 3 lists the Probit equations used in this work to calculate both death and injury to people.

Table 3. Probit functions for damage caused by explosion.

Damage	Probit Equation
Deaths from lung hemorrhage	$Y = Y = 5 - 5.74 \ln (4.2 P_a/P_{ef} + 1.3/I_{sc})^a$ [20]
Deaths from head impact	$Y = 5 - 8.49 \ln (2430/P_s + 4 \times 10^8/P_s I)^b$ [20]
Deaths from whole-body impact	$Y = 5 - 2.44 \ln (7380/P_s + 1.3 \times 10^9/P_s I)^b$ [20]
Injuries from ear-drum rupture	$Y = -12.6 + 1.524 P_s^c$ [23]

^a: P_a = atmospheric pressure [Pa], $I_{sc} = I/(P_o^{1/2} \times m^{1/3})$, m = mass of person = 70 kg, P_s = peak overpressure [Pa], $P_{ef} = P_s + 5 \times P_s^2/(2 \times P_s + 1.4 \times 10^6)$, ^b: P_s = peak overpressure [Pa], I = impulse of the shock wave [Pa × s], ^c: P_s = peak overpressure [Pa].

In particular, for deaths from lung hemorrhage, the correlation uses as the causative variable a combination of overpressure, impulse, and dynamic pressure (P_{ef}) and mass of person [20]. For deaths from lung hemorrhage, an overpressure threshold value of 82.7–103.4 kPa [24] and an impulse threshold value of 180 kPa ms [25] are reported in the literature. For damage due to the whole-body displacement, the available correlation provides a probability of harm as a function of both the peak overpressure and the impulse [20]. Overpressure threshold values of 55.16 and 75.84 kPa, respectively, for deaths from head impact and whole-body impact are reported in [26–28] when people are knocked down by pressure waves. Finally, for impulse a threshold value of 370 kPa ms [25] is considered to cause 1% serious injury from displacement.

With regards to reversible damage, which only induces injuries, the most sensitive organ to pressure changes is the ear and the damage to hearing is brought about by the ear-drum rupture. The overpressure threshold value for ear-drum rupture is 13.8 kPa [24]. Flying fragments can also cause injuries, which depend on the size and weight of fragments, the impact velocity, and the location of the impact on a human body [20]. However, the lack of properly validated models makes it difficult to fully evaluate the impact of flying fragments on people [19].

Once the probability of fatalities and injuries for the various direct and indirect effects of the explosion has been evaluated, the annual probability of damage to people under the explosion event is then calculated. It is a combination of the conditional probability of damage given by an explosion, $Pr[D|E]$, and the probability of occurrence of the explosion as a consequence of pipeline failure, $Pr[E|R]$, and it is calculated as follows:

$$Pr[D] = Pr[D|E]Pr[E|R]\lambda_R \quad (5)$$

where D is the damage to people (death or injury); E is the explosion event; R is the pipeline rupture; λ_R is annual rate of pipeline rupture occurrence/year per 1000 km.

A value of 0.126/year per 1000 km in Equation (5) was used [16]. In the case of fatality, $Pr[D|E]$ constitutes the cumulative probability of deaths from lung hemorrhage, head impact, and whole-body displacement.

2.3. Blast Damage to Structural Components

Pressure–impulse diagrams can be considered as capability models that allow safety assessments of structural systems under blast loading. A number of failure modes, such as flexural, shear, and flexural-shear mixed, can be taken into account. Pressure–impulse diagrams define the overpressure (P_s) and impulse (I) that combined cause a prescribed severity of structural damage. The destructive effect of a blast can be measured by means of different parameters, each of them referred to as a damage measure (DM). The choice of the best DM depends on the construction features of the structural element and its expected behavior up to a collapse.

After a DM is chosen and valued to define the structural damage level tolerated by the decision-maker(s), the pressure–impulse curve establishes the boundary conditions between safety and failure, accounting for three alternative types of structural response to blast loading: quasi-static, dynamic, and impulsive behavior modes. The former type of structural response occurs if blast loading is characterized by a pressure–time history with very long duration compared to the natural period of vibration of the structural element. In those conditions, failure takes place if P_s attains a critical pressure that turns out to be the horizontal asymptote of the pressure–impulse diagram. In contrast, blast loading is assumed to have an impulsive nature in the case of a very short duration. In such conditions, failure occurs if I reaches a critical impulse, which is the vertical asymptote of the pressure–impulse diagram. Conditions in between quasi-static and impulsive define a dynamic loading that produces a structural response, possibly resulting in mixed shear-flexural failure. This latter is observed if P_s and I delineate a point of the pressure–impulse curve. Given a damage (and hence performance) level of the structural component, pressure–impulse combinations that fall between the coordinate axes and the P–I diagram define the safety region under blast loading.

In this paper, pressure–impulse diagrams were utilized to take the dynamic performance of two distinct classes of structural elements into account: reinforced concrete (RC) columns of framed building structures and tuff stone masonry (TSM) load-bearing walls of old building structures.

2.3.1. RC Columns

The pressure–impulse diagrams for RC columns were evaluated by Parisi [28] on the basis of Monte Carlo simulations, considering uncertainties, material properties, geometry, and capacity modelling. The selected pressure–impulse curves are characterized by a uniform probability of exceeding a prescribed damage level, namely, minor damage, moderate damage, and near collapse. In this study, the median pressure–impulse curves corresponding to a near collapse condition were considered.

The reinforced concrete columns selected in this work are representative of those detected in gravity-load designed buildings. Considering Italian RC buildings after 1971, the following properties are assumed: concrete strength class C20/25, that is, a structural concrete with cylinder and cube characteristic compressive strengths equal, respectively, to 20 MPa and 25 MPa; steel type FeB44k, which is similar to steel type B450C considered in current building codes. In addition, all columns are supposed to have a squared cross section ($300 \times 300 \text{ mm}^2$ in size), concrete cover $c = 30 \text{ mm}$, steel ribbed rebar, and nominal height $H = 3.00 \text{ m}$. This latter geometric property can be recognized as the inter-story height of most of Italian residential buildings.

2.3.2. TSM Load-Bearing Walls

Tuff stone masonry walls were chosen because they are the primary elements of ancient building structures, not only in Euro-Mediterranean countries but also in other regions of the world. The motivation behind their selection for this study was that TSM walls have a completely different behavior and resistance under blast loading, compared to RC columns. This is mostly a consequence of the following differences between TSM walls and RC columns: (i) unreinforced masonry with both tensile and compressive strengths considerably lower than those of concrete; (ii) RC columns with steel reinforcement capable of withstanding high tensile stresses; (iii) sensitivity of structural behavior and

failure mode to axial loading; and (iv) different boundary conditions. Thus, TSM walls subjected to blast loading generally experience flexural out-of-plane collapse.

Tuff stone masonry walls with height $h_w = 3.00$ m, transverse slenderness ratio $\lambda = 10$ (i.e., the ratio between height and thickness, t_w , hence resulting in 300 mm), and axial load ratio $\alpha = 25\%$ (i.e., the ratio between the average axial pressure due to gravity loads, P_v , and compressive strength of masonry, f_m) were assumed. The material properties of the case-study masonry walls were as follows: material density $\rho = 1360$ kg/m³; Young's modulus $E = 2159$ MPa; Poisson's ratio $\nu = 0.25$; and peak compressive strength $f_m = 3.96$ MPa.

In this study, selected pressure–impulse curves numerically obtained by means of nonlinear time history analysis of nonlinear finite element models were selected according to a previous study [29].

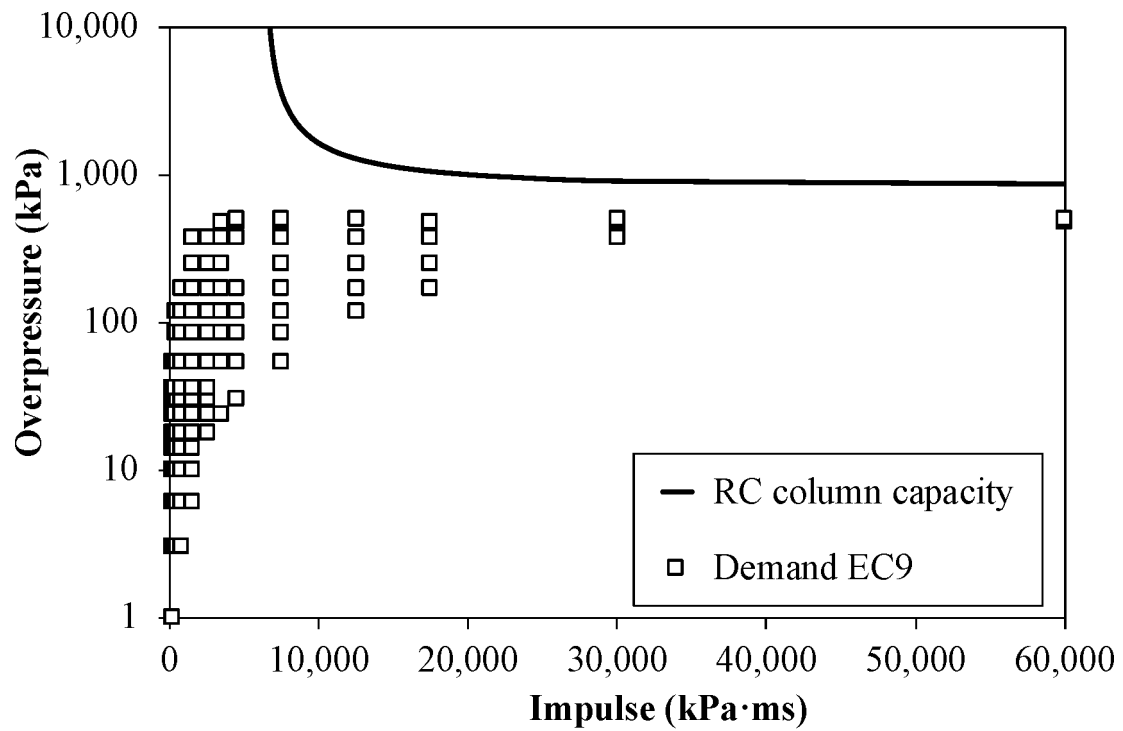
3. Results and Discussions

The first results of the analysis are the peak overpressure and impulse values and their probability of occurrence during the explosion, $Pr[E|R]$. From a probabilistic point of view, the maximum overpressure and impulse values were respectively 507 kPa and 60,000 kPa ms, corresponding to explosive class 9. These maximum values fell to 36 kPa and 4500 kPa ms in the case of explosive class 6. Noticeably, the results are slightly influenced (differences below 10%) by the atmospheric conditions chosen for the simulations. Specifically, the stability class F with wind velocity of 2 m/s can be considered the worst-case scenario at which the higher probability to achieve the maximum pressure and impulse correspond. This was expected because if the weather conditions are not known or not specified, the maximum concentration can be assessed by selecting the atmospheric stability class and wind speed, which results in the worst-case scenario, i.e., the smallest values of the dispersion coefficients and the wind speed. The former occurs with stability class F while for wind speed the most common choice is a wind speed of 2 m/s.

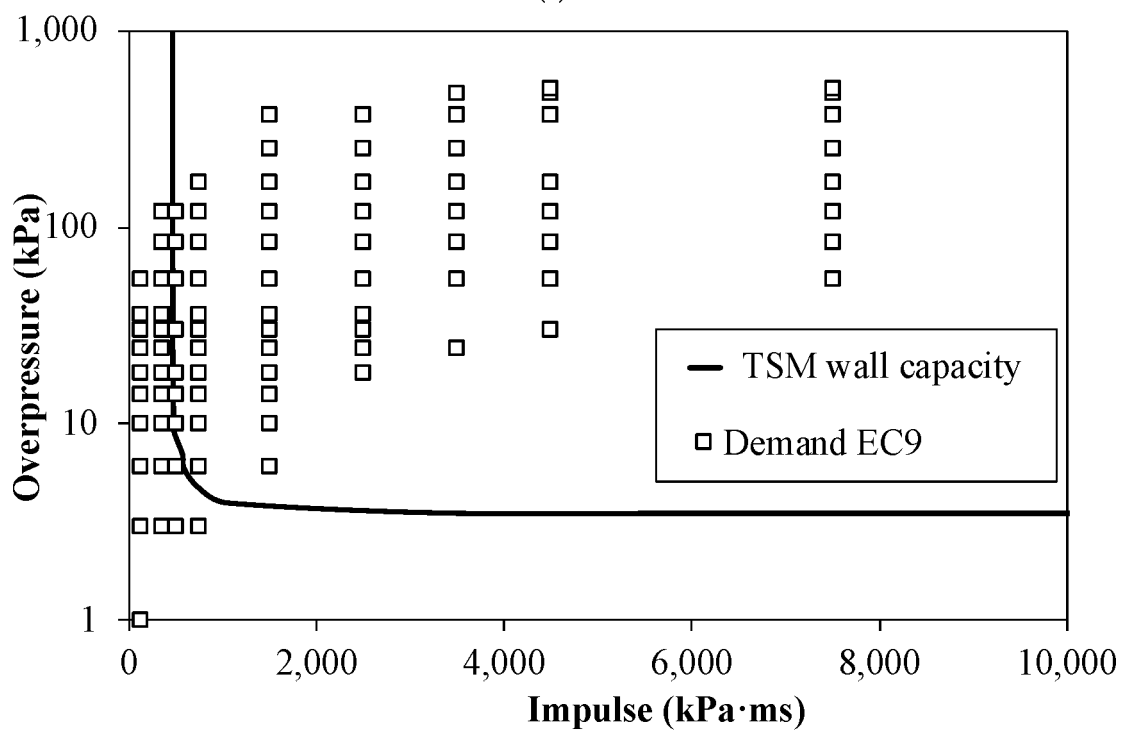
Therefore, in the following cases the results were reported just for this condition. Figure 1a,b show the pressure–impulse diagrams for the gravity-load RC columns and the TSM load-bearing walls, respectively. The individual points corresponding to the possible combination of pressure and impulse reached by an explosion are within. The designed reinforced concrete columns can be deemed safe against explosions of hydrogen for the worst-case scenario (explosive class 9 and atmospheric stability class F2) and hence for all the investigated explosive classes and atmospheric stability classes. On the contrary, TSM load-bearing walls show higher vulnerability to blast loading. Indeed, the asymptotic values of overpressure and impulse that define the blast capacity of those components are very low (i.e., 3.5 kPa and 455 kPa ms) [30].

With regards to the harm to people, probability of fatality from lung hemorrhage, head impact, and whole-body impact for the different overpressure–impulse values are reported in Figures 2–4, respectively. They refer to stability class F and wind velocity 2 m/s and to explosive class 9. Comparing Figures 2–4 the higher probability of fatality occurs from indirect effects such as from head and whole-body impact against obstacles. Indeed, the overpressures required to throw a person against obstacles are significantly lower than the values required to cause fatal lung damage. A maximum value of $1.65 \cdot 10^{-3}$ death/year/1000 km is obtained in the case of head impact for an explosion overpressure of 507 kPa and impulse of 12,500 kPa ms.

Once the risk related to hazards is assessed the results are compared to the acceptance criteria. The risk is defined as acceptable when these results satisfy the previously mentioned criteria. On the contrary, if the results do not satisfy the criteria, mitigation measures need to be evaluated. The application of the acceptance criteria for hydrogen QRA (quantitative risk assessment) reflects general practice in QRA and is also adapted to company and authority regulations. For hydrogen, no adaptations to the acceptance criteria have been made to reflect the distinctive features of hydrogen technologies or the operation of hydrogen facilities.



(a)



(b)

Figure 1. Blast demand and capacity of (a) reinforced concrete (RC) columns and (b) tuff stone masonry (TSM) walls for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

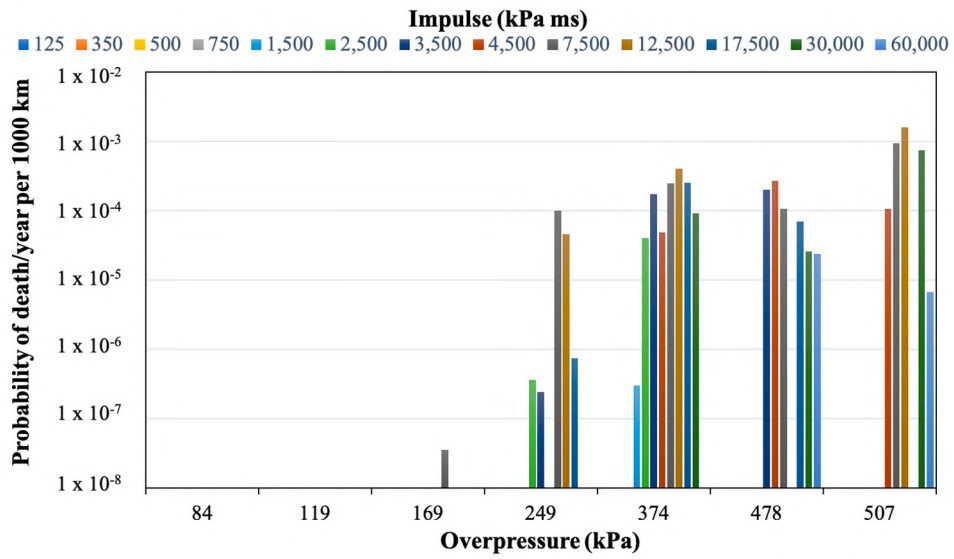


Figure 2. Probability of death from lung hemorrhage for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

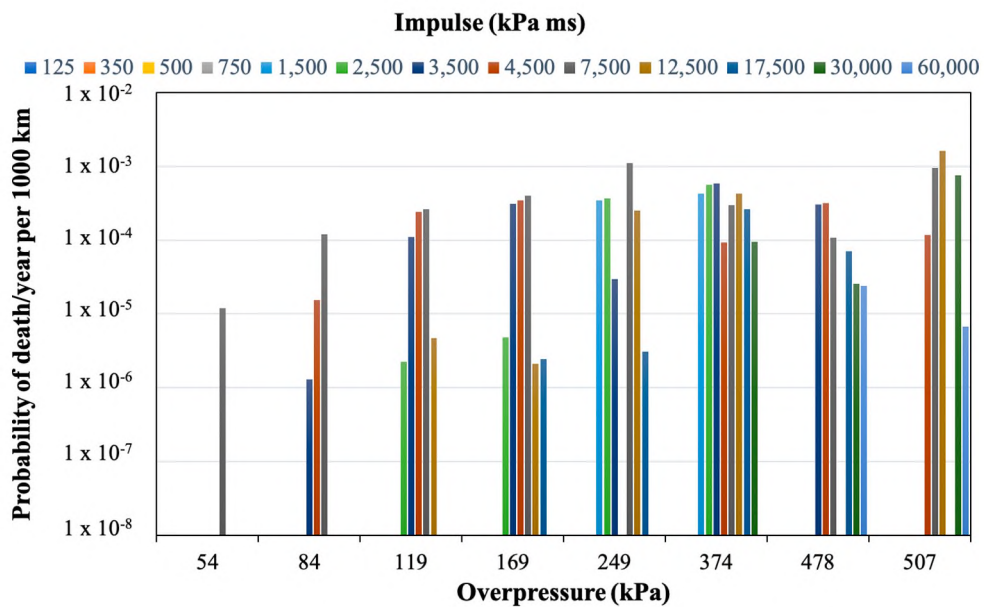


Figure 3. Probability of death from head impact for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

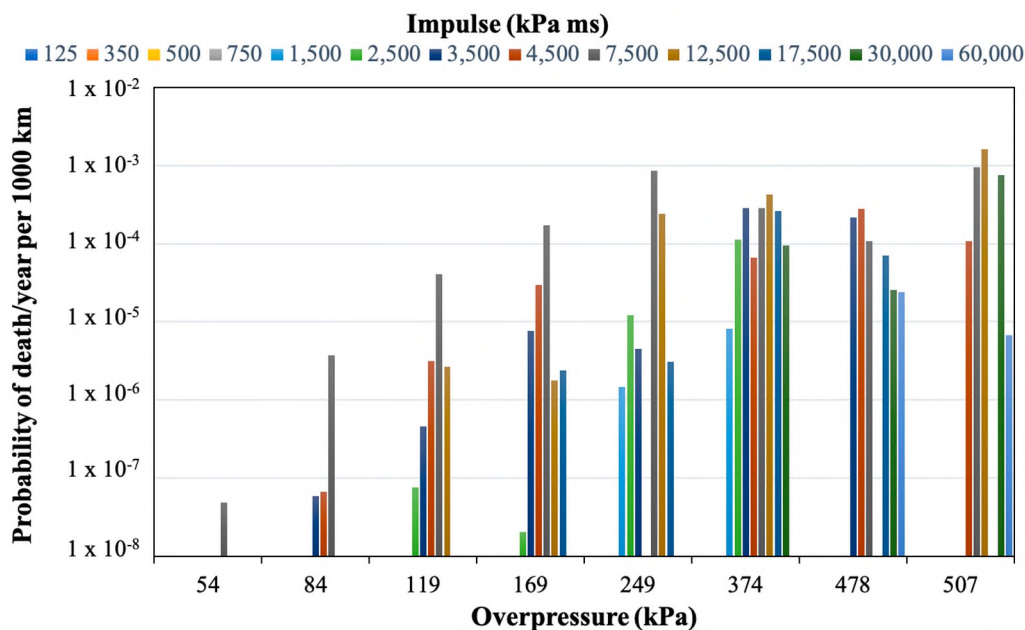


Figure 4. Probability of death from whole body impact for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

The EIGA (European Industrial Gases Association) [31] defines harm criteria as being approximately a 1% chance of individual risk of serious injury or fatality and proposes the individual harm exposure threshold for determining safety distances of 3.5×10^{-5} per year. The HSE (Health and Safety Executive) has specified risk criteria as follows: for workers, maximum tolerable risk is 10^{-3} per year; for the public, 10^{-4} per year; broadly acceptable risk, 10^{-6} per year [32]. Risks falling into the region below 10^{-6} per year are generally regarded as insignificant and adequately controlled. In the Netherlands, the maximum acceptable individual risk is 10^{-6} per year [32]: This is a fixed limit for “vulnerable objects” (i.e., schools, hospitals, housing, etc.), and a target to be achieved as far as possible for “less vulnerable objects” (i.e., offices, shops, recreational facilities). This applies both to risks arising from fixed installations and to the transport of dangerous goods. It is calculated for an unprotected person (i.e., outdoors) present all year at specific locations. Therefore, in order to measure the risk levels for on-site personnel and general public that may be exposed to the accidents originating from the hydrogen facilities, the quantitative acceptance criteria considered here are 10^{-6} per year [32].

From comparison with the acceptance criteria, the fatality risk is not acceptable in the case of explosive class 9 and atmospheric stability class F2. On the contrary, in the case of explosive class 6 and F2 the probability of death (10^{-11} death/year/1000 km) is well below the risk acceptance criteria.

With regards to injuries (Figure 5), since the overpressures required to cause eardrum rupture are quite low, probability of injuries are higher than 10^{-5} /year/1000 km for overpressure higher than 10 kPa. Similar results were obtained for explosive class 6 and the same atmospheric class F2.

Moreover, the extent of the damage to buildings depends on both the level of overpressure and impulse and the type of construction of the structure. From the analysis carried out on RC columns and TSM walls, it is possible to conclude that there is no risk of harm in the case of RC columns of framed buildings because those structural components will not collapse. On the contrary, the higher vulnerability of TSM load-bearing walls to blast loading can cause indirect damage to the people inside the building.

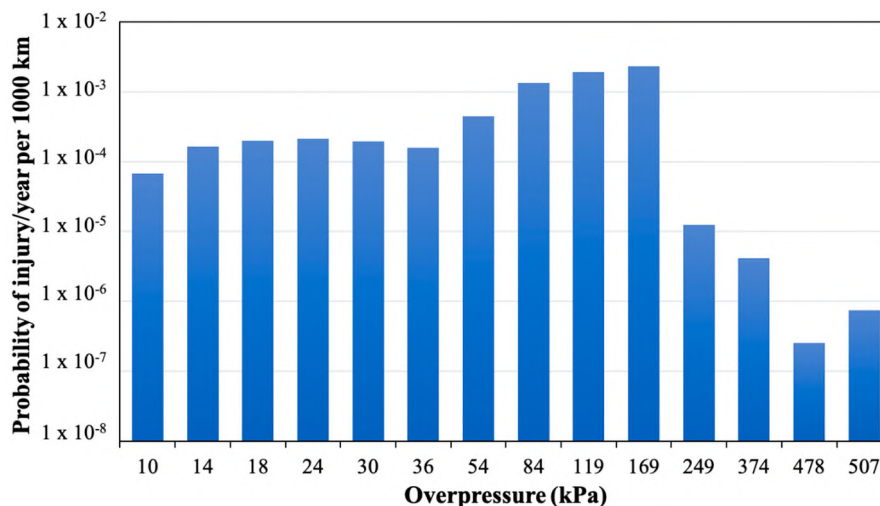


Figure 5. Probability of injury from eardrum rupture for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

Finally, a minimum safety distance between pipelines and populated area is derived. The safety distance is here considered as the minimum separation between a hazard source and a person, which will mitigate the effect of a likely foreseeable incident. The individual harm exposure threshold for determining safety distances is equal to 10^{-6} per year. From comparison with the harm criteria, a safety distance of 1000 m is calculated, as shown in Figure 6.

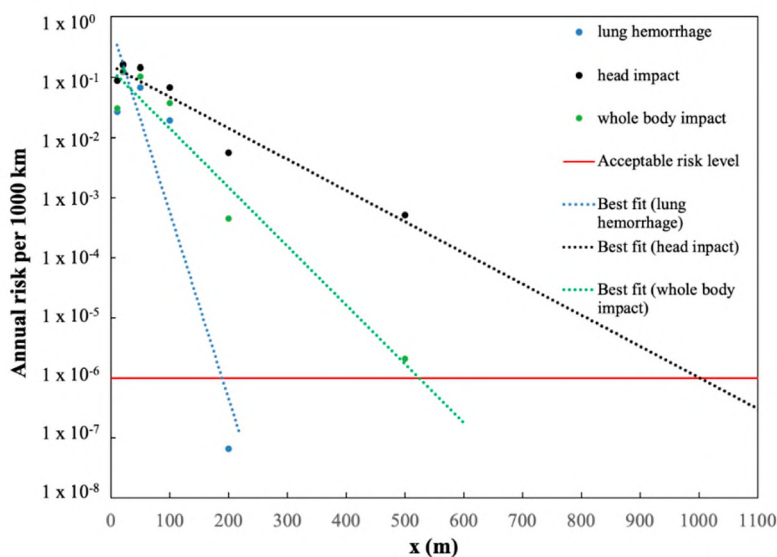


Figure 6. Annual risk per 1000 km of damage to people vs. safety distance (x (m)), in the case of blast strength 9 and atmospheric stability class F2.

4. Prevention and Mitigation Systems

In order to reduce or eliminate long-term risks resulting from accidental events, mitigation actions must be undertaken. The most rigorous risk-management procedures related to high-pressure hydrogen pipelines must be required.

The Hydrogen Tools Portal, developed by the Pacific Northwest National Laboratory with the support of the U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), suggests a risk reduction plan to reduce or eliminate the most critical issues, subsequent to the individualization of the hazards and the classification of the risk.

Prevention measures are used to minimize to an acceptable level or remove the likelihood of occurrence and/or the severity of consequences.

The following steps for hazard control are proposed:

1. Remove the hazard, if it is possible
2. Use materials with the same features and functions, but that are less hazardous
3. Introduce engineering controls in order to isolate the hazard
4. Define administrative controls (procedures, indicators, and rules) for workers and any other people who may be involved in the hazard
5. Provide personal protective equipment

The EIGA (European Industrial Gases Association), after the identification of the hazards, suggests that, for each hazard, mitigation measures shall be determinate [30]. These measures consist of the following:

- (i) controlling of third party interference,
- (ii) thickening of the pipe,
- (iii) non-destructive testing on welds,
- (iv) inerting of the pipe,
- (v) marking of the pipe,
- (vi) installing valves that detect an increase of flux or decrease of pressure,
- (vii) mass balancing to individuate a leak,
- (viii) burying the pipeline,
- (ix) protecting the pipe with suitable coating,
- (x) operating procedures (i.e., inspections programs, corrosion control programs, emergency plan).

5. Conclusions

In this work, a probabilistic procedure to evaluate the damage to people and buildings involved in a gaseous hydrogen pipeline explosion was applied. Probit equations were used to assess and quantify the level and type of harm to people. Both indirect and direct damage were taken into account. The main human organs suffering from sudden changes in pressure are lungs and ear-drums and damage to these organs was examined. As a consequence of an explosion, people can also be thrown by the blast wave, suffering damage due to head impact or whole-body displacement.

The highest probability of fatality occurs from indirect effects such as from head and whole-body impact against obstacles. A maximum value of 1.65×10^{-3} death/year/1000 km was obtained in the case of an explosive class with high ignition power (class 9) and stable atmospheric conditions (F2). In addition, a person inside a structure would more likely be injured or killed by the facility collapse than from lung damage.

The assessment of structural damage showed very low levels of risk of damage to reinforced concrete columns of framed buildings, because those structural components do not collapse. On the contrary, the higher vulnerability of TSM load-bearing walls to blast loading can cause indirect damage to the people inside the building. A safe distance of 1000 m has been proposed in order to design a new pipeline network. However, to reduce the estimated safety distances, risk prevention and mitigation measures must be taken into account.

Author Contributions: Conceptualization, P.R.; Methodology, P.R. and F.P.; Software, A.D.M.; Supervision, P.R.; Validation, A.D.M. and F.P.; Visualization, A.D.M.; Writing—original draft, A.D.M.; Writing—review and editing, P.R. and F.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Merchdant Hydrogen Plant Capacities. Available online: <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-production> (accessed on 20 March 2019).
2. Linde Engineering News. Available online: <https://www.lindeengineering.com/en/newsandmedia/pressreleases/news-20190228> (accessed on 20 March 2019).
3. Eurostat Data of Statistics on the Production of Manufactured Goods. Available online: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/main> (accessed on 20 March 2019).
4. Hydrogen Pipelines. Available online: <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-delivery> (accessed on 20 March 2019).
5. Zhang, X.; Xiao, L. Analysis of hazardous chemicals transportation accidents and transportation management. *Chem. Eng. Trans.* **2018**, *67*, 745–750.
6. Rusin, A.; Stolecka, K. Hazards associated with hydrogen infrastructure. *J. Power Technol.* **2017**, *97*, 153–157.
7. Crowl, D.A. *Understanding Explosions*; American Institute of Chemical Engineers: New York, NY, USA, 2003.
8. Gerboni, R.; Salvador, E. Hydrogen transportation system: Elements of risk analysis. *Energy J.* **2009**, *34*, 2223–2229. [[CrossRef](#)]
9. Russo, P.; De Marco, A.; Parisi, F. Failure of concrete and tuff stone masonry buildings as consequence of hydrogen pipeline explosions. *Int. J. Hydrog. Energy* **2019**, *44*, 21067–21079.
10. Russo, P.; Parisi, F. Risk-targeted safety distance of reinforced concrete buildings from natural-gas transmission pipelines. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* **2016**, *148*, 57–66. [[CrossRef](#)]
11. Ermak, D.L. SLAB an atmospheric dispersion model for denser than air releases. In *UCRL-MA-105607*; Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, CA, USA, 1990.
12. TNO. Methods for the calculation of physical effects due to releases of hazardous materials (liquid and gases). In *Yellow Book*; Van den Bosh, C.J.H., Weterings, R.A.P.M., Eds.; TNO: The Hague, The Netherlands, 2005.
13. Pasquill, F. The estimation of the dispersion of windborne material. *Meteorol. Mag.* **1961**, *90*, 33–49.
14. PHMSA. Gas Distribution, Gas Gathering, Gas Transmission, Hazardous Liquids, Liquefied Natural Gas (LNG) and Underground Natural Gas Storage (UNGS) Annual Report Data. Available online: <https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/gas-distribution-gas-gathering-gas-transmission-hazardous-liquids> (accessed on 16 June 2018).
15. Bedel, L.; Junker, M. Natural gas pipelines for hydrogen transportation. In Proceedings of the 16th World Hydrogen Energy Conference (WHEC 2006), Lyon, France, 13–16 June 2006; pp. 1006–1010, ISBN 9781622765409.
16. Air Liquide. Questions and issues on hydrogen pipelines, pipeline transmission of hydrogen. In Proceedings of the Doe Hydrogen Pipeline Working Group Meeting, 31 August 2005; Available online: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f10/hpwgw_questissues_campbell.pdf (accessed on 20 March 2019).
17. EGIG. *8th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group*; European Gas Pipeline Incident Data Group: Groningen, The Netherlands, 2011.
18. Melani, L.; Sochet, I.; Rocourt, X.; Jallais, S. Review of methods for estimating the overpressure and impulse resulting from a hydrogen explosion in a confined. In Proceedings of the ICH2009 International Conference on Hydrogen Safety, Ajaccio, France, 16–18 September 2009.
19. HyResponse Grant agreement No: 325348. *Lecture-Harm Criteria for People and Environment, Damage Criteria for Structures and Equipment*; Tretsiakova-McNally, S., Ed.; Ulster University: London, UK, 2016.
20. TNO. Methods for the determination of possible damage. In *Green Book*; CPR 16E; The Netherlands Organization of Applied Scientific Research: The Hague, The Netherlands, 1989.
21. LaChance, J.; Tchouvelev, A.; Engebo, A. Development of uniform harm criteria for use in quantitative risk analysis of the hydrogen infrastructure. *Int. J. Hydrog. Energy* **2011**, *36*, 2381–2388.
22. HSE. *Methods of Approximation and Determination of Human Vulnerability for Offshore Major Accident Hazard Assessment*; UK 2010 SPC/Tech/OSD/30; HSE: Buxton, UK, 2013.
23. Crowl, D.A.; Louvar, J. *Chemical Process Safety Fundamentals with Applications*, 3rd ed.; Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 2011.
24. Jeffries, R.M.; Gould, L.; Anastasiou, D.; Franks, A.P. Derivation of Fatality Probability Functions for Occupants of Buildings Subject to Blast Loads. In *Probabilistic Safety Assessment and Management '96*; Cacciabue, P.C., Papazoglou, I.A., Eds.; Springer: London, UK, 1996. [[CrossRef](#)]

25. NFPA. *Hydrogen Technologies Code*; NFPA: Quincy, MA, USA, 2011.
26. AIChE. Center for chemical process safety. In *Guidance for Consequence Analysis of Chemical Releases*; American Institute of Chemical Engineers: New York, NY, USA, 1999.
27. CCPS. *Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapour Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs*; American Institute of Chemical Engineering: New York, NY, USA, 1994.
28. Federal Emergency Management Agency. *Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures*; Federal Emergency Management Agency: Washington, DC, USA, 1987.
29. Parisi, F. Blast fragility and performance-based pressure- impulse diagrams of European reinforced concrete columns. *Eng. Struct.* **2015**, *103*, 285–297. [[CrossRef](#)]
30. Parisi, F.; Balestrieri, C.; Asprone, D. Blast resistance of tuff stone masonry walls. *Eng. Struct.* **2016**, *113*, 233–244. [[CrossRef](#)]
31. EIGA. *Determination of Safety Distances*; IGC Doc 75/07/E. Revision of Doc 75/01/rev; European Industrial Gases Association: Brussels, Belgium, 2007.
32. DNV GL AS Maritime Advisory. Risk acceptance criteria and risk based damage stability. In *Final Report, Part 1: Risk Acceptance Criteria: DNV GL*; Report No.: 2015-0165, Rev 2; DNV GL AS Maritime Advisory: Hovik, Norway, 2015.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Verzonden: 10/20/2022 3:14:00 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED].

Straat: IJ-tunnel

Huisnummer: 4

Postcode: 1011 TA

Woonplaats: Amsterdam

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Overheid

(Mede) namens: [REDACTED]

[REDACTED]

Organisatie: Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

In ons voorstel vindt u een voorstel voor een potentieel te onderzoeken alternatief

91290860_8187002_2022-10-20_def_reactie_VP_waterstofnetwerk_NZKG_VRAA_get.pdf

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie onze reactie (geupload als bijlage 1)

91290860_8187003_2022-10-19_Bijlage_1_-_DahoeAE_SteelsHydrogenGasTransmission.pdf

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Ja, participatie lijkt ons goed te zijn vormgegeven.

91290860_8187004_2022-10-19_Bijlage_2_-

_Assessment_of_the_damage_from_hydrogen_pipelin_explosions_on_people_and_buildings.pdf

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Daar hebben wij zeker vertrouwen in.



[REDACTED]
Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland
Kazerne Nico
IJ-tunnel 4
1011 TA Amsterdam

Ministerie van EZK
Bureau Energieprojecten
Inspraakpunt Waterstofnetwerk NZKG
Postbus 111
9200 AC Drachten

Amsterdam, 20 oktober 2022

**Onderwerp: Reactie op de kennisgeving Voornemen en Participatie voor het project
Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied**

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij ontvangt u onze reactie op de kennisgeving Voornemen en Participatie voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied. Gezien ons gezamenlijk belang en de bestaande structurele samenwerking op het gebied van Veilige Energietransitie hebben wij onze reactie met de vier veiligheidsregio's in Noord-Holland¹ afgestemd. Wij zijn van mening dat gezamenlijk participeren en afgestemd reageren u en ons helpt bij een efficiënte en vooral veilige totstandkoming van dit project.

Samenvatting van ons advies

- a. Verschaf (wetenschappelijk) inzicht in de risico's door materiaalgebruik van bestaande leidingen.
- b. Verschaf inzicht in de leidingtrajecten waar sprake kan zijn van domino-effecten. Onderzoek het traject van Gasunie leiding A-620 als alternatief tracé. Verschaf (wetenschappelijk) inzicht in de risico's door materiaalgebruik van nieuw aan te leggen leidingen.
- c. Verschaf inzicht in de risico's van drukschommelingen in het systeem.
- d. Verschaf inzicht in de verandering van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van de wijziging van het getransporteerde gas in de bestaande leidingen en in de toename van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van de aanleg van nieuwe buisleidingtrajecten. Onderbouw de keuze voor het softwareprogramma waarmee de risicoberekeningen worden uitgevoerd. Bereken naast de kans op en effecten van een fakkelbrand ook de kans op en effecten van een explosie. Rapporteer naast de nieuwe aandachtsgebieden, ook het oude groepsrisico.
- e. Verschaf inzicht in de risico's voor leveringszekerheid van aardgas door het andere gebruik van een deel van de aardgasinfrastructuur gedurende de transitiefase.
- f. Blijf ons betrekken in maandelijks plenair overleg en nodig ons formeel uit te reageren of adviseren op de verschillende processtappen.
- g. Voer separaat met de hulpdiensten overleg over de gevolgen van het project voor de bestaande planvorming en procedures.

¹ De Veiligheidsregio Noord-Holland Noord heeft op dit moment geen direct belang bij dit project en participeert vanuit landelijke en provinciale samenwerking ten behoeve van kennisontwikkeling en kennisdeling.

1. Achtergrond inhoudelijke reactie op het voornemen

(a) Gebruik van bestaand leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Nederland

Het Waterstofnetwerk Nederland zal grotendeels worden opgebouwd uit bestaand hogedruk aardgastransportleidingnetwerk. Diverse onderzoeken stellen dat bestaand leidingwerk van verschillende materialen veilig kan worden gebruikt voor het transport van waterstof onder hoge druk, al dan niet na het aanbrengen van een specifieke inwendige coating om waterstofverbrossing tegen te gaan. A.E. Dahoe, Explosion, Hydrogen Safety and Combustion Scientist bij het kenniscentrum voor explosie- en waterstofveiligheid bij defensie stelt dat alleen bij gebruik van een specifieke staalsoort veilig transport van waterstof mogelijk is. Meer informatie hierover is te vinden in bijlage 1.

Graag krijgen wij inzicht in de toegepaste materiaalsoort(en) van het beoogde bestaande leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Nederland. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens een gedetailleerd onderzoek naar risico's en risicomitigatie van dit materiaalgebruik deel moeten uitmaken van de veiligheidstudies voor dit project.

Bij bundeling van buisleidingen, vooral wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt dan 5 tot 7 meter [structuurvisie buisleidingen 2012-2035], moet rekening worden gehouden met mogelijke domino-effecten wanneer zich een calamiteit voordoet met één van de leidingen in de bundel. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht waar in het bestaande leidingtraject dergelijke situaties zich voordoen, wat de effecten hiervan zijn op de externe veiligheid en hoe deze risico's kunnen worden gemitigeerd.

(b) Aanleg van nieuw leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied

Wij onderschrijven de uitgangspunten om bij aanleg van een nieuw leidingtraject zo veel mogelijk aansluiting te zoeken bij aanwezige SVB-stroken of zoveel mogelijk te bundelen met bestaande infrastructuur zoals aanwezige hogedruk aardgastransportleidingen van Gasunie en (provinciale) wegen. Bij bundeling van buisleidingen, vooral wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt dan 5 tot 7 meter [structuurvisie buisleidingen 2012-2035], moet rekening worden gehouden met mogelijke domino-effecten wanneer zich een calamiteit voordoet met één van de leidingen in de bundel. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht waar zowel in de nieuwe als in de bestaande trajecten dergelijke situaties zich voor kunnen doen, wat de effecten hiervan zijn op de externe veiligheid en hoe deze risico's kunnen worden gemitigeerd.

Graag krijgen wij inzicht in de beoogde materiaalsoort(en) voor het nieuw aan te leggen leidingnetwerk voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied.

Voor het traject van het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied van het Waterstofnetwerk Nederland tot Tata Steel IJmuiden wordt in de kennisgeving Voornemen en Participatie aangegeven dat hiervoor geen alternatief traject in beeld is. Wij vragen ons af of hierbij het traject van Gasunie buisleiding A-620 is beschouwd en zo ja, waarom dit geen mogelijk alternatieve route is. Op het eerste oog lijkt dit, op het gebied van externe veiligheid, een gunstiger tracé te zijn. Wanneer dit tracé nog niet is beschouwd, adviseren wij dit alsnog te doen.

(c) Bufferfunctie van het netwerk

Doordat het Waterstofnetwerk wordt opgezet als een open waterstoftransportsysteem, waaraan toeleveranciers waterstof kunnen leveren en waarvan afnemers waterstof kunnen afnemen, is er kans op drukschommelingen in het systeem. Het leidingnet functioneert op deze wijze, net als met aardgas het geval is, als buffer. De combinatie van materiaalgebruik met drukschommelingen in het systeem kan leiden tot versnelde veroudering van het systeem met mogelijk falen tot gevolg.

Graag zien wij in de risicoanalyses de risico's van deze combinatie gedetailleerd onderzocht. Verder vernemen we graag welke mitigatiemogelijkheden er zijn om problemen op dit gebied te voorkomen (bijvoorbeeld buffers inbouwen in het systeem, werkdruk instellen binnen veilige onder- en bovenmarges, aanbrengen van een inwendige coating in het bestaande leidingnet, etc.).

(d) Externe - of Omgevingsveiligheid

Binnen de Veiligheidsregio Kennemerland passeert het nieuw aan te leggen leidingdeel voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied tussen het Waterstofnetwerk Nederland en Tata Staal IJmuiden, de volgende voor externe veiligheid relevante functies:

- Bedrijf; met voornamelijk beperkt kwetsbare objecten.
- Wonen; met voornamelijk kwetsbare objecten.
- Sport; een beperkt kwetsbaar object.

Binnen de Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland passeert het nieuw aan te leggen leidingdeel tussen het Waterstofnetwerk Nederland en de Hemweg de volgende voor externe veiligheid relevante functies:

- Bedrijf; met voornamelijk beperkt kwetsbare objecten.

Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, zou ons inziens in detail moeten worden onderzocht wat de externe veiligheidseffecten zijn van de aanleg van nieuwe buisleidingen voor het transport van waterstof onder hoge druk.

Een verandering in de getransporteerde stof door bestaand leidingnetwerk, heeft ook invloed op de externe veiligheidsrisico's. Vooruitlopend op de nota Reikwijdte en Detailniveau, moet ons inziens dan ook in detail worden onderzocht wat de externe veiligheidsrisico's en mogelijke effecten zijn van deze wijziging.

Verder moet ook inzicht worden gegeven in bovengrondse appendages en de daarbij horende (externe) veiligheidsafstanden.

Rekenmethodiek

De rekenmethodiek Bevb schrijft voor het transport van aardgas gebruik van het softwareprogramma Carola voor. Voor het transport van andere stoffen schrijft de rekenmethodiek het softwareprogramma Safeti-NL voor. Graag vernemen wij welk softwareprogramma wordt gebruikt voor de risicoberekeningen voor het Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied en het Waterstofnetwerk Nederland, of dit conform vigerende wetgeving is en of de keuze voor het softwareprogramma van invloed is op de uitkomsten van de berekeningen.

Scenario's

In de huidige rekenmethodiek Bebv wordt voor waterstof een kans op directe ontsteking van 1 voorgeschreven². Dit leidt in alle gevallen tot een fakkelbrand met het effect warmtestraling. Gesteld wordt dat dit een conservatieve benadering is. Ondanks de ruime explosiegrenzen en de lage

² Handreiking Risicoberekeningen Bevb, RIVM, Versie 3.1, 1 april 2020, paragraaf 2.4 tabel 7 en 8

ontstekingsenergie van waterstof zijn wij echter, op basis van literatuur, van mening dat ook een explosie een denkbaar scenario is en daarom moet worden meegenomen in de risicoberekeningen. Zie bijlage 2 voor meer informatie. Wanneer een deflagratie of zelfs detonatie wordt gevolgd door een fakkelbrand, zijn de effecten naar verwachting groter dan wanneer ontsnappend gas direct ontsteekt zonder explosie. Daarom zien wij directe ontsteking juist niet als een conservatieve benadering en zien wij het scenario explosie van vrijkomend gas, gevolgd door een fakkelbrand ook graag terugkomen in de risicoberekeningen. Dit inzicht is nodig voor de veiligheidsregio's om gedegen te kunnen adviseren over zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid en voor een doeltreffende voorbereiding op dit rampscenario.

Aandachtsgebieden en groepsrisico

In de kennisgeving Voornemen en Participatie is aangegeven dat voor het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied wordt gewerkt in de geest van de Omgevingswet. Op het gebied van externe veiligheid is de overgang naar de Omgevingswet niet geheel beleidsneutraal. Naast de naamswijziging van externe veiligheid naar Omgevingsveiligheid, komt de verplichte berekening van het groepsrisico te vervallen. De groepsrisicoberekening wordt vervangen door aandachtsgebieden voor brand, explosie en gifwolk. Ons is niet bekend dat de wijze waarop aandachtsgebieden moeten worden vastgesteld op dit moment is vastgesteld. Wij stellen daarom voor om bij de risicoberekeningen zowel aandacht te besteden aan het groepsrisico als aan de aandachtsgebieden (voor zowel brand als explosie).

(e) Wijziging in aardgastransportcapaciteit

Het project omvat het gedeeltelijk wijzigen van het gebruik van bestaande aardgasinfrastructuur, waarna de capaciteit van deze leiding(en) niet langer kan worden aangewend voor het transport van aardgas. Graag krijgen we inzicht of de resterende transportcapaciteit gedurende de transitiefase voldoende is om de leveringszekerheid van aardgas (voorlopig) te kunnen garanderen.

2. Inhoudelijke reactie op het voorstel voor participatie

In de kennisgeving Voornemen en Participatie wordt gevraagd reactie te geven op de wijze waarop wij betrokken willen worden en welke vragen, zorgen en kansen wij zien. Door ons gesignaleerde vragen, zorgen en kansen zijn in hoofdstuk 0 genoemd. In dit hoofdstuk geven wij onze reactie op de wijze waarop wij graag betrokken zijn dit project.


(f) Participatie

Wij waarderen het voorstel voor een maandelijks plenair ambtelijk overleg en blijven daar graag bij betrokken, bij voorkeur gezamenlijk met de Veiligheidsregio's en Omgevingsdiensten in Noord-Holland. Graag blijven wij formele kennisgevingen over de processtappen in het project ontvangen, met een concrete vraag om reactie of advies.

(g) Participatie specifiek voor de hulpverlening

Omdat bij buisleidingincidenten de hulpdiensten vaak als eerste ter plaatse zullen zijn, lijkt het ons aanbevelenswaardig om naast het maandelijks plenaire overleg, een separaat (minder frequent) overleg met de hulpdiensten te organiseren, waarin het volgende aan de orde komt:

- De invloed van het project op bekende aardgasscenario's en bestaande procedures bij de incidentbestrijding van buisleidingincidenten (eventueel in samenhang met de Gele Kaart).
- Lesmateriaal om onze repressieve dienst bij te scholen op eventueel gewijzigde inzichten met betrekking tot de te volgen procedures en inzetacties.
- Afstemming over aansluiting van de calamiteitenbestrijdingsprocedures van Hynetwork Services op onze procedures.

- 
- De invloed van de aanleg van nieuwe buisleidingtracés en het veranderen van het getransporteerde gas door bestaande buisleidingen op het Incidentbestrijdingsplan Noordzeekanaalgebied.
 - De planning van uitvoeringswerkzaamheden en ingebruikname van onderdelen van het netwerk, zodat onze bereikbaarheids- en objectinformatie up-to-date kan worden gehouden en onze inzet kan worden afgestemd op het actuele risico.

Wij vertrouwen erop u hiermee antwoord op uw vragen en nuttige aandachtspunten te hebben gegeven voor het vervolg van het proces en zien uit naar een veilig eindresultaat.



Bijlagen:

1. DahoeAE_SteelsHydrogenGasTransmission
2. Assessment of the damage from hydrogen pipeline explosions on people and buildings

Principles of Hydrogen Safety - Dr Arief Dahoe

Knowledge Center for Explosion and Hydrogen Safety, Dutch Armed Forces

<http://www.explosionsolutions.org/kcehs/>

The current/existing natural gas transmission network is unsuitable for hydrogen service.

These are the steel compositions (https://drive.google.com/file/d/1mQM-gMNwoOY9YZlhkjaflqLO_VO6mUB/view?usp=sharing) of the natural gas network.

Steel types (X42, ..., X70, etc) are inadequate for hydrogen service. For reasons explained in these files

(1) https://drive.google.com/file/d/1vuLsy-UyetA_WHAJJRCE8FVQPwR9f-Vz/view?usp=sharing

(2) https://drive.google.com/file/d/1rZRnl5yWiPgUs6L1DDsoc-VyRlZBj_V2/view

(3) <https://drive.google.com/file/d/1dcARaZEBmxd923W4nkvQ1qu5OvouknWB/view>

Moreover: the hydrogen content may not exceed 0.2 vol% within the current/existing natural gas transmission network.

Leaving AISI 316L as the only viable option. And that's precisely what is applied for the H₂ gas transmission network by AirLiquide (

<https://drive.google.com/file/d/14k8spOLFWjr-rohEB2zf6v4iOa2UlvQ6/view?usp=sharing>).

The KIWA (

https://drive.google.com/file/d/17pT_SqRBkxWqcXzVA6Gohk4uTSjrNXzZ/view?usp=sharing) and DNVGL (<https://drive.google.com/file/d/13-rsDYSBQkaX1tKzBXVoZ2jfAB6SJ6e1/view?usp=sharing>) reports are scientifically wrong and misleading. And must be deemed invalid.

Observe that hydrogen embrittlement/damage is caused by a multitude of mechanisms (

<https://drive.google.com/file/d/1flhxxbxMVcixthZ3WqSV5DABmdrRVWcr/view?usp=sharing>). Construction materials for H₂ service must cope with all these mechanisms simultaneously. Over a time span covering many decades (even centuries).

It is noteworthy that for more than 20 years people have been looking into the suitability of existing CH₄ transmission networks for hydrogen service. And many documents were produced on this matter. One of the most compelling documents on this question (see:

https://drive.google.com/file/d/1JFsL2fLVJaoLw1ASV6_a7cOaGzHVPAXd/view?usp=sharing) shows that the steel types of CH₄ gas transmission networks are not

suitable for hydrogen service. The steel types currently in use by CH₄ transmission systems do not permit H₂ concentrations exceeding 0.2 vol%. At the same time there are recent reports (by DNV-GL, KIWA, CE-Delft etc.) that claim the contrary. Without any scientific basis or proof, namely, that existing CH₄ gas transmission networks permit H₂ service.

With regard to construction materials for compressors it might be instructive to watch this video lecture:

<https://www.youtube.com/watch?v=NddR1hZARuo>

There are standards pertaining to the material compatibility of components. Here is a listing of a few of these standards.

- (1) NACE TM0284-96:2016 Standard Test Method – Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking
- (2) ISO 2626:1973 Copper – Hydrogen embrittlement test
- (3) ISO 3690:2012 Welding and allied processes – Determination of hydrogen content in arc weld metal
- (4) ISO 7539-6:2011 Corrosion of metals and alloys – Stress corrosion testing – Part 6: Preparation and use of precracked specimens for tests under constant load or constant displacement
- (5) ISO 9587:2007 Metallic and other inorganic coatings – Pretreatment of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- (6) ISO 9588:2007 Metallic and other inorganic coatings – Post-coating treatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- (7) ISO 11114-4:2017 Transportable gas cylinders – Compatibility of cylinders and valve materials with gas contents – Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
- (8) ISO 15330:1999 Fasteners – Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement – Parallel bearing surface method
- (9) ISO 15724:2001 Metallic and other inorganic coatings – Electrochemical measurement of diffusible hydrogen in steels – Barnacle electrode method
- (10) ISO 17081:2014 Method of measurement of hydrogen permeation and the determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique”.

Article

Assessment of the Damage from Hydrogen Pipeline Explosions on People and Buildings

Paola Russo ^{1,*}, Alessandra De Marco ¹ and Fulvio Parisi ² 

¹ Department of Chemical Engineering, Materials and Environment, Sapienza University of Rome, via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy; alessandra.demarco@uniroma1.it

² Department of Structures for Engineering and Architecture, University of Naples Federico II, via Claudio 21, 80125 Naples, Italy; fulvio.parisi@unina.it

* Correspondence: paola.russo@uniroma1.it; Tel.: +39-06-44585565; Fax: +39-06-44585451

Received: 2 August 2020; Accepted: 12 September 2020; Published: 25 September 2020



Abstract: Failure of a pipeline carrying gaseous hydrogen can have several effects, some of which can pose a significant threat of harm to people and damage to buildings in its immediate proximity. This paper presents a probabilistic risk assessment procedure for the estimation of damage to people and buildings endangered by high-pressure hydrogen pipeline explosions. Such a procedure provides an evaluation of annual probability of damage to people and buildings under an extreme event using a combination of the conditional probability of damage triggered by an explosion and the probability that the explosion occurs as a consequence of the pipeline failure. The release of hydrogen is simulated using the LimitState:SLAB model and the size of the hydrogen-air cloud in the flammability range is evaluated, then overpressure and impulse generated by the blast are evaluated through the Netherland Organization for Applied Scientific Research (TNO) model, while explosion effects on people and buildings are estimated through Probit equations and pressure–impulse diagrams. As for people, both direct and indirect effects of overpressure events are taken into account. For buildings, a comparison of the damage to different types of buildings (i.e., buildings made of reinforced concrete and buildings of tuff stone masonry) is also made. The probabilistic procedure presented may be used for designing a new hydrogen pipeline network and will be an advantageous tool for safe management of H₂ gas pipelines.

Keywords: hydrogen pipelines; explosions; damage to people; probit functions; structural damage; pressure–impulse diagrams; risk assessment

1. Introduction

The growing demand for energy and the depletion of traditional energy sources, added to the need for increasing sustainable development in order to reduce environmental pollution, have made hydrogen a possible protagonist in today's society. Hydrogen represents an inexhaustible source as an energy carrier, since it can stem from a variety of sources, both traditional and alternative ones. In addition, hydrogen plays a key role for sustainable development due to the fact that its combustion does not produce any pollution agents, especially greenhouse gases that lead to an increase in global temperature.

Regarding hydrogen and its production, the production plant distribution in the world is shown in Table 1 [1]. Medium and large plants are distributed in several countries, with a maximum capacity of 290,000 Nm³/h in a Californian plant, and serve various type of industries (i.e., chemical, petrochemical, food, oil refining). Data reported in Table 1 refer to the existing and operating facilities (updated in January 2016), but more recently, investments in this alternative energy source have been spreading. Recently, Linde's Global Hydrogen Business announced that they will construct a USD

250 million world-scale hydrogen plant in Louisiana, with a production capacity of over 190,000 Nm³/h, that is due to come on stream in 2021. The new plant will be part of Praxair's hydrogen system in Louisiana [2]. Consistent investments have been made also in Europe over the last few years with an increase in the total production capacity from 17.799 million Nm³ in 2010 to 80.000 million Nm³ in 2017 [3]. In this framework, the rise of hydrogen production and its distribution network is expected to progressively extend the level of diffusion of this gas.

Table 1. Hydrogen production plants [1].

Company	Capacity (Nm ³ /h)			
	Europe	Asia	North America	Rest of the world
Air Liquide	770,505	730,846	830,326	89,283
Air Products	258,038	419,694	3,279,494	5200
Linde	657,129	223,258	542,218	105,051
Praxair	13,500	197,304	2,201,225	13,396
Deokyang	-	111,000	-	-
Hyundai-Wison	-	-	-	301,411
Others	58,860	57,761	49,672	-
Total	1,758,031	1,739,863	6,902,934	514,341

Large quantities of hydrogen from its production areas to its utilization areas are transported via dedicated pipelines. Worldwide, H₂ pipelines reach a total length of 4542 km, most of which (2608 km) are located in the USA and (1598 km) in Europe, and only a small portion (337 km) in the rest of the world (data updated to 2016) [4]. Currently, H₂ pipelines are mainly adjoined to industrial areas, so their breakage may cause significant risk to the surrounding environment and the people who will likely be nearby [5]. Therefore, the risks associated with a possible breakage of a pipeline carrying gaseous hydrogen must be taken into careful consideration. Dry hydrogen, acetylene, and occasionally other gases often ignite when they are discharged into air in normal weather. Apparently, the electric field that develops by ejection of these charged gases can develop enough of a potential gradient to cause ignition by corona discharge; it has to be noted that the minimum ignition energy of hydrogen is only about 0.02 mJ. Consequences of gaseous hydrogen pipeline accidents can cause rather serious damage to people and buildings located in proximity of the pipeline involved in the hazard.

Following an accidental release of gas, a flammable cloud of gas is formed that mixes with air and can be immediately ignited giving a jet flame, or later generating either a flash fire or an explosion. In a fire, the worst hazard for people and buildings is the direct contact with flames and thermal radiation, while in the case of an explosion it is the impact of the blast wave [6,7]. From the analysis of the pre-existing literature, the most likely consequence of a pipeline failure is an explosion [8].

In previous works [9,10], a procedure was proposed to assess the potential direct damage to building structures caused by gas explosions released by high-pressure pipelines. This procedure has been applied to both natural gas and hydrogen pipelines. The probability of occurrence of an explosion event as a result of a pipeline breakage has been estimated, and the consequences of the explosion (overpressure and impulse) have been evaluated. To characterize the hydrogen release, a one-dimensional integral model, SLAB [11], was used. SLAB is a computer program to simulate the atmospheric dispersion model of gas releases, taking several external factors into account, including temperature, humidity, atmospheric stability, wind velocity, and surface roughness. A release rate model was combined with this dispersion model, and then the characteristics of the resulting hydrogen cloud explosion (i.e., peak overpressure and impulse) are calculated by means of the multi-energy method developed by TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific Research) [12]. Explosion damage to building structures has been assessed using pressure-impulse diagrams that describe the ability of structural components to withstand various types of explosion loads, defined as blast capacity.

In this work, the same procedure is applied to estimate harm to people as well as the direct structural damage associated with high-pressure hydrogen pipeline explosions. Specifically, the analysis refers to transmission and gathering pipelines located in industrial and rural areas. For people, both direct and indirect effects of blasts are considered in order to evaluate the annual probability of damage [7]. As a main direct effect, the damage to pressure-sensitive organs, such as lungs and ears, due to the sudden increase in pressure is considered. Among indirect effects, both the impact to the head and the whole body due to whole-body displacement are observed. During the whole-body displacement, in fact, the overpressure and impulse of the explosion interact with the body in such a way as to essentially pick it up and translate it. In contrast, the damage due to flying fragments hitting someone's body and those owing to the impact caused by a collapsed structure onto people inside buildings is not evaluated. With regard to building structures, direct damage from an explosion can be of various kinds, such as deflection of structural steel frames, collapse of roofs, leveling of walls, shattering of panels, and broken windows. Specifically, direct damage to both reinforced concrete (RC) columns and walls of load-bearing masonry buildings are examined. What is finally evaluated is a minimum safety distance between hydrogen pipelines and people. The presented procedure can be applied for the design and risk assessment of new pipeline networks in industrial or rural areas and for existing building assets.

2. Methodology

2.1. Blast Hazard

The methodology used in the present work, and reported in detail elsewhere [9,10], consists of the following steps:

- simulation of the jet release of hydrogen and estimation of the size of flammable H₂–air clouds using the SLAB model integrated with a model for release rate;
- calculation of the explosion energy and of the consequent explosion characteristics (i.e., peak overpressure and impulse) using the TNO multi-energy method [12]; and
- estimation of the blast hazard function, Pr[E|R], defined as the probability of an explosion E occurring in the case of a rupture R of the pipeline.

A C++ program was developed and integrated with the one-dimensional SLAB model. The C++ code integrates a model for jet release rate (see Equations (1) and (2)) with pipeline operation properties, source release properties, and site. The release rate was estimated by assuming sonic flow through a high-pressure pipeline nozzle and steady state conditions, as follows:

$$Q = \frac{\frac{\pi d^2 \alpha}{4} \sqrt{\gamma \rho_0 P_0 \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}}{\sqrt{1 + (4 \alpha^2 f_F \frac{L}{d}) \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{2}{\gamma-1}}}} \quad (1)$$

where α is the ratio of the effective area of the hole to the area of the pipe section, d is the pipeline diameter, ρ_0 is the density at stagnant conditions and P_0 is the gas pressure at operating conditions, γ is the specific heat ratio of gas, f_F is the Fanning friction factor, and L is the length of the pipeline from the compression station to the rupture point.

To take into account that hydrogen is at high pressure, the Abel–Noble equation of state (Equation (2)) for real gas was considered in Equation (1):

$$z = 1 + \frac{b\rho_0}{RH_2T} \quad (2)$$

where z is the compressibility factor, b is the co-volume ($7.69 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$), R_{H_2} is the ratio of R the universal gas constant to the hydrogen molecular mass (4124.24 J/kg/K), and T is the temperature.

The spread of a gas cloud in the atmosphere is strongly influenced by wind conditions, which change with altitude. Vertical wind profiles can be determined as a function of the so-called stability categories depending on the temperature conditions. As an example, Pasquill suggested the categories A, B, and C for unstable, D for neutral, and E and F for stable conditions [13]. While under stable conditions, vertical exchange is small and leads to a long-lasting downwind gas cloud, under unstable conditions, and a temperature gradient with altitude higher than the adiabatic one ($-0.98 \text{ K}/100 \text{ m}$), rapid exchange and effective turbulent diffusion occurs. This is especially true for hydrogen, which under stable conditions behaves as if it were unstable. A large cloud of hydrogen gas with minimal internal turbulence, on a cold and wet day with high wind speed (i.e., 2 m/s) and strong atmospheric stability (i.e., class F) would be the worst-case scenario.

The calculated release rate is then used as the input to SLAB. SLAB is a computer model that describes gas dispersion in the atmosphere following a release [11]. The model assumes that the concentration profile of the released gas has a Gaussian shape in the crosswind direction. The variations in the average concentrations in the downwind direction of the crosswind then determined using the conservation equations of mass, momentum, energy, and species only in the downwind direction. The main simulation output is the time-averaged concentration, expressed as a volume fraction, in the downwind direction. SLAB takes into account the atmospheric conditions and the turbulence generated by mixing the gas with the air. Unfortunately, it cannot simulate the flow of gas around obstacles or over complex terrain. As an advantage, compared to a CFD model, this model requires much less computational cost.

The C++ program determines the size of the gas cloud corresponding to various pipeline operation properties, source release properties, and site characteristics.

The program then estimates for each gas cloud the peak overpressure and impulse caused by its explosion according to the TNO multi-energy method [12]. The equations corresponding to blast plots are integrated in the model in order to evaluate the peak overpressure P_s and the duration of positive phase t_p from a family of equations (curves) that correlate a dimensionless overpressure to the scaled distance on the combustion energy. The 10 equations (corresponding to 10 curves of the TNO multi-energy graph) relate the overpressure and the time duration of the explosion with the distance from the explosion center. The positive impulse I is then calculated by integrating the overpressure variation over the positive phase duration. Here, the peak overpressure P_s and the positive impulse I at a given distance r from the center of the explosion are calculated for two explosive classes: 6 and 9.

The simulations were performed assuming various pipeline geometric characteristics and operating parameters (diameter, temperature, and pressure), various properties of the release source (e.g., hole diameter, distance from the compression station, and distance from the explosion center), different atmospheric conditions (e.g., wind speed and Pasquill–Gifford atmospheric stability class), and explosive class in the range of values shown in Table 2.

The blast probability was assessed using statistical data on the operating properties of pipelines for H_2 transmission gathered from the available literature [14,15]. The information from Air Liquide [16] was used for the failure frequency of hydrogen pipelines per length of pipeline. The value was assumed to be $0.126/\text{year}$ per 1000 km . Finally, the data of the EGIG (European Gas Pipeline Incident Group) [17] were used to determine the frequency of the various dimensions of breaches. It was defined as follows: a small breach is one with a diameter of the hole (d_{hole}) smaller than or equal to 0.02 m ; a medium breach is one with the diameter of the hole larger than 0.02 m and smaller or equal to the diameter of the pipe; and rupture is when the diameter of the hole is larger than the pipe diameter. Referring to data shown in Table 2, one might assign small, medium, and rupture breaches with relative probabilities of 48%, 39%, and 13%, respectively.

Table 2. Simulation conditions.

Parameter	Assumption
Source type	Horizontal jet release
Temperature of source material, K	200
Duration of continuous source, s	600
Height of source, m	1
Time of concentration averaging, s	30
Maximum downwind distance, m	300
Height of surface roughness, m	0.003
Wind speed, m/s	2 and 5
Height of wind measurement, m	10
Ambient temperature, K	283
Relative humidity, %	75
Pasquill atmospheric stability class	A, C, D, F
Pipeline diameter (d), m	0.1016–0.508
Operating pressure (P_o), kPa	649–12,800
Hole diameter (d_{hole}), m	0.02–d
Length of pipeline from the compression station to the release point (L), m	50–10,000
Distance from explosion center (r), m	10–2000
Explosive class	6 and 9

In the simulations, a horizontal jet release was assumed as the worst-case scenario. The source material was at temperature of 200 K, evaluated by SLAB as a function of specific heat ratio, atmospheric pressure, operating pressure, and temperature, and at a height of 1 m, typical in industrial areas. A (extremely unstable), C (slightly stable), D (neutrally stable), and F (moderately stable) were considered as Pasquill atmospheric stability classes [13], and wind in parallel direction to the hydrogen jet with a speed of 2 and 5 m/s was assumed.

Two explosive classes (6 and 9) representing explosions with low and high ignition power, respectively, were considered according to [18]. In [18], experimental data available from large-scale experiments concerning hydrogen explosions were used to estimate the blast's initial strength. In detail, for experiments without obstacles and with high ignition energy, the best fit with experimental points was obtained with the class 9, while for the experiments with obstacles and low ignition energies, the best fit was obtained with class 6.

The results of the simulations were classified into 17 classes for overpressure and 13 classes for impulse. Such explosion parameter values are utilized to estimate the harm to people (death and injuries) and to structural components of typical buildings: columns made of reinforced concrete and walls of tuff stone masonry.

2.2. Blast Damage to People

People involved in an explosion can suffer from harm due to the high level of overpressure. Several effects of overpressure and duration of the high-pressure (impulse) event on people must be taken into account. Direct and indirect effects are generally distinguished. On the one hand, pressure-sensitive organs (e.g., lungs and ears) can be damaged by a change in pressure [19]. On the other hand, a person can be indirectly involved in the explosion and suffer from indirect damage, such as the impact from flying fragments generated by structure damage or collapse. In addition, people can be thrown away from the overpressure, with a possible subsequent impact [20]. All these effects must be viewed in order to establish the risk to which a person may be exposed. Generally, a harm criterion is used to transform the consequences of an accident into a probability of harm to people [21]. For people, both damage in terms of either injury or fatality are considered.

The generally applied method to estimate the level of harm to people as a consequence of an explosion uses the Probit (Probability unit) functions, which characterize the dose–effect

relationship [20,22,23]. A Probit Function transforms a dose (V) to a probability of injury or fatality. The Probit variable Y is evaluated through Equation (3) [23]:

$$Y = k_1 + k_2 \ln V \quad (3)$$

where k_1, k_2 are empirical constants that reflect the specific hazard and V is the causative factor that represents the dose. To convert Probits to percentage, which is the probability of a specific damage, Equation (4) is used:

$$\text{Percentage} = 50 \left[1 + \frac{Y - 5}{|Y - 5|} \operatorname{erf} \left(\frac{|Y - 5|}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (4)$$

where erf is the error function. Probit functions are particularly useful in quantitative risk assessment (QRA) since they can provide harm probabilities for the range of accidents included in risk assessment. Table 3 lists the Probit equations used in this work to calculate both death and injury to people.

Table 3. Probit functions for damage caused by explosion.

Damage	Probit Equation
Deaths from lung hemorrhage	$Y = Y = 5 - 5.74 \ln (4.2 P_a/P_{ef} + 1.3/I_{sc})^a$ [20]
Deaths from head impact	$Y = 5 - 8.49 \ln (2430/P_s + 4 \times 10^8/P_s I)^b$ [20]
Deaths from whole-body impact	$Y = 5 - 2.44 \ln (7380/P_s + 1.3 \times 10^9/P_s I)^b$ [20]
Injuries from ear-drum rupture	$Y = -12.6 + 1.524 P_s^c$ [23]

^a: P_a = atmospheric pressure [Pa], $I_{sc} = I/(P_o^{1/2} \times m^{1/3})$, m = mass of person = 70 kg, P_s = peak overpressure [Pa], $P_{ef} = P_s + 5 \times P_s^2/(2 \times P_s + 1.4 \times 10^6)$, ^b: P_s = peak overpressure [Pa], I = impulse of the shock wave [Pa × s], ^c: P_s = peak overpressure [Pa].

In particular, for deaths from lung hemorrhage, the correlation uses as the causative variable a combination of overpressure, impulse, and dynamic pressure (P_{ef}) and mass of person [20]. For deaths from lung hemorrhage, an overpressure threshold value of 82.7–103.4 kPa [24] and an impulse threshold value of 180 kPa ms [25] are reported in the literature. For damage due to the whole-body displacement, the available correlation provides a probability of harm as a function of both the peak overpressure and the impulse [20]. Overpressure threshold values of 55.16 and 75.84 kPa, respectively, for deaths from head impact and whole-body impact are reported in [26–28] when people are knocked down by pressure waves. Finally, for impulse a threshold value of 370 kPa ms [25] is considered to cause 1% serious injury from displacement.

With regards to reversible damage, which only induces injuries, the most sensitive organ to pressure changes is the ear and the damage to hearing is brought about by the ear-drum rupture. The overpressure threshold value for ear-drum rupture is 13.8 kPa [24]. Flying fragments can also cause injuries, which depend on the size and weight of fragments, the impact velocity, and the location of the impact on a human body [20]. However, the lack of properly validated models makes it difficult to fully evaluate the impact of flying fragments on people [19].

Once the probability of fatalities and injuries for the various direct and indirect effects of the explosion has been evaluated, the annual probability of damage to people under the explosion event is then calculated. It is a combination of the conditional probability of damage given by an explosion, $Pr[D|E]$, and the probability of occurrence of the explosion as a consequence of pipeline failure, $Pr[E|R]$, and it is calculated as follows:

$$Pr[D] = Pr[D|E]Pr[E|R]\lambda_R \quad (5)$$

where D is the damage to people (death or injury); E is the explosion event; R is the pipeline rupture; λ_R is annual rate of pipeline rupture occurrence/year per 1000 km.

A value of 0.126/year per 1000 km in Equation (5) was used [16]. In the case of fatality, $Pr[D|E]$ constitutes the cumulative probability of deaths from lung hemorrhage, head impact, and whole-body displacement.

2.3. Blast Damage to Structural Components

Pressure–impulse diagrams can be considered as capability models that allow safety assessments of structural systems under blast loading. A number of failure modes, such as flexural, shear, and flexural-shear mixed, can be taken into account. Pressure–impulse diagrams define the overpressure (P_s) and impulse (I) that combined cause a prescribed severity of structural damage. The destructive effect of a blast can be measured by means of different parameters, each of them referred to as a damage measure (DM). The choice of the best DM depends on the construction features of the structural element and its expected behavior up to a collapse.

After a DM is chosen and valued to define the structural damage level tolerated by the decision-maker(s), the pressure–impulse curve establishes the boundary conditions between safety and failure, accounting for three alternative types of structural response to blast loading: quasi-static, dynamic, and impulsive behavior modes. The former type of structural response occurs if blast loading is characterized by a pressure–time history with very long duration compared to the natural period of vibration of the structural element. In those conditions, failure takes place if P_s attains a critical pressure that turns out to be the horizontal asymptote of the pressure–impulse diagram. In contrast, blast loading is assumed to have an impulsive nature in the case of a very short duration. In such conditions, failure occurs if I reaches a critical impulse, which is the vertical asymptote of the pressure–impulse diagram. Conditions in between quasi-static and impulsive define a dynamic loading that produces a structural response, possibly resulting in mixed shear-flexural failure. This latter is observed if P_s and I delineate a point of the pressure–impulse curve. Given a damage (and hence performance) level of the structural component, pressure–impulse combinations that fall between the coordinate axes and the P–I diagram define the safety region under blast loading.

In this paper, pressure–impulse diagrams were utilized to take the dynamic performance of two distinct classes of structural elements into account: reinforced concrete (RC) columns of framed building structures and tuff stone masonry (TSM) load-bearing walls of old building structures.

2.3.1. RC Columns

The pressure–impulse diagrams for RC columns were evaluated by Parisi [28] on the basis of Monte Carlo simulations, considering uncertainties, material properties, geometry, and capacity modelling. The selected pressure–impulse curves are characterized by a uniform probability of exceeding a prescribed damage level, namely, minor damage, moderate damage, and near collapse. In this study, the median pressure–impulse curves corresponding to a near collapse condition were considered.

The reinforced concrete columns selected in this work are representative of those detected in gravity-load designed buildings. Considering Italian RC buildings after 1971, the following properties are assumed: concrete strength class C20/25, that is, a structural concrete with cylinder and cube characteristic compressive strengths equal, respectively, to 20 MPa and 25 MPa; steel type FeB44k, which is similar to steel type B450C considered in current building codes. In addition, all columns are supposed to have a squared cross section ($300 \times 300 \text{ mm}^2$ in size), concrete cover $c = 30 \text{ mm}$, steel ribbed rebar, and nominal height $H = 3.00 \text{ m}$. This latter geometric property can be recognized as the inter-story height of most of Italian residential buildings.

2.3.2. TSM Load-Bearing Walls

Tuff stone masonry walls were chosen because they are the primary elements of ancient building structures, not only in Euro-Mediterranean countries but also in other regions of the world. The motivation behind their selection for this study was that TSM walls have a completely different behavior and resistance under blast loading, compared to RC columns. This is mostly a consequence of the following differences between TSM walls and RC columns: (i) unreinforced masonry with both tensile and compressive strengths considerably lower than those of concrete; (ii) RC columns with steel reinforcement capable of withstanding high tensile stresses; (iii) sensitivity of structural behavior and

failure mode to axial loading; and (iv) different boundary conditions. Thus, TSM walls subjected to blast loading generally experience flexural out-of-plane collapse.

Tuff stone masonry walls with height $h_w = 3.00$ m, transverse slenderness ratio $\lambda = 10$ (i.e., the ratio between height and thickness, t_w , hence resulting in 300 mm), and axial load ratio $\alpha = 25\%$ (i.e., the ratio between the average axial pressure due to gravity loads, P_v , and compressive strength of masonry, f_m) were assumed. The material properties of the case-study masonry walls were as follows: material density $\rho = 1360$ kg/m³; Young's modulus $E = 2159$ MPa; Poisson's ratio $\nu = 0.25$; and peak compressive strength $f_m = 3.96$ MPa.

In this study, selected pressure–impulse curves numerically obtained by means of nonlinear time history analysis of nonlinear finite element models were selected according to a previous study [29].

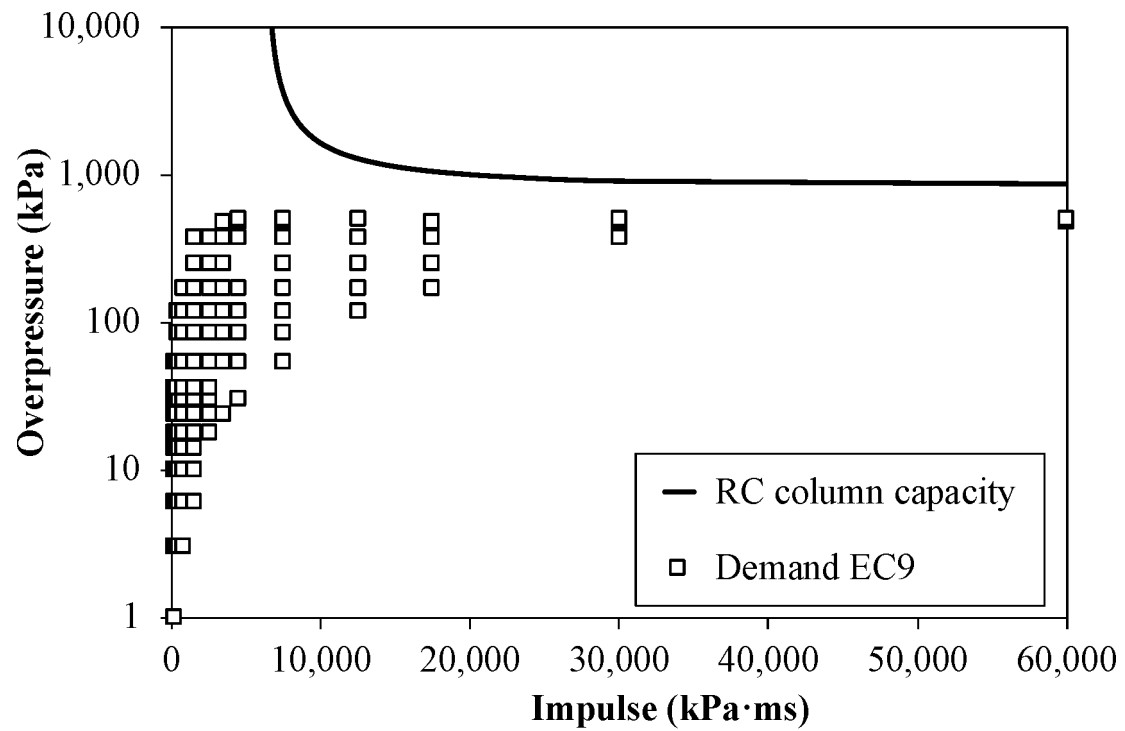
3. Results and Discussions

The first results of the analysis are the peak overpressure and impulse values and their probability of occurrence during the explosion, $Pr[E|R]$. From a probabilistic point of view, the maximum overpressure and impulse values were respectively 507 kPa and 60,000 kPa ms, corresponding to explosive class 9. These maximum values fell to 36 kPa and 4500 kPa ms in the case of explosive class 6. Noticeably, the results are slightly influenced (differences below 10%) by the atmospheric conditions chosen for the simulations. Specifically, the stability class F with wind velocity of 2 m/s can be considered the worst-case scenario at which the higher probability to achieve the maximum pressure and impulse correspond. This was expected because if the weather conditions are not known or not specified, the maximum concentration can be assessed by selecting the atmospheric stability class and wind speed, which results in the worst-case scenario, i.e., the smallest values of the dispersion coefficients and the wind speed. The former occurs with stability class F while for wind speed the most common choice is a wind speed of 2 m/s.

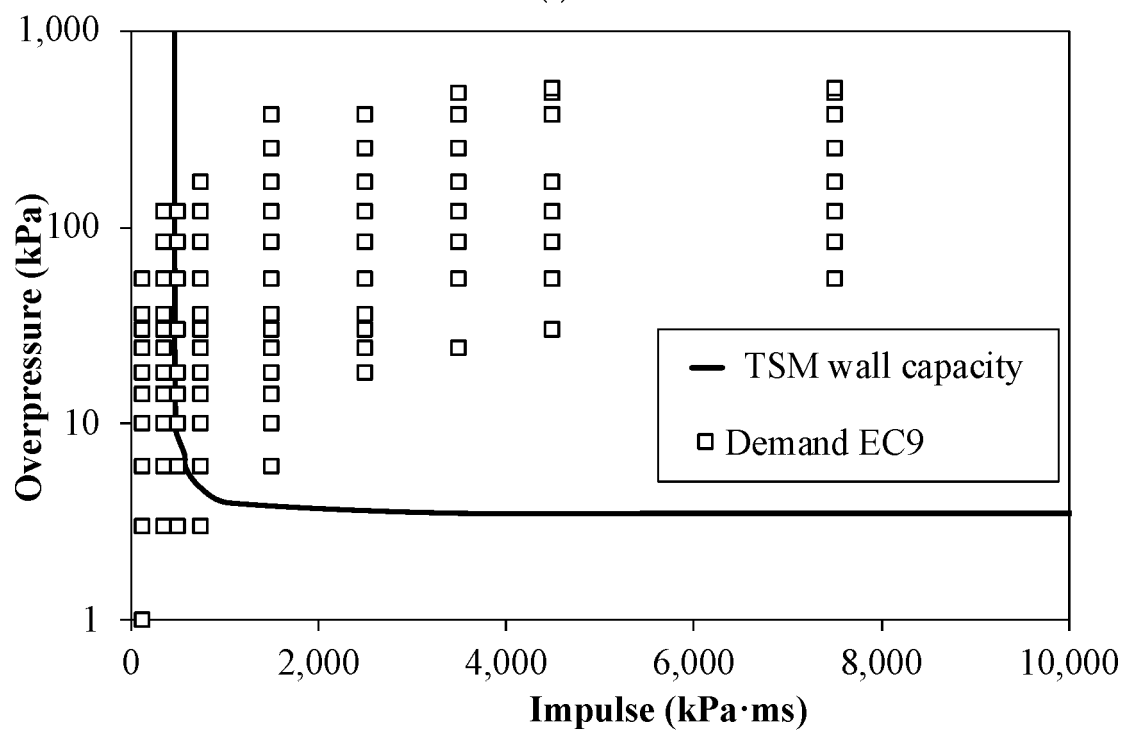
Therefore, in the following cases the results were reported just for this condition. Figure 1a,b show the pressure–impulse diagrams for the gravity-load RC columns and the TSM load-bearing walls, respectively. The individual points corresponding to the possible combination of pressure and impulse reached by an explosion are within. The designed reinforced concrete columns can be deemed safe against explosions of hydrogen for the worst-case scenario (explosive class 9 and atmospheric stability class F2) and hence for all the investigated explosive classes and atmospheric stability classes. On the contrary, TSM load-bearing walls show higher vulnerability to blast loading. Indeed, the asymptotic values of overpressure and impulse that define the blast capacity of those components are very low (i.e., 3.5 kPa and 455 kPa ms) [30].

With regards to the harm to people, probability of fatality from lung hemorrhage, head impact, and whole-body impact for the different overpressure–impulse values are reported in Figures 2–4, respectively. They refer to stability class F and wind velocity 2 m/s and to explosive class 9. Comparing Figures 2–4 the higher probability of fatality occurs from indirect effects such as from head and whole-body impact against obstacles. Indeed, the overpressures required to throw a person against obstacles are significantly lower than the values required to cause fatal lung damage. A maximum value of $1.65 \cdot 10^{-3}$ death/year/1000 km is obtained in the case of head impact for an explosion overpressure of 507 kPa and impulse of 12,500 kPa ms.

Once the risk related to hazards is assessed the results are compared to the acceptance criteria. The risk is defined as acceptable when these results satisfy the previously mentioned criteria. On the contrary, if the results do not satisfy the criteria, mitigation measures need to be evaluated. The application of the acceptance criteria for hydrogen QRA (quantitative risk assessment) reflects general practice in QRA and is also adapted to company and authority regulations. For hydrogen, no adaptations to the acceptance criteria have been made to reflect the distinctive features of hydrogen technologies or the operation of hydrogen facilities.



(a)



(b)

Figure 1. Blast demand and capacity of (a) reinforced concrete (RC) columns and (b) tuff stone masonry (TSM) walls for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

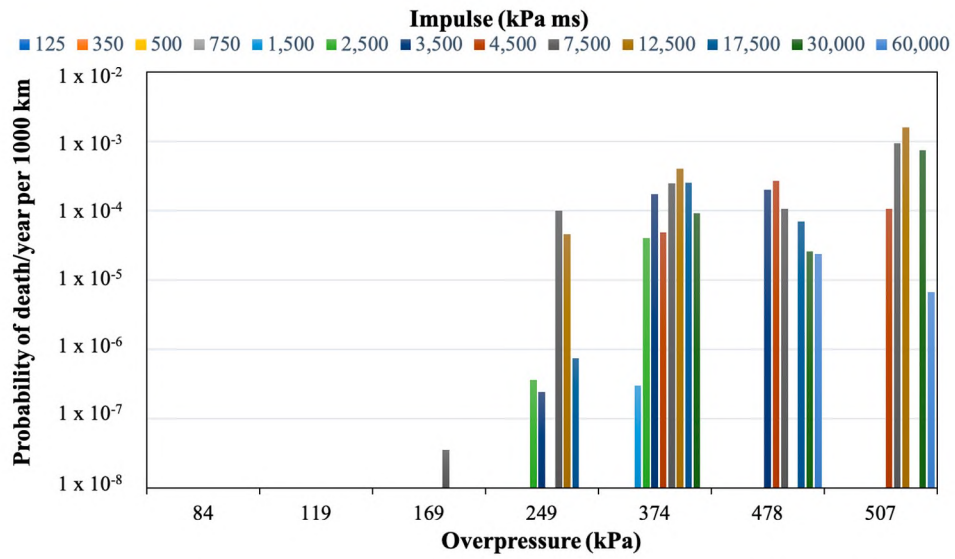


Figure 2. Probability of death from lung hemorrhage for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

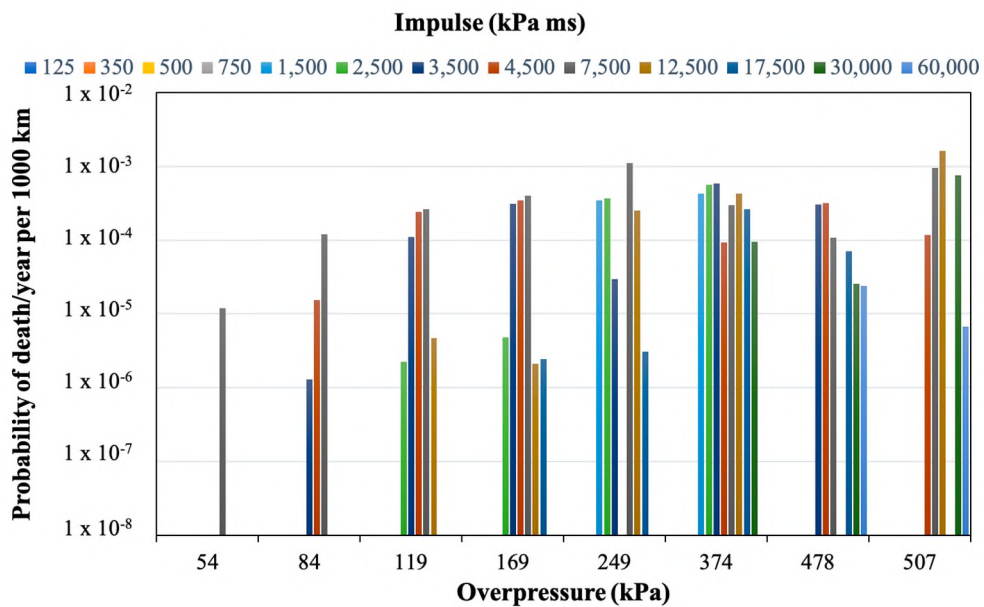


Figure 3. Probability of death from head impact for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

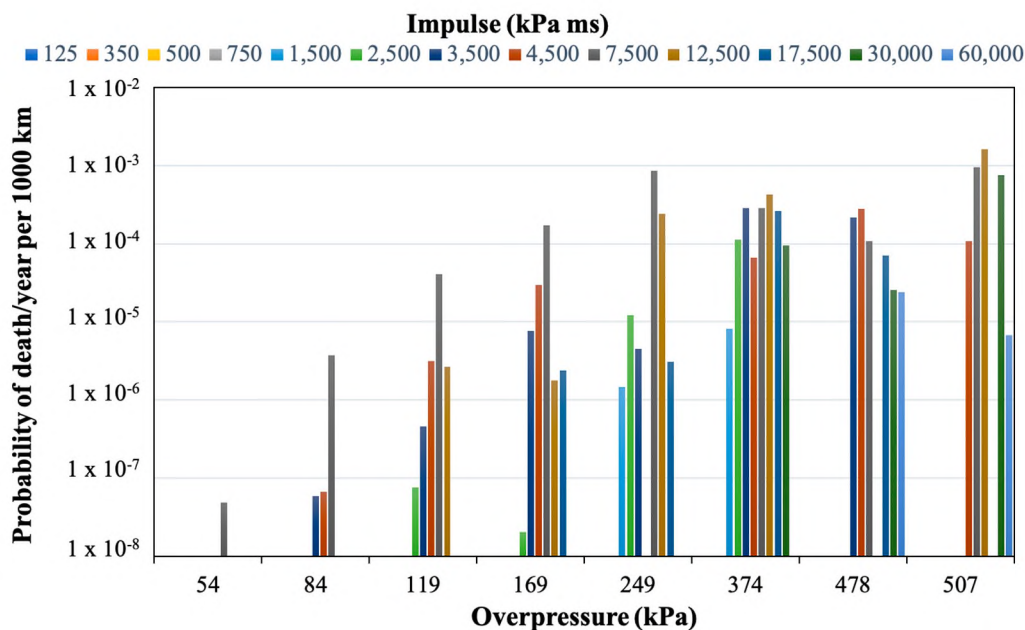


Figure 4. Probability of death from whole body impact for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

The EIGA (European Industrial Gases Association) [31] defines harm criteria as being approximately a 1% chance of individual risk of serious injury or fatality and proposes the individual harm exposure threshold for determining safety distances of 3.5×10^{-5} per year. The HSE (Health and Safety Executive) has specified risk criteria as follows: for workers, maximum tolerable risk is 10^{-3} per year; for the public, 10^{-4} per year; broadly acceptable risk, 10^{-6} per year [32]. Risks falling into the region below 10^{-6} per year are generally regarded as insignificant and adequately controlled. In the Netherlands, the maximum acceptable individual risk is 10^{-6} per year [32]: This is a fixed limit for “vulnerable objects” (i.e., schools, hospitals, housing, etc.), and a target to be achieved as far as possible for “less vulnerable objects” (i.e., offices, shops, recreational facilities). This applies both to risks arising from fixed installations and to the transport of dangerous goods. It is calculated for an unprotected person (i.e., outdoors) present all year at specific locations. Therefore, in order to measure the risk levels for on-site personnel and general public that may be exposed to the accidents originating from the hydrogen facilities, the quantitative acceptance criteria considered here are 10^{-6} per year [32].

From comparison with the acceptance criteria, the fatality risk is not acceptable in the case of explosive class 9 and atmospheric stability class F2. On the contrary, in the case of explosive class 6 and F2 the probability of death (10^{-11} death/year/1000 km) is well below the risk acceptance criteria.

With regards to injuries (Figure 5), since the overpressures required to cause eardrum rupture are quite low, probability of injuries are higher than 10^{-5} /year/1000 km for overpressure higher than 10 kPa. Similar results were obtained for explosive class 6 and the same atmospheric class F2.

Moreover, the extent of the damage to buildings depends on both the level of overpressure and impulse and the type of construction of the structure. From the analysis carried out on RC columns and TSM walls, it is possible to conclude that there is no risk of harm in the case of RC columns of framed buildings because those structural components will not collapse. On the contrary, the higher vulnerability of TSM load-bearing walls to blast loading can cause indirect damage to the people inside the building.

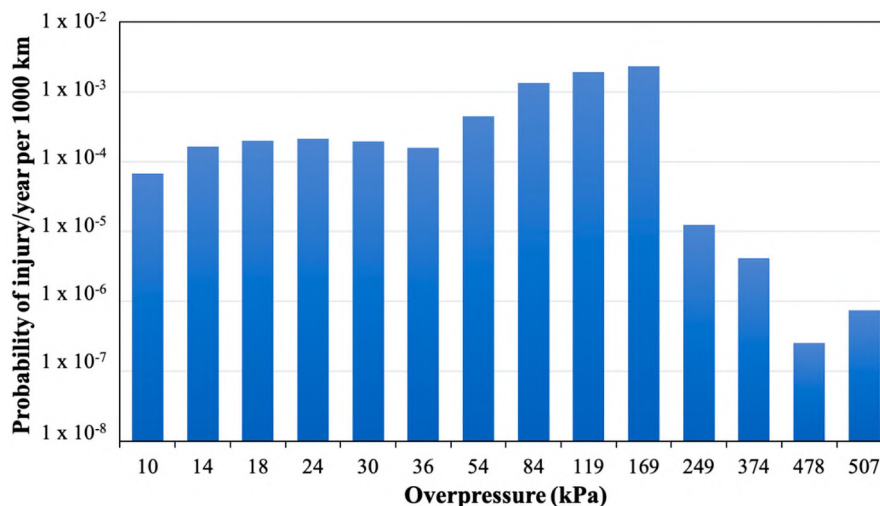


Figure 5. Probability of injury from eardrum rupture for explosive class 9 and atmospheric stability class F2.

Finally, a minimum safety distance between pipelines and populated area is derived. The safety distance is here considered as the minimum separation between a hazard source and a person, which will mitigate the effect of a likely foreseeable incident. The individual harm exposure threshold for determining safety distances is equal to 10^{-6} per year. From comparison with the harm criteria, a safety distance of 1000 m is calculated, as shown in Figure 6.

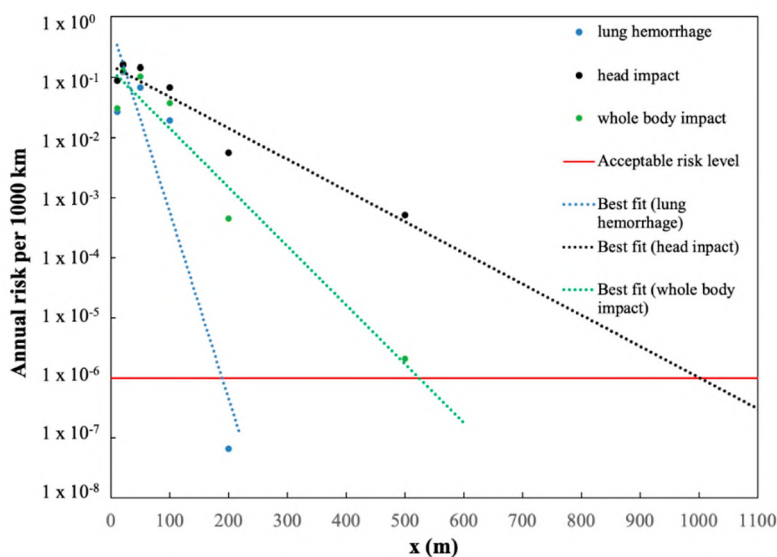


Figure 6. Annual risk per 1000 km of damage to people vs. safety distance (x (m)), in the case of blast strength 9 and atmospheric stability class F2.

4. Prevention and Mitigation Systems

In order to reduce or eliminate long-term risks resulting from accidental events, mitigation actions must be undertaken. The most rigorous risk-management procedures related to high-pressure hydrogen pipelines must be required.

The Hydrogen Tools Portal, developed by the Pacific Northwest National Laboratory with the support of the U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), suggests a risk reduction plan to reduce or eliminate the most critical issues, subsequent to the individualization of the hazards and the classification of the risk.

Prevention measures are used to minimize to an acceptable level or remove the likelihood of occurrence and/or the severity of consequences.

The following steps for hazard control are proposed:

1. Remove the hazard, if it is possible
2. Use materials with the same features and functions, but that are less hazardous
3. Introduce engineering controls in order to isolate the hazard
4. Define administrative controls (procedures, indicators, and rules) for workers and any other people who may be involved in the hazard
5. Provide personal protective equipment

The EIGA (European Industrial Gases Association), after the identification of the hazards, suggests that, for each hazard, mitigation measures shall be determinate [30]. These measures consist of the following:

- (i) controlling of third party interference,
- (ii) thickening of the pipe,
- (iii) non-destructive testing on welds,
- (iv) inerting of the pipe,
- (v) marking of the pipe,
- (vi) installing valves that detect an increase of flux or decrease of pressure,
- (vii) mass balancing to individuate a leak,
- (viii) burying the pipeline,
- (ix) protecting the pipe with suitable coating,
- (x) operating procedures (i.e., inspections programs, corrosion control programs, emergency plan).

5. Conclusions

In this work, a probabilistic procedure to evaluate the damage to people and buildings involved in a gaseous hydrogen pipeline explosion was applied. Probit equations were used to assess and quantify the level and type of harm to people. Both indirect and direct damage were taken into account. The main human organs suffering from sudden changes in pressure are lungs and ear-drums and damage to these organs was examined. As a consequence of an explosion, people can also be thrown by the blast wave, suffering damage due to head impact or whole-body displacement.

The highest probability of fatality occurs from indirect effects such as from head and whole-body impact against obstacles. A maximum value of 1.65×10^{-3} death/year/1000 km was obtained in the case of an explosive class with high ignition power (class 9) and stable atmospheric conditions (F2). In addition, a person inside a structure would more likely be injured or killed by the facility collapse than from lung damage.

The assessment of structural damage showed very low levels of risk of damage to reinforced concrete columns of framed buildings, because those structural components do not collapse. On the contrary, the higher vulnerability of TSM load-bearing walls to blast loading can cause indirect damage to the people inside the building. A safe distance of 1000 m has been proposed in order to design a new pipeline network. However, to reduce the estimated safety distances, risk prevention and mitigation measures must be taken into account.

Author Contributions: Conceptualization, P.R.; Methodology, P.R. and F.P.; Software, A.D.M.; Supervision, P.R.; Validation, A.D.M. and F.P.; Visualization, A.D.M.; Writing—original draft, A.D.M.; Writing—review and editing, P.R. and F.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Merchant Hydrogen Plant Capacities. Available online: <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-production> (accessed on 20 March 2019).
2. Linde Engineering News. Available online: <https://www.lindeengineering.com/en/newsandmedia/pressreleases/news-20190228> (accessed on 20 March 2019).
3. Eurostat Data of Statistics on the Production of Manufactured Goods. Available online: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/main> (accessed on 20 March 2019).
4. Hydrogen Pipelines. Available online: <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-delivery> (accessed on 20 March 2019).
5. Zhang, X.; Xiao, L. Analysis of hazardous chemicals transportation accidents and transportation management. *Chem. Eng. Trans.* **2018**, *67*, 745–750.
6. Rusin, A.; Stolecka, K. Hazards associated with hydrogen infrastructure. *J. Power Technol.* **2017**, *97*, 153–157.
7. Crowl, D.A. *Understanding Explosions*; American Institute of Chemical Engineers: New York, NY, USA, 2003.
8. Gerboni, R.; Salvador, E. Hydrogen transportation system: Elements of risk analysis. *Energy J.* **2009**, *34*, 2223–2229. [[CrossRef](#)]
9. Russo, P.; De Marco, A.; Parisi, F. Failure of concrete and tuff stone masonry buildings as consequence of hydrogen pipeline explosions. *Int. J. Hydrog. Energy* **2019**, *44*, 21067–21079.
10. Russo, P.; Parisi, F. Risk-targeted safety distance of reinforced concrete buildings from natural-gas transmission pipelines. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* **2016**, *148*, 57–66. [[CrossRef](#)]
11. Ermak, D.L. SLAB an atmospheric dispersion model for denser than air releases. In *UCRL-MA-105607*; Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, CA, USA, 1990.
12. TNO. Methods for the calculation of physical effects due to releases of hazardous materials (liquid and gases). In *Yellow Book*; Van den Bosh, C.J.H., Weterings, R.A.P.M., Eds.; TNO: The Hague, The Netherlands, 2005.
13. Pasquill, F. The estimation of the dispersion of windborne material. *Meteorol. Mag.* **1961**, *90*, 33–49.
14. PHMSA. Gas Distribution, Gas Gathering, Gas Transmission, Hazardous Liquids, Liquefied Natural Gas (LNG) and Underground Natural Gas Storage (UNGS) Annual Report Data. Available online: <https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/gas-distribution-gas-gathering-gas-transmission-hazardous-liquids> (accessed on 16 June 2018).
15. Bedel, L.; Junker, M. Natural gas pipelines for hydrogen transportation. In Proceedings of the 16th World Hydrogen Energy Conference (WHEC 2006), Lyon, France, 13–16 June 2006; pp. 1006–1010, ISBN 9781622765409.
16. Air Liquide. Questions and issues on hydrogen pipelines, pipeline transmission of hydrogen. In Proceedings of the Doe Hydrogen Pipeline Working Group Meeting, 31 August 2005; Available online: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f10/hpwgw_questissues_campbell.pdf (accessed on 20 March 2019).
17. EGIG. *8th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group*; European Gas Pipeline Incident Data Group: Groningen, The Netherlands, 2011.
18. Melani, L.; Sochet, I.; Rocourt, X.; Jallais, S. Review of methods for estimating the overpressure and impulse resulting from a hydrogen explosion in a confined. In Proceedings of the ICH2009 International Conference on Hydrogen Safety, Ajaccio, France, 16–18 September 2009.
19. HyResponse Grant agreement No: 325348. *Lecture-Harm Criteria for People and Environment, Damage Criteria for Structures and Equipment*; Tretsiakova-McNally, S., Ed.; Ulster University: London, UK, 2016.
20. TNO. Methods for the determination of possible damage. In *Green Book*; CPR 16E; The Netherlands Organization of Applied Scientific Research: The Hague, The Netherlands, 1989.
21. LaChance, J.; Tchouvelev, A.; Engebo, A. Development of uniform harm criteria for use in quantitative risk analysis of the hydrogen infrastructure. *Int. J. Hydrog. Energy* **2011**, *36*, 2381–2388.
22. HSE. *Methods of Approximation and Determination of Human Vulnerability for Offshore Major Accident Hazard Assessment*; UK 2010 SPC/Tech/OSD/30; HSE: Buxton, UK, 2013.
23. Crowl, D.A.; Louvar, J. *Chemical Process Safety Fundamentals with Applications*, 3rd ed.; Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 2011.
24. Jeffries, R.M.; Gould, L.; Anastasiou, D.; Franks, A.P. Derivation of Fatality Probability Functions for Occupants of Buildings Subject to Blast Loads. In *Probabilistic Safety Assessment and Management '96*; Cacciabue, P.C., Papazoglou, I.A., Eds.; Springer: London, UK, 1996. [[CrossRef](#)]

25. NFPA. *Hydrogen Technologies Code*; NFPA: Quincy, MA, USA, 2011.
26. AIChE. Center for chemical process safety. In *Guidance for Consequence Analysis of Chemical Releases*; American Institute of Chemical Engineers: New York, NY, USA, 1999.
27. CCPS. *Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapour Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs*; American Institute of Chemical Engineering: New York, NY, USA, 1994.
28. Federal Emergency Management Agency. *Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures*; Federal Emergency Management Agency: Washington, DC, USA, 1987.
29. Parisi, F. Blast fragility and performance-based pressure- impulse diagrams of European reinforced concrete columns. *Eng. Struct.* **2015**, *103*, 285–297. [[CrossRef](#)]
30. Parisi, F.; Balestrieri, C.; Asprone, D. Blast resistance of tuff stone masonry walls. *Eng. Struct.* **2016**, *113*, 233–244. [[CrossRef](#)]
31. EIGA. *Determination of Safety Distances*; IGC Doc 75/07/E. Revision of Doc 75/01/rev; European Industrial Gases Association: Brussels, Belgium, 2007.
32. DNV GL AS Maritime Advisory. Risk acceptance criteria and risk based damage stability. In *Final Report, Part 1: Risk Acceptance Criteria: DNV GL*; Report No.: 2015-0165, Rev 2; DNV GL AS Maritime Advisory: Hovik, Norway, 2015.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Verzonden: 10/20/2022 10:06:17 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s): [REDACTED]

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: s [REDACTED]

Als: Buurt en/of bewonersorganisatie

(Mede) namens:

Organisatie: Stichting Dorpsraad Wijk aan Zee

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Zie bijlage 1

91297676_8188274_20221020_Zienswijze_Voornemen_en_voorstel_voor_Participatie_Waterstofnetwerk_NZKG.pdf

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie bijlage 1

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Zie bijlage 1

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Zie bijlage 1



Bureau Energieprojecten
 Inspraakpunt Watersofnetwerk NZKG
 Postbus 111
 9200 AC Drachten
 Via website www.rvo.nl/waterstofnetwerk-nzkg

Wijk aan Zee, 20 oktober 2022

Betreft: Reactie Dorpsraad op terinzagelegging Voornemen en voorstel voor participatie
 Waterstofnetwerk NZKG

De Dorpsraad heeft naar aanleiding van de digitale kennismakingsavond op 19 september 2022 en de daaropvolgende inloopavond avond van 27 september 2022, en d.m.v. het bestuderen van de nu ter inzage liggende documenten over de aanleg van het waterstofnetwerk de volgende vragen welke in haar ogen onduidelijk zijn of niet beantwoord.

Hierbij richten wij ons op de mogelijke overlast van de aanleg en gebruik van het Waterstofnetwerk in de IJmond aan de noordzijde van het Noordzeekanaal.

De volgende aandachtspunten hebben onze aandacht vanuit de participatie:

- Het in kaart brengen, respectievelijk voor ons zichtbaar maken van de huidige leidingtracés van water, aardgas, elektra en data. Informatie over een mogelijke route langs de A9 en het westen daarvan, inclusief compressorstation in gemeenten Heemskerk, Uitgeest-zuidzijde (bij mogelijk alternatief tracé naar Tata Steel om de noordzijde van Beverwijk-Heemskerk ter sprake kan komen), Beverwijk en Velsen (ten noorden van en inclusief het Noordzeekanaal) dit alles om een mening te kunnen vormen over het te kiezen tracé.
- Kunnen en worden toekomstige varianten van het tracé in plenaire sessies besproken worden met de participanten.
- Huidige, tussentijdse en toekomstig gewenste hoeveelheden H2 en elektrische energie van/voor Tata Steel, Vattenfall en andere aangesloten verbruikers (bijv. Van Gelder). Ook het in kaart brengen van mogelijke overige bedrijven welke in scope zijn om aan te sluiten.
- Wat zijn de opties voor het aansluiten van huishoudens, is hier al naar gekeken of is dat een langetermijnvisie, zo ja, op welke termijn.
- Is al bekend en kan worden aangegeven waar de bedrijven worden aangesloten (locatie take over points). Als deze nog niet bekend zijn op welke termijn is dat wel bekend.



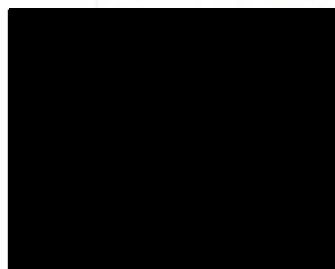
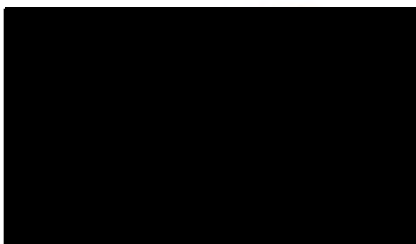
- Wat zijn de effecten voor de leefomgeving; gezondheid met daarbinnen geur, geluid, veiligheid en de risico's van H2 in de nabijheid van onze leefomgeving.
- Waarom heeft Tata nog geen overeenkomst gesloten met jullie in relatie tot haar eigen H2 productie op eigen terrein.
- Zijn er ervaringen bekend van al bestaande H2 fabrieken.
- Wordt er gekeken naar de gevolgen van hinder zowel tijdens ontwerp-, aanleg- en exploitatiefase.
- Wordt er een geluidsmeting (nul-meting) voor- en achteraf gedaan.
- Welke groepen participanten zijn door jullie betrokken bij de aanleg en realisatie in onze regio, waaronder burgers, belanghebbenden als Vattenfall, Tata, besturen van gemeenten en provincie en andere overheid gerelateerde, nutsbedrijven etc., etc.

U ziet een hele opsomming van zaken welke de nadruk leggen op de leefbaarheid van Wijk aan Zee en haar omgeving. Een omgeving welke al diep gebogen door het leven gaat door allerlei nare effecten van zware industrie in haar directe leefomgeving.

In afwachting van uw reactie verblijven wij.

Namens de Stichting Dorpsraad Wijk aan Zee

Hoogachtend,



Verzonden: 10/20/2022 10:25:36 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED]

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer: [REDACTED]

E-mailadres: [REDACTED]

Als: burger, maatschappelijke organisaties, bewonersorganisatie

(Mede) namens: IJmondig cs. [REDACTED], Gezondheid op 1.

Organisatie: IJmondig cs, Gezondheid op 1.

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Nee. Dit dient dus nog gedaan te worden. Gezondheid van onze leefomgeving mens, dier en plant en belang kind dienen leidend te zijn. Zie ook parlementair enquête uitspraak Kinderombudsvrouw. Dat gebeurt hier niet. En gaat ook niet gebeuren als Tata nog jaren zoals de planning doorgaat met onze leefomgeving vergiftigen en een megasubsidie ontvangt faciliterend hiermee nog jaren door te gaan richting Waterstof voor dit commerciële zwaar vervuilende bedrijf dat mensen- en kinderrechten hier in het NZKG schendt. Digitale veiligheid en digitale deskundigheid van haven NZKG en Brzo-terrein Tata en belendend Tennet en de toezichthouder ODNZKG zijn niet volwaardig te garanderen (zie o.a. rapport OVV, december 2021 en Rekenkamer en commissie Aartsen etc.). Toezicht faalt zeer zorgwekkend blijkt uit alle onderzoeken.

91297796_8188304_zienschijzervowaterstofnetwerkijmondigcsgezondheidop1.pdf

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zet gezondheid mens, dier en plant en het belang van het kind op 1. Belang kind dient leidend te zijn in alle overheidsbeslissingen, zie bijlage en zie parlementair enquête kinderombudsvrouw.

91297796_8188305_Kinderrechten_en_zorgplicht_betrokkenen.pdf

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Nee, tot op heden niet. Zie zienschijze voor wensen (eisen want het gaat om de rechten gezonde leefomgeving mens, dier en plant). IJmondig en Gezondheid op 1 zijn tot op heden niet benaderd.

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Nee en dat is zeer zorgwekkend.

AANTEKENEN

Wijk aan Zee, 19 oktober 2022

Digitaal verzonden

Aan:

RVO, Bureau Energieprojecten Ezk

Aantal blz.: 2 plus bijlage VN-kinderrechtenverdrag

belang van het kind in overheidsbeslissingen

Betreft: Waterstofnetwerk NZKG industrie

Van: IJmondig cs en [REDACTED] (gezondheid op 1.)

Correspondentieadres [REDACTED]

[REDACTED] telefoon: [REDACTED]

Geachte RVO,

Wij dienen hierbij als belanghebbenden: lokale belangengroepen, lokale burgers en maatschappelijke organisaties, onze zienswijze en eisen in.

U betreft de personen en partijen van wie de belangen beïnvloed kunnen worden door het project Waterstofnetwerk NZKG óf die belangrijk zijn voor het ruimtelijk inpassen en vergunbaar krijgen van het project. En dat zijn wij.

Het betreft o.a. de eis het meenemen in uw besluitvorming van de publicatie RIVM d.d. 15 juni jl. cumulatie en vergunningverlening ZZS 2022-0061 en belang gezondheid en veiligheid van onze leefomgeving mens, dier en plant op nr. 1 te zetten. Wij verwijzen naar de site van het RIVM om deze publicatie op te vragen: <https://www.rivm.nl/publicaties/cumulatie-en-vergunningverlening-zzs>.

- Wij zien andere oplossingen voor de geschetste opgave. Dit betreft bijvoorbeeld andere alternatieve tracés voor het transport van waterstof. Tata elders omwille van de leefomgeving NZKG kan in beeld komen gezien de zeer zorgwekkende situatie mbt

de belasting van de leefomgeving en Natura2000-gebieden NZKG en gedane en lopende onderzoeken en rechtzaken.

- Het recht op een volwaardige gezonde en groene leefomgeving mens, dier en plant NZKG wat nu totaal het tegenovergestelde is en geschonden wordt dagelijks (zie onderzoeken NZKG RIVM) spreekt voor zich.
- Wij hebben via ons netwerk specifieke kennis over natuur, milieu, archeologie of cultuurhistorie of andere informatie over waarden of belangen in het gebied tussen het IJmond gebied en het Amsterdams havengebied. Zoals adequate kennis van het recht op en het belang van een gezonde leefomgeving NZKG mens, dier en plant die nu leidend dient te zijn (ook in de klimaatplannen van de industrie en overheid).
- Er dient volwaardig pro-actief rekening gehouden te worden met het feit dat het belang van het kind leidend dient te zijn in al uw plannen en uitvoering (zie bijlage en verhoor kinderombudsman parlementaire enquête) die hun recht aangaan en de rechten van mens, dier en plant.
- Ook dient u rekening te houden met beheerplannen en waarde en overbelasting van onze Natura2000-gebieden en zodanig een MER op te stellen waarin belang kind en gezondheid en veiligheid mens, dier en plant leidend is.
- Wij willen bij iedere stap in uw besluitvorming en de ontwikkeling van het project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied van HNS pro-actief en volwaardig betrokken worden en invloed kunnen uitoefenen uitgaande van vorengenoemde belangen kind en mens, dier en plant.
- De transitie naar Groen Staal van Tata zoals dat er nu ligt en waterstoffabriek(en) hier pal in de MRA, betekent doorgaan met schending van de rechten van mens, dier en plant NZKG en hun recht op nu een gezonde veilige leefomgeving.
- Kostenefficiëntie mag niet leidend zijn: dat is ons recht op een gezonde veilige leefomgeving NZKG.

De verplichting van de toezichthouder en vergunningverlener Milieu en Gezondheid is zorgplicht. De overheid dient adequaat zorg te dragen voor de rechten van mens en dier en plant. En in haar overheidsbeslissingen dient het belang van het kind leidend te zijn (VN-kinderrechtenverdrag, zie bijlage). Wij refereren ook aan de Urgenda-zaak en de daarin genoemde di Sarno en Jugheli-zaak.

Wij verzoeken u vriendelijk om een ontvangstbevestiging van onze zienswijze, bezwaren en eisen. Wij zenden onze aanvullingen die relevant kunnen zijn na.

Hoogachtend,

██████████ als inwoner en namens IJmondig cs en ██████████ e (Gezondheid op 1.)

- ██████████ is gemachtigd te tekenen namens Gezondheid op 1, ██████████ en IJmondig cs.

Kinderrechten en zorgplicht betrokkenen
 waaronder (semi-)overheidsbesturen, zoals provincie, gemeente en scholen, naast ouders.

Artikel 3 Belang van het kind

Verdragstekst

Lid 1. ***Bij alle maatregelen betreffende kinderen, ongeacht of deze worden genomen door openbare of particuliere instellingen voor maatschappelijk welzijn of door rechterlijke instanties, bestuurlijke autoriteiten of wetgevende lichamen, vormen de belangen van het kind de eerste overweging.***

Lid 2. *De Staten die partij zijn, verbinden zich ertoe het kind te verzekeren van de bescherming en de zorg die nodig zijn voor zijn of haar welzijn, rekening houdend met de rechten en plichten van zijn of haar ouders, wettige voogden of anderen die wettelijk verantwoordelijk voor het kind zijn, en nemen hiertoe alle passende wettelijke en bestuurlijke maatregelen.*

Artikel 247, wetboek 1, burgerlijk wetboek: ouders zijn verantwoordelijk voor de veiligheid en ontwikkeling van hun minderjarige kinderen.

Artikel 247

1.

Het ouderlijk gezag omvat de plicht en het recht van de ouder zijn minderjarig kind te verzorgen en op te voeden.

2.

*Onder verzorging en opvoeding worden mede verstaan **de zorg en de verantwoordelijkheid voor het geestelijk en lichamelijk welzijn en de veiligheid van het kind alsmede het bevorderen van de ontwikkeling van zijn persoonlijkheid.** In de verzorging en opvoeding van het kind passen de ouders geen geestelijk of lichamelijk geweld of enige andere vernederende behandeling toe.*

Verzonden: 10/23/2022 6:56:04 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s):

Voorletters: [REDACTED].

Straat: [REDACTED]

Huisnummer: [REDACTED]

Postcode: [REDACTED]

Woonplaats: [REDACTED]

Land: Nederland

Telefoonnummer:

E-mailadres: info@IJmondIJzersterk.nl

Als: Maatschappelijke organisatie

(Mede) namens:

Organisatie: Stichting IJmond IJzersterk

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Zie bijlage

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie bijlage

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Zie bijlage

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Zie bijlage

**Aan:**

Bureau Energieprojecten
Inspraakpunt Waterstofnetwerk NZKG
Postbus 111
9200 AC Drachten

Onderwerp

Reactie Project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied

Uw kenmerk:

-

Datum

19 oktober 2022

Introductie

De Stichting IJmond IJzersterk heeft met genoegen kennisgenomen van het voornemen voor een Project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied. De Stichting IJmond IJzersterk is een relatief nieuwe stichting in de IJmond met als doel zo snel als mogelijk de (basis)metaalindustrie te vergroenen ten einde de leefbaarheid van de IJmond in de ruimste zin van het woord te verbeteren voor een duurzame, groene en gezonde toekomst van de IJmond en voor- en tegenstanders (mogelijk) te verbinden in positieve ontwikkelingen voor de IJmond. De (snelle) beschikbaarheid van waterstof is zo'n positieve ontwikkeling en ons inziens zelfs een kritieke succesfactor voor de transitie in de IJmond.

T.b.v. deze reactie hebben we getracht meer informatie over het project en zijn achtergronden te vinden. De officiële publicaties bieden slechts beperkte en globale informatie. We hebben daarom wellicht vragen en opmerkingen over zaken die al bekend en/of goeddeels uitgezocht zijn. Uw reactie en antwoorden zijn evenwel van groot belang voor ons om het project goed te kunnen beoordelen. Maar dat is niet alleen van belang voor ons maar ook voor alle belanghebbenden die naar dezelfde informatie op zoek zijn.

Onze stichting is primair gericht op de IJmond dus daar zal onze reactie zich ook op focussen.

Rijksoverheid en Hynetwork Services B.V.

In het document "Voornemen en voorstel voor Participatie"¹ (hierna: Projectvoornemen) wordt ingegaan op de rol van Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) en Hynetwork

¹ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en HYNENETWORK Services, Project Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied, Voornemen en voorstel voor Participatie, 9 september 2022, <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2022-09/Kennisgeving-VenP-H2-netwerk-Noordzeekanaalgebied.pdf>



Services B.V. (hierna: HNS). Daarbij wordt wel gemeld dat HNS 100% dochteronderneming is van N.V. Nederlandse Gasunie maar niet dat N.V. Nederlandse Gasunie (hierna: Gasunie) een naamloze vennootschap is, die 100% eigendom is van de Nederlandse Staat. Zonder deze kennis lijkt het of de rijksoverheid en de initiatiefnemer onafhankelijke partijen zijn maar de werkelijkheid is anders.

Daarom hebben we de vraag: *wie is nu de instantie die de beslissingen neemt? Is het project alleen maar uitbesteed aan HNS (c.q. Gasunie) om de rijksoverheid alleen haar Toezicht, Vergunning en Handhavende taken te laten uitvoeren? Als de rijksoverheid indirect een grote zeggenschapsrol heeft, hoe is dan de democratische controle geregeld c.q. wat heeft het parlement erover te zeggen?*

IJmond versus Noordzeekanaalgebied

Het valt ons op dat de ter beschikking staande documentatie spreekt over het Noordzeekanaalgebied in zijn geheel maar we ervaren dat eigenlijk de regio Amsterdam de boventoon voert en dat de IJmond wat minder aandacht heeft gekregen. Dat is wellicht begrijpelijk gezien de grote betrokkenheid van Port of Amsterdam in het voortraject. Port of Amsterdam is niet zo goed thuis in de IJmond en bekend met de lokale situatie. Naar wij vermoeden zijn de betrokkenen vanuit de IJmond alleen Tata Steel en Vattenfall geweest. Dat zijn uiteraard grote spelers maar de IJmond is meer dan deze twee. In de IJmond zijn diverse industriegebieden in Heemskerk, Beverwijk en Velsen. We zien geen aftakking naar deze gebieden. Voor Velsen komt het voorgestelde nieuwe netwerk niet eens in de buurt van de industrie en havens van IJmuiden. Het havengebied van Amsterdam is wat dat betreft natuurlijk makkelijker te benaderen met één gasleiding. Voor de transitie in de gehele IJmond is het noodzakelijk dat zoveel mogelijk bedrijven erbij betrokken worden en niet alleen die op en nabij het industrieterrein van Tata Steel zijn gevestigd. *We hopen dat in het komende traject de aspecten beter in balans gebracht worden tussen het oosten (Amsterdam) en het westen (IJmond) van het Noordzeekanaalgebied.*

Waterstofbehoefte in de IJmond

De plannen van Tata Steel om vanaf 2030 staal te produceren op een nieuwe manier met waterstof als reductiemiddel vereist natuurlijk grote hoeveelheden waterstof: geschat in de eerste fase 200 kton per jaar en na volledige transitie 400 kton per jaar. Tata Steel is daarmee in 2030 de grootste afnemer van waterstof en neemt in 2035 2/3 voor zijn rekening in Noordzeekanaalgebied.

Een vraag die rijst is natuurlijk: op welke termijn is er genoeg waterstof beschikbaar voor alle transitie-initiatieven waarbij waterstof een grote rol speelt?

Het zou voor de hand liggen dat Tata Steel een grote rol gaat spelen bij de productie en aanlanding van waterstof. Cryogeen waterstof kan makkelijk in de zeehaven van Tata Steel of IJmuiden worden aangeland. Dan zijn er geen lange transportafstanden nodig. Echter vooralsnog blijven alle initiatieven voor “waterstofproductie” in de IJmond (maar ook in het hele Noordzeekanaalgebied) ons inziens heel beperkt. En het lijkt erop dat Tata Steel dat onderdeel aan anderen overlaat. Natuurlijk het waterstofnetwerk kan ervoor zorgen dat productie niet noodzakelijk lokaal georganiseerd hoeft te worden. Ook kan het waterstofnetwerk een positieve rol spelen in de ontkoppeling van vraag en aanbod. Evenwel we denken dat “vraag” en “aanbod” dichtbij elkaar zouden moeten zitten.



In de projectplannen zien we alleen een transportleiding richting industrieterrein van Tata steel maar geen inname- en produktiepunten. Dat is ons inziens een omissie in de plannen en zou bij de tracékeuze meegenomen moeten worden.

Waterstofnetwerk met bestaande gasleidingen

Het hergebruik van bestaande aardgas infrastructuur t.b.v. een nieuwe waterstof infrastructuur, achten wij een goede manier het project snel te realiseren. Dat betekent dat er alleen omgebouwd moet worden en nieuwe afsluiters te worden geplaatst zonder veel graafwerk dat inherent hoort bij een compleet nieuw leidingensysteem. Dat leidt ook tot lagere kosten met een factor 4, zo hebben we in kunnen lezen. Dat zijn allemaal voordelen die een snelle transitie in de IJmond bevorderen en dat is iets wat de stichting nastreeft.

Evenwel het kan ook anders gelezen worden en levert vragen op zoals de volgende.

- Een grote transportleiding voor aardgas naar waterstof omzetten betekent automatisch minder aardgas transportcapaciteit. Wat gaat de aardgasgebruiker in de IJmond daarvan merken? Wat betekent dat voor de redundantie en leveringszekerheid van aardgas in de IJmond? Zeker ook nog eens als Tata Steel heel veel meer aardgas gaat verbruiken met het nieuwe staalproces?
- Is dit niet een "slinkse" manier om te komen tot een versnelde aardgasafkoppeling in de IJmond waardoor aardgasgebruikers gedwongen voor hoge kosten van ombouw komen te staan?

In de folder van HNS: "Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied"² (hierna: Folder) wordt gesteld: "Het netwerk is in eerste instantie bedoeld voor het landelijk transport tussen de vijf grote industriële clusters." *Maar wanneer is dan die tweede instantie en wat gebeurt er dan?*

In de IJmond heerst evenwel een groot wantrouwen over initiatieven waarbij de omwonenden weinig inbreng hebben maar telkens weer nieuwe overlast en gevaren ervaren. Voor bedrijven geldt nog meer dat ze niet graag gedwongen worden op korte termijn tot hoge investeringen. Voor de acceptatie van dit nieuwe waterstofnetwerk is het belangrijk dat belanghebbenden voordelen zien en geen nadelen. *De plannen zouden op dit punt veel duidelijker moeten zijn wat het betekent voor aardgasgebruik.*

Kan waterstof door aardgasleidingen?

Belangrijk aspect waar de documentatie weinig informatie over verstrekt is die van de geschiktheid van bestaande aardgasleidingen voor het transport van waterstof.

Uit onze kennis van waterstof en aardgas kunnen we wel enigszins inschatten hoe het gebruik van waterstof verschilt met dat van aardgas, Aardgas bestaat voor het grootste gedeelte uit methaan (CH₄, 82%, molecuulgewicht 16), met daarnaast een groot aandeel stikstof (N₂, 14%, molecuulgewicht 28) en ethaan, propaan, butaan en kooldioxide. Dit zijn allemaal moleculen met een molecuulgewicht dat

² Hynetwork Services, folder Waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied, [https://www.hynetwork.nl/voor-de-omgeving/noordzeekanaalgebied/\\$1020](https://www.hynetwork.nl/voor-de-omgeving/noordzeekanaalgebied/$1020)



minimaal 8x dat van waterstof is. Waterstof is een dermate klein molecuul dat veel makkelijker door structuren heen gaat. Voor de explosieveiligheid is het van groot belang dat appendages, kranen, afsluiters, afdichtingen ... geschikt zijn voor waterstof en dus niet lekken.

Waterstof staat bekend als knalgas. Waterstof heeft slechts weinig energie om te ontsteken. Op de website van TECCURO Pipeline Services³ hebben we iets meer hierover kunnen vinden. Het explosievenster van waterstof is tussen de 4,1% en 74,8% en veel groter dan dat van aardgas: ligt tussen de 4,4% en 16%. Ook al acht men de risico's slechts beperkt hoger, toch zijn diverse bedrijven en instellingen nog steeds bezig om met onderzoek de risico's van waterstof (nog?) beter in kaart te brengen. *Dat geeft te denken of de bestaande kennis wel voldoende is om alle risico's goed te kunnen adresseren.*

We hebben geen informatie kunnen vinden over de uitvoering en de mechanische sterkte van de bestaande aardgas transportleidingen. Wat we wel weten is dat voor dezelfde energie-inhoud er 3x zoveel waterstof moet worden gebruikt en dus ook getransporteerd. *Betekent dat de leidingen daarmee met hogere drukken moeten werken en zijn ze daarvoor wel gedimensioneerd?* Ook de ouderdom is ons onbekend. Dynamische belasting kan uiteindelijk leiden tot metaalmoeheid. *Wat is de veilige restleveringsduur van het leidingensysteem dat hergebruikt gaat worden?*

Omdat waterstof zo'n klein molecuul is, kan het ook makkelijker binnendringen in de metaalkristalstructuur en uiteindelijk leiden tot waterstofbroosheid. Zoals U wellicht bekend is waterstofbroosheid een fenomeen dat leidt tot microscheurtjes en vermindering van de structurele sterkte. Veiligheid moet wel bovenaan staan. *Zullen de leidingen geïnspecteerd worden op mogelijke zwakke plekken? En kan dat ook?*

Snelheid en besparing op kosten mag niet leiden tot nieuwe risico's en gevaren voor omwonenden. Het zou goed zijn als meer duidelijkheid over risico's en gevaren wordt verschaft. *We zouden willen aanbevelen dat er onafhankelijke studie komt naar de huidige stand van de kennis over de veiligheid van het hergebruik van aardgas transportleidingen voor waterstof maar ook wat nog ontbrekende kennis is.*

Waterstofnetwerk en nieuwe gasleidingen

Met het plan voor een waterstofnetwerk voor het Noordzeekanaalgebied zullen er ook nieuwe waterstoftransportleidingen moeten komen. In het Projectvoornemen⁴ afbeelding 2 wordt geschetst waar die nieuwe leidingen zouden kunnen komen. Het is duidelijk dat de nieuwe leiding richting de Amsterdamse haven in belangrijke mate door groengebied en bedrijventerrein gaat. In de IJmond daarentegen zal het ongetwijfeld langs of door bewoond gebied gaan. We gaan er immers vanuit dat de grootverbruiker Tata Steel en buur Vattenfall een directe aansluiting zullen krijgen. Op de inloopavond op 27 september 2022 in Beverwijk kregen we te horen dat het IJmond tracé zo goed als vastligt. Dat

³ Aardgasleidingen op waterstof, <https://www.teccuro.com/nl/aardgasleidingen-op-waterstof/>



past niet bij de suggestie dat er nog naar alternatieven kan worden gekeken. *Het is aan te bevelen om aan te geven waar het voorkeurstracé in de IJmond nu is voorzien zodat iedereen en met name de omwonenden weten wat eraan zou kunnen gaan komen en daarop ook kunnen reageren.*

Beschikbare informatie, nu en toekomstig

Zoals al in de introductie aangegeven, ervaren we de informatie zoals die verstrekt wordt op de website van EZK, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en HNS over het project als beperkt. De documentatie beperkt zich tot het hoogstnoodzakelijke, is nogal globaal en biedt weinig detail. Hetzelfde geldt voor de andere officiële publicaties, ze bieden slechts beperkte en globale informatie over het project in het Noordzeekanaalgebied. De in bijlage 1 van het Projectvoornemen¹ vermelde bronnen van belang voor het project, staan ook nog eens verspreid over diverse te raadplegen sites. Opmerkelijk daarbij is dat het bij deze bronnen hoofdzakelijk om overheidsinformatie gaat en dat enige informatie en/of documentatie van Gasunie en HNS ontbreekt. We veronderstellen dat zulks gebeurt vanuit een formeel oogpunt omdat er nog geen geformaliseerd plan is.

Echter als buitenstaander en belanghebbende komen er vele vragen op t.a.v.

- Leidingtracé, status en apparatuur zoals compressoren
- Overlast gedurende de bouwfase
- Overlast, risico's en veiligheid in de gebruiksfase
- Gevolgen van het gebruik van bestaande aardgasleidingen
- ...

We hebben bijvoorbeeld gelezen dat Gasunie en Port of Amsterdam een eerste haalbaarheidsstudie hebben uitgevoerd. Een referentie waar de haalbaarheidsstudie is te vinden, ontbreekt.

Daarom waren we dan ook blij met de toezending van een tweetal rapporten⁴ als reactie op ons bezoek en gesprek op de inloopavond op 27 september 2022 in het Kennemertheater, Beverwijk.

Een goede manier tot meer duidelijkheid is, ons inziens, om alle vragen die gedurende inloopavonden zijn gesteld en ook uit de reacties op het voornemen zijn voortgekomen met de bijbehorende antwoorden te publiceren in een "vraag en antwoord" webpagina of folder.

In onze zoektocht naar aanvullende informatie vonden we een interessante studie uitgevoerd door ██████████ in opdracht van NZKG⁵. Dat gaf meer inzichten in de achtergronden van het project. Het toont eens te meer aan dat er in de voorfase al veel onderzoek is gedaan. Juist vanwege de verwevenheid van overheid en initiatiefnemer en ook het heersende wantrouwen tegen elk nieuw

⁴ Hydrogen Hub Amsterdam Noordzeekanaal gebied: versneller van de waterstofeconomie; september 2022; <https://www.noordzeekanaalgebied.nl/wp-content/uploads/2022/09/Hydrogen-Hub-NZKG-2022.pdf>

Prof. Dr. Gülbahar Tezel, Robert Hensgens, Strategy&, HyWay27: waterstof transport via het bestaande gasnetwerk? Eindrapport voor het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Hyway 27, juni 2021, [2106 HyWay27 Eindrapport final.pdf \(overheid.nl\)](https://www.noordzeekanaalgebied.nl/wp-content/uploads/2021/11/211112_Waterstofversnelling_NZKG_NL_Publication.pdf)

⁵ Roland Berger, Waterstofversnelling- Mogelijkheden in het NZKG, 12 november 2021, https://www.noordzeekanaalgebied.nl/wpcontent/uploads/2021/11/211112_Waterstofversnelling_NZKG_NL_Publication.pdf



initiatief in de IJmond, is het wenselijk dat er zo transparant en compleet wordt over gerapporteerd over het project en de voortgang. *Het is aan te bevelen dat zulke documenten en andere relevante informatie over het project (en dan met name in de voorfase) op een overzichtelijke manier te vinden zijn op of via de website van HNS.*

Verder constateren we dat iedereen wel over “waterstof” spreekt, maar niet precies weet wat de fysische en chemische eigenschappen van waterstof zijn. In de Folder² wordt getracht voor iedereen begrijpelijke informatie te verstrekken. Op de inloopavond was er een poster met iets over de eigenschappen van waterstof t.o.v. andere gassen. *We denken dat dit soort informatie gebundeld in een aparte folder over waterstof (bij voorkeur met verwijzing naar openbare bronnen voor geïnteresseerden in meer informatie) kan helpen om het begrip over waterstof, de mogelijkheden, gevaren en risico's te verbeteren.*

Participatie

Door RIVM-rapporten hebben IJmondenaren grote zorgen over de gezondheid. Door de als slecht ervaren respons van overheidsorganen op klachten is er een zeer negatief beeld zo niet wantrouwen ontstaan van de overheid. Initiatieven gesteund door de overheid worden met argwaan bekeken. In het Deel II hoofdstuk 9 “Onze participatie op een rijtje: de participatiekalender” in het Projectvoornemen⁴ staat een uitgebreide lijst van participatie-activiteiten. Deze uitgebreide participatiekalender geeft voldoende momenten zijn om te reageren op dit project. Dat ervaren we als heel positief en kan daarmee wellicht een stuk wantrouwen wegnemen.

We hebben gezien dat er voor de inloopavond op velerlei manieren is getracht bekend te geven, via flyereren in het winkelcentrum Beverhof en flyereren huis aan huis naast publicatie op gemeentelijke websites. Die grote moeite om in contact te komen met belanghebbenden ervaren we als heel positief. *We hopen dat deze aanpak ook in de toekomst zal worden vervolgd.* Helaas hebben we in de IJmond te kampen met een tekort aan bezorgers. Zo wordt de huis-aan-huis krant de Beverwijker niet in alle wijken van Beverwijk bezorgd. *Als aanvulling zou kunnen worden overwogen worden om publicaties en berichtgeving ook te verspreiden via publieke en openbare kanalen: stadhuis, bibliotheek, buurthuizen, ...*

Als stichting willen we graag direct betrokken blijven bij het project en staan we open om deel te nemen aan bijeenkomsten en overleggen. *We staan dus graag op Uw verzendlijst.* Ook ontvangen we graag nieuwe documentatie en informatie zodra deze publiekelijk beschikbaar komt.



Samenvattend

Als stichting staan we positief tegenover het Projectvoornemen omdat het de transitie in de IJmond kan ondersteunen en mogelijk versnellen. De informatie erover is echter tot nu toe te beperkt en dat zou uitgebreider moeten. Belangrijk aspect is de risico's en veiligheid van het transport van waterstof. We ervaren de informatie daarover ook als ontoereikend en zouden graag zien als hier een nadere studie van wordt gemaakt.

Namens de Stichting IJmond IJzersterk

Verzonden: 10/25/2022 7:33:42 PM

Onderwerp:

Project: Waterstofnetwerk NZKG

Achternaam: [REDACTED]

Tussenvoegsel(s): [REDACTED]

Voorletters: [REDACTED]

Straat: Postbus

Huisnummer: 3007

Postcode: 2001 DA

Woonplaats: Haarlem

Land: Nederland

Telefoonnummer:

E-mailadres: [REDACTED]

Als: Overheid

(Mede) namens:

Organisatie: Provincie Noord-Holland

Vindt u dat de juiste alternatieven worden onderzocht? Heeft u nog aanvullingen?

Zie bijlage

Welke aandachtspunten heeft u voor het uit te voeren onderzoek?

Zie bijlage

Kunt u zich vinden in de wijze waarop belanghebbenden uit de omgeving worden betrokken bij het proces? Welke wensen heeft u voor uw eigen betrokkenheid?

Zie bijlage

Is en komt er voldoende informatie beschikbaar op de manier die in het voorstel voor participatie beschreven is?

Zie bijlage

POSTBUS 3007 | 2001 DA HAARLEM

Het ministerie van Economische zaken en Klimaat

Tav [REDACTED]

Postbus 20401

2500 EK 'S-GRAVENHAGE

Directeur**Uw contactpersoon**[REDACTED]
BEL/IOTTelefoonnummer [REDACTED]
[REDACTED]

1 | 6

**Betreft: Reactie provincie Noord-Holland op de Kennisgeving
Voornemen en Participatie Waterstofnetwerk NZKG**

Verzenddatum

18 oktober 2022

Kenmerk

1915235/1915247

Geachte [REDACTED]

Uw kenmerk

De provincie Noord-Holland is verheugd dat uw ministerie samen met HyNetwork Services B.V. gestart is met de met de Rijkscoördinatieregeling (RCR) procedure voor het waterstofnetwerk Noordzeekanaalgebied (NZKG). De waterstofbackbone is voor onze provincie van groot belang. Veel van de bedrijven in het Noordzeekanaalgebied zullen voor de verduurzaming van de bedrijfsprocessen afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van waterstof. Tegelijk voorzien we ook grote productievolumes van duurzame waterstof in de regio. De waterstofbackbone is randvoorwaardelijk voor het fysiek bijeen brengen van vraag en aanbod van duurzame waterstof in deze regio. Wij zijn dan ook zeer te spreken over dat er nu daadwerkelijk stappen worden gezet om te komen tot de realisatie van het waterstofnetwerk NZKG. Een mooie mijlpaal!

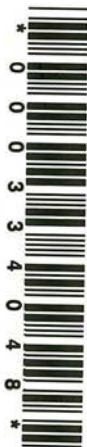
Op 9 september jl. heeft u het "Voornemen en voorstel voor Participatie" (VenP) gepubliceerd. In de bijlage van deze brief treft u de aandachtspunten aan die de provincie Noord-Holland u graag wil mee geven bij de verdere procedure om te komen tot een waterstofnetwerk NZKG.

Hoogachtend,

de commissaris van de Koning
in de provincie Noord-Holland,
namens deze,

Postbus 3007
2001 DA Haarlem
Telefoon (023) 514 3143

Houtplein 33
2012 DE Haarlem
www.noord-holland.nl
Kvk-nummer 34362354
Btw-nummer NL.0010.03.124.B.08



Deze brief is digitaal vastgesteld en daarom niet ondertekend.

6 bijlage(n)

- Zoekgebied station Beverwijk-Vijfhuizen
- PNH kernkwaliteit landschap Assendelft en omgeving
- PNH kernkwaliteit landschap Spaarnwoude en omgeving
- Zuid West Rijnland- Z6 Oosterbroek & Buitenhuisen (NNN)
- Zuid West Rijnland- Z8 Houtrakpolder en omgeving (NNN)
- Zuid West Rijnland- Z14 Amsterdam West

BIJLAGE 1 Bundeling van reacties van de provincie NH op het VenP Waterstofnetwerk NZKG.

Aandachtspunten

- Gebruik van provinciale eigendommen: Als het waterstofnetwerk en ook de bovengrondse infrastructuur (aansluitpunten, afsluiterlocaties) op gronden in bezit van overheden worden gepositioneerd, dan moeten hier door de overheden (ihkv markconformiteit, staatsteun) kosten voor in rekening worden gebracht.
- Provinciale infrastructuur: Binnen het beheergebied van de provinciale wegen geldt een ontheffingsysteem gebaseerd op "liggen om niet-verleggen om niet". Netbeheerder mag gratis leiding leggen, maar als wij (ooit) de weg willen aanpassen en de leiding moet weg, moet de netbeheerder dit betalen.
- Ligging naast provinciale wegen moet een mogelijke verbreding van provinciale wegen door verstedelijking niet onmogelijk maken.
- Er worden bovengrondse afsluiterlocaties genoemd, maar niet hoe groot die zijn, hoe veel er nodig zijn, waar ze beoogd zijn, wat de ruimtelijke impact is. Deze informatie is voor de provincie NH wel relevant voor de beoordeling van de tracés.
- In NOVEX-NZKG wordt gedacht aan verschillende locaties voor waterberging, o.a. de Houtrakpolder. Locaties die overlappen met de tracés. Is deze backbone compatibel met boezems/waterberging?
- Gaat dit een gestuurde boring worden of een open ontgraving? Dit is voor de beoordeling van het tracé relevante informatie.
- Wat is er nodig om de nieuwe leidingen aan te kunnen sluiten op de bestaande? Het westelijk deel van de leidingen is door kwetsbaar veenweidelandschap (BPL) is getraceerd. Het graven van leidingen is in dit veen betekent een aantasting van dat veenpakket (oxidatie bij aanleg) en als de kavelstructuur niet hersteld wordt ook een aantasting van de kernkwaliteit Landschappelijke karakteristiek. Hoe ziet de leidingenstrook er na aanleg uit?
- Voor de kennis over het gebied is de kaart en informatie van Stichting Oer-IJ een goede: [Stichting Oer-IJ interactieve kaart \(oerij.eu\)](http://oerij.eu)
- Vanuit H2ermes en de opgave van Tata Steel is een aansluiting van deze locatie op het waterstof netwerk essentieel. HyCC en Tata Steel zijn daarmee partners die waarschijnlijk betrokken willen worden bij de aansluiting in de IJmond op deze waterstof backbone.
- Uitgangspunt vanuit de ondergrond is bundeling naast de bestaande ondergrondse infrastructuur of anders de waterstofbackbone gebruiken voor meer dan alleen waterstof

als een 'snelweg voor ondergronds transport' (waterstof, elektriciteit, etc.).

- Als levering en gebruik van waterstof wisselend is, komt er dan ook een opslaglocatie voor Waterstof in deze regio? (wordt niet benoemd in documenten, wel "opslag in Noord-Nederland, afbeelding 3 op pagina 12 en dat lijkt op opslag in Groningen (en in Rotterdam)).
- Er mist een onderbouwing van de opties Westpoort Noord en Westpoort Zuid als mogelijke route voor de waterstofleiding naar de Hemweg. Als de Hemweg het eindpunt is, waarom dan geen kortere (goedkopere) leiding rechtdoor (ook hier doorsnij je net als de noordelijke variant twee havengebieden)? Of waarom niet meer de lijn van het Noordzeekanaal en de havens aangehouden? Ook ondergronds moeten we zorgen voor een heldere ordening en niet overal kriskras leidingen leggen.
- Voor een nieuw te bouwen 380/150kV transformatorstation tussen Beverwijk en Vijfhuizen is hetzelfde zoekgebied in beeld. Zie de bijlage voor het zoekgebied. Het gaat om een transformatorstation met verbindingen (van 380kV-trace naar station, van station naar westelijk havengebied Amsterdam, van station naar bedrijventerrein Waardepolder Haarlem). Afstemming tussen deze twee projecten is heel belangrijk (ruimtelijk, maar ook procedureel, uitvoering, communicatie ed). Is deze backbone compatibel met dit transformatorstation? Aandachtspunt is om niet op identieke locaties uit te komen zodat initiatieven niet uitvoerbaar zijn. Afstemming met Tennet hierover is van belang.
- Waarschijnlijk wordt NNN gebied geraakt. Probeer het NNN zo min mogelijk aan te tasten. Zie bijgevoegde documenten voor waar het NNN zich precies bevindt. Er is kwetsbare natuur en minder kwetsbare natuur binnen NNN. Het is dus goed te kijken naar de wezenlijke waarden en kenmerken van die natuur. Als de waterstofbackbone inderdaad in NNN komt te liggen, dan moet voldaan worden aan de regels van de Omgevingsverordening voor NNN. Bij groot openbaar belang is het dan noodzakelijk aan te tonen dat het inderdaad van groot openbaar belang is, dat er geen alternatieven mogelijk zijn buiten het NNN, en zal eventuele aantasting moeten worden gecompenseerd. Dit is terug te lezen in artikel 6.43 van de OV NH2020.
- Ook is een deel van het tracé binnen BPL gelegen. Ook daarvan zijn de deelgebied documenten bijgevoegd. Bij aantasting van de kernkwaliteiten geldt ook hier hetzelfde als bij NNN (groot openbaar belang, aantonen geen alternatieven en zoveel mogelijk compensatie). Dit is terug te lezen in artikel 6.46 van de OV NH2020.
- Het tracé loopt gedeeltelijk binnen de contouren van de Stelling van Amsterdam (UNESCO werelderfgoed Hollandse Waterlinies). Voor de aanleg van nieuwe aardgastransportleidingen onder de grond is dit geen probleem. Wel van belang zijn de afsluiterlocaties met hekwerken op diverse plekken boven de grond. Het is van belang om tijdens het proces inzicht te krijgen

waar deze afsluiterlocaties komen te staan en wat voor ruimtelijke impact ze hebben. Vanuit UNSCO werelderfgoed gelden eisen aan dergelijke bebouwingen.

- Goed om te weten dat er op dit moment een modernisering plaatsvindt van de visie omgevingsveiligheid van Westpoort. Naar verwachting is dit in het voorjaar van 2023 gereed. De huidige visie die verankert is in het bestemmingsplan van de gemeente Amsterdam gaat uit van zones met verschillende type milieubedrijven. Het is goed om van het huidige beleid notie te nemen. In de nieuwe versie wordt onder andere ook naar de energietransitie gekeken, welke bedrijven daar op het industrieterrein Westpoort mee bezig zijn en wat het effect van de energietransitie op de huidige veiligheidscontouren is.
- Westpoort is een industrieterrein van provinciaal belang. Met het vaststellen van Industrieterreinen van Provinciaal Belang (IPB) wil de provincie ruimte behouden voor activiteiten ten behoeve van de energietransitie, de circulaire economie, havengebonden of havengerelateerde activiteiten. Bij een functiewijziging in een ruimtelijke plan mag de functie ter plaatse van een industrieterrein van provinciaal belang alleen naar een van deze bedrijfsfuncties worden gewijzigd. Binnen de milieucontouren van het IPB wil de provincie zorgdragen dat bedrijven voldoende beschermd worden (zo mogen er geen ontwikkelingen plaatsvinden die belemmerend werken voor bedrijven op het IPB) en mensen voldoende beschermd worden binnen de milieucontouren (gezonde leefomgeving). Ter info hieronder nog de artikelen uit onze omgevingsverordening en de link naar de viewer.

[viewer\(tercera-ro.nl\)](#)

Artikel 6.19 Industrieterreinen van provinciaal belang in het Noordzeekanaalgebied

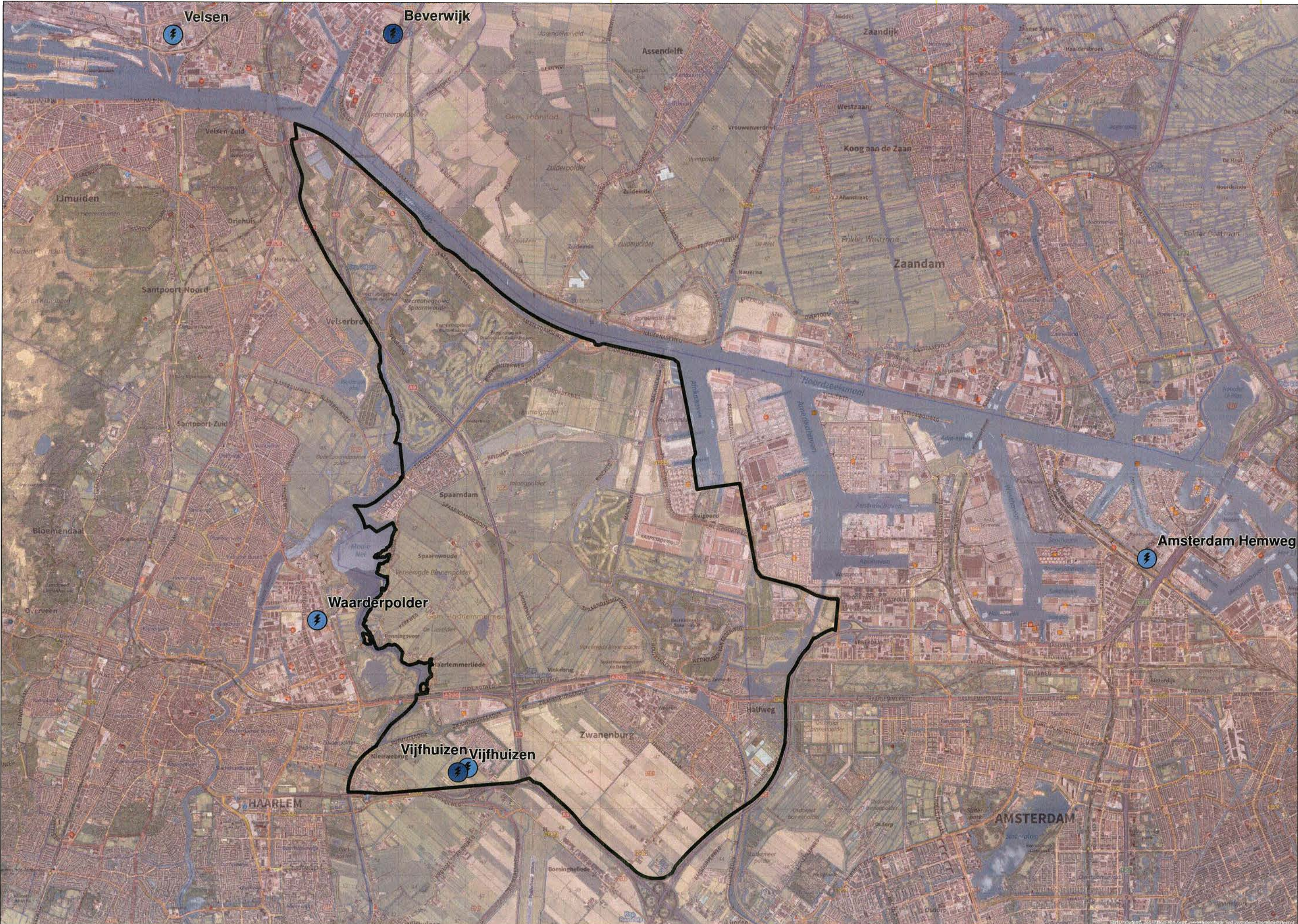
1. In een ruimtelijk plan ter plaatse van het werkingsgebied industrieterrein van provinciaal belang, wordt de hoogst mogelijke milieucategorie van de Staat van Bedrijfsactiviteiten niet verlaagd.
2. Het ruimtelijk plan voorziet, indien bedrijven met milieucategorie 4.1 of hoger van de Staat van Bedrijfsactiviteiten zijn toegestaan, alleen in een nieuwe of wijziging van een bestaande functie:
 - a. ten behoeve van de energietransitie of circulaire activiteiten en bedrijven; of
 - b. ten behoeve van havengebonden of havengerelateerde activiteiten.

Artikel 6.20 Milieucontour industrieterrein van provinciaal belang

Een ruimtelijk plan ter plaatse van het werkingsgebied milieucontour industrieterrein van provinciaal belang, voorziet alleen in een nieuwe of wijziging van een bestaande functie:

- a. als er geen beperkingen optreden voor de bestaande milieugebruiksruimte voor geluid, geur of omgevingsveiligheid voor bedrijven op het industrieterrein van provinciaal belang; en
- b. als in het geval van woningen of andere milieugevoelige objecten rekening wordt gehouden met de milieubelasting van het industrieterrein van provinciaal belang op de desbetreffende locatie. Daarbij worden de redenen vermeld om op de desbetreffende locatie een nieuwe milieugevoelige functie toe te staan, voorzien van een afweging over de verwachte kwaliteit van de fysieke leefomgeving, de aan de zijde van de ontvanger zo nodig te treffen maatregelen alsmede de uitkomsten van onderzoek naar de haalbaarheid van die maatregelen.

- In het hoofddocument 'Voornemen en voorstel participatie' wordt duidelijk dat er een MER-procedure doorlopen wordt. Dit wordt echter in het kennisgevingsdocument niet concreet duidelijk. Wel wordt daarin de NRD genoemd. Voorstel is om daar ook de MER-procedure in te benoemen.
- Er wordt gesproken over een concept-NRD (c-NRD). Dat is juridisch niets. Is het niet zo dat de definitieve NRD ter inzage gaat? Aanvulling/wijzigingen die dan als zienswijzen binnenkomen, worden meegenomen in het MER zelf. De NRD daarop aanpassen zou dubbel werk zijn (zeker als er ook een nota van beantwoording o.i.d. komt)
- Voor de MER zijn er twee zaken van belang in relatie tot omgevingsveiligheid; ten eerste is het belangrijk dat er bij de alternatieven voor de waterstofbackbone rekening gehouden wordt met de bedrijvigheid en waar de bedrijvigheid zich bevindt die in de toekomst gebruik gaat maken van deze waterstof. Ons voorstel is om als sturend principe in de MER dit mee te nemen. Het tweede punt in relatie tot de MER wat hier belangrijk is, is dat in de MER vanuit omgevingsveiligheid het groepsrisico van de verschillende alternatieven tracés zichtbaar wordt gemaakt. Het maakt nogal uit of dat er gebruik wordt gemaakt van een bestaand tracé of dat er een heel nieuw tracé aangelegd wordt. Het wel/niet ontsluiten van bedrijven heeft ook een effect op het vervoer gevaarlijke stoffen. Als er meer transport nodig is om de waterstof bij de betreffende bedrijven te krijgen, betekent dit iets voor de omgevingsveiligheid. Hier dient rekening mee gehouden te worden in de MER.
- Uitgaande dat wij als provincie in het NRD-traject ook worden betrokken om te reageren, hier vooraf al enkele punten van aandacht:
 - o Externe veiligheid rondom de waterstofleidingen is een belangrijk aspect
 - o Natuur en natuurgebieden (NNN, BPL) van belang
 - o Het eindpunt van de leidingen is bij de Hemweg. Dit ligt nabij de transformatiegebieden van Haven-Stad (Amsterdam). Goed in beeld brengen wat de effecten hierop zijn, is van belang
 - o De industriegebieden waar de leidingen doorheen lopen zijn industrieterrein van provinciaal (en regionaal) belang. Hierbinnen gelden mogelijk beperkingen / aandachtspunten
 - o Voor de leiding naar de IJmond is nu één alternatief ingetekend. Zijn er geen andere alternatieven die redelijkerwijs onderzocht kunnen worden?
 - o Hoe verhoudt de waterstofleiding naar de IJmond is tot de doorontwikkeling van Tata Steel naar een waterstofgedreven staalproductie richting 2030?



19-

Oosterbroek & Buitenhuizen (Z6)

1 Algemene gegevens

Nummer	Z6
Naam gebied	Oosterbroek & Buitenhuizen
Regio Natuurbeheerplan 2020	Zuidwest Rijnland
Gemeente	Velsen
Overige wettelijke en beleidsmatige gebieds- beschermingsregimes relevant voor natuur	Algemene Verordening Recreatieschap Spaarnwoude
Gebruik / Functie	Natuur, recreatie
Oppervlakte NNN	494 hectare
Eigendom / beheer	Staatsbosbeheer (eigendom) /Recreatieschap Spaarnwoude (beheer)

2 Oppervlakte en samenhang NNN

Oosterbroek en Buitenhuizen is een gebied binnen het recreatiegebied Spaarnwoude. De **oppervlakte** van het NNN binnen het gebied bedraagt bijna 500 hectare. Het gebied wordt begrensd door het Noordzeekanaal, het Zijkanaal C en de rijksweg A9. De **samenhang** binnen het gebied komt vooral tot uitdrukking in het aaneengesloten parkachtige (deels kleinschalig/besloten) karakter van het gebied. De ecologische samenhang met andere NNN gebieden is beperkt door de ligging tussen kanalen en wegen. Er zijn mogelijkheden om de ecologische samenhang binnen het gebied te vergroten, met name door versterking van de water- en bosstructuur.

Figuur 1: Ligging NNN-gebied Oosterbroek & Buitenhuizen en omliggende NNN-gebieden inclusief nummer. Voor een overzicht van de natuurbeheertypen wordt verwezen naar het Natuurbeheerplan.



3 Landschapsecologische karakteristiek

Ontstaansgeschiedenis

Het gebied Oosterbroek en Buitenhuizen ligt op de overgang van een oude strandvlakte en het **droogmakerijenlandschap** (fysisch-geografische regio: zeeleigebied). Het Noordzeekanaal heeft de oorspronkelijke polder Buitenhuizen doorsneden. De dijk langs Zijkanaal C is een restant van de oude polder. De polder Buitenhuizen is vernoemd naar het voormalige buurtschap Buitenhuizen. Het zuidwestelijk deel van het huidige Oosterbroek is onderdeel van de strandvlakte en bestaat uit een restant van een oude polder met klei op veen. De Velserdijk was de dijk rondom de polders Oosterbroek en Velsersbroek. De Velsertocht en het Zijkanaal B vormen de grens met de droogmakerijen (de voormalige Noord- en Zuid-Spaarndammerpolder) die het grootste deel van het gebied uitmaken en die zijn ontstaan door de aanleg van het Noordzeekanaal en de drooglegging van het Wijkermeer aan het eind van de 19^e eeuw.

Het eigenlijke Oosterbroek is al veel langer in landbouwkundig gebruik (vooral als grasland), terwijl de droogmakerijen pas eind 19e eeuw zijn ontstaan, waarna de **vruchtbare zeeleibodem**

als akkerbouwgebied in gebruik werd genomen. Rond 1950 werd het Noordzeekanaal aanzienlijk verbreed, maar de grootste transformatie vond plaats rond 1980 toen de A22 werd aangelegd en het gebied aan de landbouw werd onttrokken en als onderdeel van het recreatiegebied Spaarnwoude ingericht. Daarvoor werden delen van het gebied opgehoogd, werden waterpartijen gegraven en werden (populieren)bossen aangeplant. Een deel van Oosterbroek is gevormd door het afdekken van een voormalige vuilstort. Op deze "heuvels" is nu ruimte voor intensief recreatief gebruik. De laatste grote ingreep dateert van net voor 2000, toen de huidige A9 door het Oosterbroek werd aangelegd. Bij dit alles is een deel van de oude kleipolder in het Oosterbroek bewaard gebleven. Dit vormt het meest 'oorspronkelijke' deel van het gebied dat nog het karakter van **een waterrijk open weidegebied** heeft behouden en vormt een fraai contrast met de omliggende besloten parkachtige terreinen.

Abiotische en ruimtelijke karakteristiek

Het eigenlijke Oosterbroek op de strandvlakte ligt ruim een meter hoger dan de niet opgehoogde delen van de rest van het gebied. In deze voormalige droogmakerijen, en dan met name in een zone langs het Noordzeekanaal, is sprake van **brakke invloeden door kwel** uit het kanaal. In het Oosterbroek wordt daarnaast relatief schoon (voedselarm en basenrijk) zoet water aangevoerd door **duinrellen** die via duikers aan de westzijde het gebied bereiken. De Velsertocht is een zeer kenmerkend waterelement op de grens van de oorspronkelijke strandvlakte en het voormalige Wijkermeer. Vanwege het overwegend **voedselrijke karakter** van bodem en water en vanwege de voormalige vuilstortheuvels is in Buitenhuisen de waterkwaliteit veelal beperkt (troebel) en duidelijk minder dan in het Oosterbroek.

Zoals eerder beschreven is in het Oosterbroek nog een restant van het oude open polderlandschap bewaard gebleven, dat een fraai contrast vormt met het omliggende kleinschaliger parkachtige landschap. Het gehele gebied ligt verder ingeklemd tussen kanalen en de rijkswegen A9 en A22. Met name door het wegverkeer is sprake van een relatief **forse geluidsbelasting** en (in mindere mate) **lichtverstoring**. Door het recreatief gebruik is eveneens **geen sprake van rust** als bijzonder kenmerk.

Huidig gebruik

Het recreatiegebied Spaarnwoude als geheel ligt tussen Haarlem, Amsterdam en Velsen en vormt daarmee een groene buffer in het stedelijk gebied. In Oosterbroek en Buitenhuisen richt het beheer zich in grote delen op optimalisatie van **recreatief gebruik (inclusief evenementen) in een 'groene setting'**. Het gebied wordt, naast de natuurdoelstelling, intensief gebruikt voor recreatie, waaronder zwemmen mountainbiken, klimmen, ruitersport en festivals. Op speel- en ligweides vindt gazonbeheer plaats, ook ten behoeve van evenementen. Langs de (fiets)paden, wegen en bosranden wordt ecologisch beheer toegepast. In een deel van het open polderrestant in het Oosterbroek worden de graslanden nog als weiland voor schapen en koeien verpacht. Sommige van deze gronden worden ook gebruikt als parkeerplaats bij evenementen en daarom (bij tijden) intensief gemaaid. Er wordt weinig onderhoud gepleegd aan bossen. Dood hout blijft liggen en het beleid is om populieren geleidelijk te kappen en natuurlijke verjonging te stimuleren, waardoor de natuurkwaliteit van het bos op termijn kan toenemen en ook de belevingswaarde

wordt verbeterd. Naast het 'groene' recreatieve medegebruik bevinden zich in het gebied ook een huisjespark, hotels en Snowworld.

Kernkwaliteiten

Op basis van het voorgaande worden in Oosterbroek en Buitenhuizen de volgende ecologische kernkwaliteiten onderscheiden, die de basis vormen voor het behoud van biodiversiteit die (inter)nationaal en/of regionaal van belang is:

- Open kleipolder met extensieve graslanden en water- en verlandingsvegetaties
- Bos- en moeraslandschap onder invloed van brakke kwel uit het Noordzeekanaal
- Besloten bos- en parklandschap met recreatief gebruik

4 Natuurwaarden

De natuurwaarden, zowel actueel als potentieel, zijn hierna beschreven aan de hand van de kernkwaliteiten van het gebied.

Kernkwaliteit: Open kleipolder met extensieve graslanden en water- en verlandingsvegetaties

Actuele natuurwaarden

In het Oosterbroek ligt een restant van het 'oorspronkelijke' open waterrijke polderlandschap op de oude strandvlakte. Dit relatief open gebied contrasteert met de omliggende bosrijkere en deels opgehoogde gebieden. Actuele natuurwaarden bestaan hier uit open graslanden (**N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland**) dat wordt doorsneden door sloten met helder water. Het gebied is te klein om op provinciaal niveau als belangrijk weidevogelgebied te worden gewaardeerd, maar weidevogels zoals grutto en tureluur komen wel in lage dichtheden voor, evenals diverse watervogels zoals kuif- en krakeend. In en rond dit gebied liggen her en der plasjes, poelen en oevers met eveneens een goede waterkwaliteit, die worden gerekend tot **N04.02 Zoete plas** en **N.05.01 Moeras**. Hier zijn onder meer diverse algemenere waterjuffers van schoon waterplantenrijk water kenmerkend. De aanwezige moerasoevers langs de zijkanalen zijn nu al van belang voor **moeras- en rietvogels** zoals blauwborst en sprinkhaanzanger en voor de **noordse woelmuis**.

Potentiële natuurwaarden

Op basis van de goede waterkwaliteit is vooral in het Oosterbroek een robuustere en meer aaneengesloten structuur van open water en moeras mogelijk, waardoor de potenties voor moerasnatuur verder in integrale samenhang met recreatie kunnen worden uitgebouwd. De duinrellen, de Velsertocht en de aangelegde waterpartijen vormen de basis voor deze potentie. Met name voor al aanwezige **moeras- en rietvogels** en voor de **noordse woelmuis** biedt dit perspectief op een robuust leefgebied met duurzame populaties.

Kernkwaliteit: Bos- en moeraslandschap onder invloed van brakke kwel uit het Noordzeekanaal

Actuele natuurwaarden

Met name langs het Noordzeekanaal is sprake van brakke kwel in de laaggelegen delen van Oosterbroek en vooral ook van Buitenhuizen. In Buitenhuizen is al een brakke poel met moeras (**N04.03 Brak water / N05.01 Moeras**) ontwikkeld in de nabijheid van een brakke moeraszone langs de oever van het Noordzeekanaal. Als kenmerkende plantensoort treedt hier zulte op.

Samen met de Noord-Hollandse kuststrook langs de grote wateren is het Noordzeekanaal van belang als migratieroute voor **vleermuizen**, en met name de zeldzame meervleermuis.

Potentiële natuurwaarden

Er liggen mogelijkheden om de ecologische potentie van deze brakke situaties verder uit te bouwen, zowel in de vorm van moeras als in de vorm van gevarieerd bos en bosranden. Hierdoor kan ook de ruimtelijke relatie met de brakke moeraszone langs het Noordzeekanaal worden versterkt evenals de relatie met de overige bosrijke delen in het gebied.

Kernkwaliteit: Besloten bos- en parklandschap met recreatief gebruik

Actuele natuurwaarden

Buiten de zeer intensief recreatief gebruikte terreindelen is op vrij grote schaal sprake van een kleinschalige afwisseling van bos, bosranden en opener terrein waar recreatief medegebruik plaatsvindt. De meer aaneengesloten bosstructuren zijn nog relatief jong en deels ook eenvormig. Actueel is nog geen sprake van specifieke natuurwaarden of soortgroepen, maar bestaat de kwaliteit vooral uit het samenhangende groene karakter en de kleinschalige afwisseling (**Multifunctionele natuur**). Deze kwaliteit vormt de basis voor zowel natuurbehoud als recreatie in het gehele gebied.

Potentiële natuurwaarden

Met name de meer aaneengesloten bosstructuren hebben een duidelijke potentie voor de ontwikkeling naar gevarieerd loofbos op vochtige kleibodems (beheertype **N14.03 Haagbeuken- en essenbos**). Incidentele waarnemingen van de **boomarter** in Buitenhuizen (en ook verkeersslachtoffers op enkele wegen) geven aan dat de bossen in belang kunnen toenemen voor deze soort, die zich vanuit de duinbossen oostwaarts kan verspreiden. Door extensief beheer van aangrenzende graslanden kunnen ook gevarieerde bosranden met struweel en bloemrijke ruigten

(zoom-mantel-vegetaties) ontstaan, die eveneens bijdragen aan de natuurkwaliteit en belevingswaarde.

5 Abiotische en ruimtelijke condities

In tabel 1 zijn de kernkwaliteiten en bijbehorende actuele en potentiële natuurwaarden weergegeven in relatie tot de voor deze waarden relevante abiotische en ruimtelijke condities. De condities zijn gelijk voor actuele en potentiële natuurwaarden en daarom niet afzonderlijk weergegeven. Deze tabel geeft daarmee inzicht in de aspecten waarmee rekening dient te worden gehouden in het ecologisch onderzoek naar de mogelijke (significante) gevolgen van een plan of project in het NNN.

Tabel 1: Actuele en potentiële natuurwaarden in relatie tot de vereiste abiotische en ruimtelijke condities ('X')

	Vereiste abiotische condities										Vereiste ruimtelijke condities						
	Veenbodem	Relatief voedselarme onbemeste bodem	Oude bodem (ongestoord)	Buffercapaciteit bodem / water	(Micro) reliëf	Windwerking	Stabiel hoog (grond)waterpeil	Peil- en/of overstromingsdynamiek	Basenrijke brakke kwel	Goede (grond- en oppervlakte)waterkwaliteit	Bestaand water- en / of verkavelingspatroon	Cultuurhistorisch element	Openheid	Beslotenheid	Rust (beperkte menselijke aanwezigheid)	Stilte	Donkerte
Open kleipolder met extensieve graslanden en water- en verlandingsvegetaties																	
N04.02 Zoete Plas	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	X	-	X	X	X
N05.01 Moeras	-	-	-	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X
N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-	X	X	X
Moeras- en rietvogels	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X
Noordse woelmuis	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X
Bos- en moeraslandschap onder invloed van brakke kwel uit het Noordzeekanaal																	
N04.03 Brak water	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
N05.01 Moeras	-	-	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
N14.03 Haagbeuken- en essenbos	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-
Vleermuizen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X
Besloten bos- en parklandschap met recreatief gebruik																	
Multifunctionele natuur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
N14.03 Haagbeuken- en essenbos	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-
Boommarter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-

6 Vervangbaarheid

De actuele natuurwaarden zijn lokaal aanwezig en veelal relatief eenvoudig en snel vervangbaar (graslanden en aangelegde waterpartijen <10 jaar, bos <50 jaar). Het restant van het oude polderlandschap, de wateren met goede waterkwaliteit en de zone met brakke kwel zijn echter (als basis voor actuele waarden en hoge natuurpotenties) niet of nauwelijks vervangbaar.

Houtrakpolder en omgeving (Z8)

1 Algemene gegevens

Nummer	Z8
Naam gebied	Houtrakpolder en omgeving
Regio Natuurbeheerplan 2020	Zuidwest Rijnland
Gemeenten	Amsterdam, Haarlemmerliede en Spaarnwoude
Overige wettelijke en beleidsmatige gebiedsbeschermingsregimes relevant voor natuur	<ul style="list-style-type: none"> • geen
Gebruik / functie	Natuur, recreatie
Oppervlakte NNN	529 hectare
Eigendom / beheer	Staatsbosbeheer/Recreatieschap Spaarnwoude (Westhoffbos, Houtrak), Staatsbosbeheer (Noorderbos, Groene Schip, Westhoffplas, Houtrakpolder en golfbaan)

2 Oppervlakte en samenhang NNN

De totale **oppervlakte** van het NNN binnen het gebied Houtrakpolder en omgeving bedraagt 529 hectare. Het gebied bestaat grofweg uit twee delen. Het zuidoostelijke deel (Houtrak) kent een parkachtige omgeving met een golfbaan, een vakantiepark en recreatiegebied. Het noordwestelijke deel bestaat uit twee bosgebieden (Westhoffbos en Noorderbos), een afvalterp (Groene Schip) en water, rietmoeras en natte graslanden (Westhoffplas en Houtrakpolder). Tussen het zuidoostelijke en noordwestelijke deel ligt een agrarisch bedrijf. De **samenhang** binnen het gebied bestaat uit een netwerk van bospercelen, wateren en graslanden. Het zuidoostelijke en het noordwestelijke deel zijn verbonden via de Middentocht en de Machinetocht (KRW-lichaam).

De **samenhang** met omliggende NNN-gebieden komt tot uiting via een reeks wateren (kanalen, tochten en vaarten). Aan de noordzijde verbindt Zijkanaal C het gebied met Oosterbroek en Buitenhuizen (Z6). Ten westen van Houtrak wordt de aaneengeslotenheid met Dijkland (Z10) alleen doorbroken door de ringvaart en Spaarndammerdijk. Aan de zuidkant van Houtrak liggen een aantal natte natuurverbindingen (ZNV2), die het gebied via verschillende kanalen en watergangen verbindt met de Brettenzone en natuurontwikkelingsgebieden in het westen van Amsterdam (Z14).

Figuur 1: Ligging NNN-gebied Houtrakpolder en omgeving en omliggende NNN-gebieden inclusief nummer. Voor een overzicht van de natuurbeheertypen wordt verwezen naar het Natuurbeheerplan.

Houtrakpolder en omgeving



3 Landschapsecologische karakteristiek

Ontstaansgeschiedenis

Het gebied is onderdeel van het **droogmakerijenlandschap** in de Noordzeekanaalzone (Fysisch-geografische regio: zeekeleigebied). In de vroege middeleeuwen stroomde het IJ in noordwestelijke richting door het gebied. Ten noorden en zuiden van het IJ lagen veengebieden. Na de ontginning van het veen en de maaiveldaling veroorzaakt door ontwatering bleef de klei achter langs de oevers van de veenstromen van het IJ. Gelijktijdig met de inpoldering van het IJ rond 1850 werd het Noordzeekanaal aangelegd, zowel voor afwateringsdoeleinden als voor de binnenscheepvaart. Er werden kanaaldijken aangelegd en de wateren aan weerszijde van het kanaal werden drooggemalen en tot polders ingericht (de zogenaamde IJpolders), waaronder de Houtrakpolder.

Het oostelijke deel van de Houtrakpolder, rond het voormalige eiland Ruigoord, werd in de jaren negentig deel van het havengebied van Amsterdam. In het westelijke deel werden in de 20^e onder de noemer van een randstadgroenstructuurgebied een recreatiegebied, een golfbaan en een afvalstort aangelegd. Enkele landbouwpercelen bleven gehandhaafd. De Westhoffplasis in 1995

als natuurontwikkelingsgebied aangelegd langs de Ringweg rondom de Inlaagpolder. De locatie van de afvalstort, het zogenaamde "Groene schip", in het noorden van het gebied, gaat ingericht worden ten behoeve van recreatie.

Abiotische en ruimtelijke karakteristiek

De bodem van het gebied bestaat voornamelijk uit klei. Ter plaatse van de golfbaan is een laag zand opgebracht. De Houtrakpolder ligt een stuk lager dan de directe omgeving. De grote variatie in maaiveldhoogte binnen het gebied is ontstaan doordat delen van de polder zijn opgehoogd ten behoeve van bebouwing en recreatieve activiteiten. De gemiddelde maaiveldhoogte is 2,1 m onder NAP, met een minimale hoogte van 4,3 m onder NAP.

Door de lagere ligging ten opzicht van de omgeving heeft het gebied een nat karakter en is er sprake van (brakke) kwel. Daarnaast wordt er water ingelaten. De Houtrakpolder bestaat uit 23 peilgebieden waaronder drie hoogwatervoorzieningen. Het waterpeil verschilt per peilvak. Het zomerpeil varieert tussen -1,7 en -3,5 m NAP. Het winterpeil varieert tussen -1,6 en -3,2 m NAP. Vanwege de getijdenwerking van het Noordzeekanaal komen er in het gebied ook brakke tot zilte omstandigheden voor.

Het Westhoffbos is gelegen in het noordwesten van het gebied, langs het Zijkanaal C. In het noordelijke deel ligt een wielersbaan in het bos. Een aantal percelen is omgevormd tot essenhakhoutgebied. Aandachtspunt hier is het voorkomen van essentaksterfte, waardoor essen worden gekapt en het gebied mogelijk opnieuw moet worden ingericht. In het zuidelijke deel liggen structuurrijke bosranden als overgangszone naar de graslanden langs de Westhoffplas. Ten oosten van het Westhoffbos is in de jaren '90 het Noorderbos aangeplant als populierenbos voor houtproductie en boomgaard. In het bosgebied zijn de kenmerken van de droogmakerij nog zichtbaar. Ook liggen er enkele rietruigtes. Het gebied van de Westhoffplas bestaat uit bloemrijke ruigtes en de brakwaternatuur. Het vormt een langgerekt lint van waterpartijen en kleine plasjes op een kleiige ondergrond. Houtrak kenmerkt zich door een parkachtig landschap, met bospercelen, graslanden en waterpartijen.

Door het recreatief gebruik is er in het algemeen geen sprake van rust en stilte als bijzonder kenmerk. Vanwege de nabije ligging van de A9, A200 en het havengebied van Amsterdam is er sprake van een relatief forse geluidsbelasting en (in mindere mate) lichtverstoring.

Huidig gebruik

De zuidelijke delen van het gebied (Houtrak en Groene Schip Zuid) worden, naast de natuurdoelstelling, intensief gebruikt voor recreatie, met speel- en ligweides, golfterrein, evenementen en watersport. Met name Houtrak is een intensief parkachtig recreatiegebied, dat een belangrijk uitloophoogte vormt voor Amsterdam. De speel- en ligweiden worden intensief gemaaid. Honden zijn toegestaan in het gebied. Rond de grote vijver vinden festivals plaats. Op en langs de verschillende waterpartijen zijn mogelijkheden voor sportvissen, varen, windsurfen en zwemmen. In het gebied liggen een manege, een camping (Droompark

Spaarnwoude) en enkele horecagelegenheden. In het Westhoffbos liggen een openbare wielerved, wandel- en fietspaden en een ligweide. De overige noordelijk gelegen delen van het gebied (met uitzondering van Westhoffbos) worden als natuurgebied beheerd en kennen extensief dagrecreatief medegebruik, in de vorm van wandel-, struin- en fietspaden.

Kernkwaliteiten

Op basis van het voorgaande worden in het gebied 'Houtrakpolder en omgeving' de volgende ecologische kernkwaliteiten onderscheiden, die de basis vormen voor het behoud van de biodiversiteit die (inter)nationaal en/of regionaal van belang is:

- Open kleipolder met brakwaternatuur en vogelrijke extensieve graslanden
- Bos- en moeraslandschap onder invloed van brakke kwel uit het Noordzeekanaal
- Besloten waterrijk parklandschap met recreatief gebruik

4 Natuurwaarden

De natuurwaarden, zowel actueel als potentieel, zijn hierna beschreven aan de hand van de kernkwaliteiten van het gebied.

Kernkwaliteit: Open kleipolder met brakwaternatuur en vogelrijke extensieve graslanden

Actuele natuurwaarden

Onder invloed van brakke kwel en waterinlaat uit het Noordzeekanaal hebben zich in de Westhoffplas bijzondere natuurwaarden van brakke en zilte omstandigheden ontwikkeld. In de aanwezige brakwaterplassen (**N04.03 Brak water**) en de overgangen naar de natte, bloemrijke ruigten (**N05.01 Moeras**), komen diverse verlandingsvegetaties voor en er groeien kenmerkende soorten van zilte invloed zoals heen. Voor **moeras- en rietvogels** (waaronder lepelaar) en **watervogels** biedt het gebied goede broed-, schuil-, slaap- en/of foerageermogelijkheden. De aanwezigheid van grote hoeveelheden aan brakwatersteurgarnalen als voedsel voor de watervogels speelt hierin een belangrijke rol. Niet alleen in de zomer, maar ook in de winterperiode worden de waterplassen gebruikt door ganzen, eenden en steltlopers. Tot slot gedijen ook **ongewervelden van natte milieus**, **Noordse woelmuis** en **waterspitsmuis** goed in de (brak)waternatuur. Noordse woelmuis en waterspitsmuis komen sporadisch in het gebied voor. De graslanden rondom de plas liggen te hoog om een goede populatie noordse woelmuis te kunnen handhaven. De ruigtestroken rondom de plas vormen leefgebied voor de dwergmuis.

Naast watermilieus zijn in de open delen van de Houtrakpolder extensieve gras- en akkerlanden aanwezig, die gerekend worden tot **N12.02 Kruiden- en faunarijke grasland** en **N12.05 Kruiden- en faunarijke akker** en onder andere een groeiplaats bieden voor grote aantallen bijenorchissen. Deze gras- en akkerlanden worden gebruikt door **weidevogels** en dienen met name als rust- en foerageergebied voor steltlopers. Het polderlandschap wordt samen met de

omliggende bosgebieden gebruikt als foerageergebied door **vleermuizen**, waaronder de zeldzame meervleermuis. Daarnaast komt de wezel veel voor in de Houtrakpolder.

Potentiële natuurwaarden

Bij verbetering van de waterkwaliteit en het deels afgraven het graslandgebied kunnen de potenties voor zowel zoet- als brakwaternatuur, moeras en **N12.04 Zilt- en overstromingsgrasland** verder worden uitgebouwd. De brakke kwel, de aanwezige tochten en de aangelegde waterpartijen vormen de basis voor deze potentie. Met name voor al aanwezige moeras- en rietvogels en de **Noordse woelmuis** biedt dit perspectief op (uitbreiding van) een robuust leefgebied met duurzame populaties.

Kernkwaliteit: Bos- en moeraslandschap onder invloed van brakke kwel uit het Noordzeekanaal

Actuele natuurwaarden

Het Westhoffbos en Noorderbos zijn beiden aangeplant vochtig loofbos op kleigrond. Het Westhoffbos kenmerkt zich door essenhakhout en verschillende esdoornsoorten. Het Noorderbos is samen met het Westhoffbos belangrijke voor **bos- en/of struweelvogels**, waaronder appelvink en spotvogel. De oudere bomen bieden een groeiplaats voor diverse mosvegetaties en een verblijfplaats voor boombewonende vleermuizen. Ook groeien er diverse orchideeënsoorten. In de zones met rietruigte leven **moeras- en rietvogels**. De structuurrijke bosranden in beide bossen zijn eveneens van belang voor de diversiteit. Onder invloed van brakke kwel sterven bomen af en komen bijzondere natuurwaarden van brakwaternatuur tot ontwikkeling, met kenmerkende plantensoorten als zulte en heelblaadjes.

Potentiële natuurwaarden

Er liggen mogelijkheden om de ecologische potentie van deze brakke situaties verder uit te bouwen, zowel in de vorm van open plekken en moeras als in de vorm van gevarieerd bos en bosranden van het beheertype **N14.03 Haagbeuken- en essenbos**. Hierdoor kan ook de ruimtelijke relatie met de brakke moeraszone langs het Noordzeekanaal worden versterkt evenals de relatie met de overige bosrijke delen in de nabije omgeving.

Kernkwaliteit: Besloten waterrijk parklandschap met recreatief gebruik

Actuele natuurwaarden

Buiten de zeer intensief recreatief gebruikte terreindelen is op vrij grote schaal sprake van een kleinschalige afwisseling van watergangen, parkbos, bosranden en opener terrein waar recreatief medegebruik plaatsvindt. De bosstructuren zijn nog relatief jong, maar wel divers, waardoor het leefgebied vormt voor algemenere soorten broedvogels. Verspreid liggen er enkele bloemrijke hooilandjes en de wateren vormen een geschikt leefgebied voor de ijsvogel. Actueel is nog geen sprake van specifieke natuurwaarden of soortgroepen, maar bestaat de kwaliteit vooral uit het samenhangende groene karakter en de kleinschalige afwisseling (**Multifunctionele natuur**).

Zoals in Houtrak, het Westhoffbos en de rond de wielerbaan. Deze kwaliteit vormt de basis voor zowel natuurbehoud als recreatie in het gehele gebied.

Potentiële natuurwaarden

Met name de meer aaneengesloten bosstructuren hebben een duidelijke potentie voor de ontwikkeling naar gevarieerd loofbos op vochtige kleibodems (beheertype **N14.03 Haagbeuken- en essenbos**). Door extensief beheer van aangrenzende graslanden kunnen ook gevarieerde bosranden met struweel en bloemrijke ruigten (zoom-mantel-vegetaties) ontstaan, die eveneens bijdragen aan de natuurkwaliteit en belevingswaarde.

5 Abiotische en ruimtelijke condities

In tabel 1 zijn de kernkwaliteiten en bijbehorende actuele en potentiële natuurwaarden weergegeven in relatie tot de voor deze waarden relevante abiotische en ruimtelijke condities. De condities zijn gelijk voor actuele en potentiële natuurwaarden en daarom niet afzonderlijk weergegeven. Deze tabel geeft daarmee inzicht in de aspecten waarmee rekening dient te worden gehouden in het ecologisch onderzoek naar de mogelijke (significante) gevolgen van een plan of project in het NNN.

Tabel 1: Actuele en potentiële natuurwaarden in relatie tot de vereiste abiotische en ruimtelijke condities ('X')

	Vereiste abiotische condities											Vereiste ruimtelijke condities					
	Veenbodem	Relatief voedselarme onbemeste bodem	Oude bodem (ongestoord)	Buffercapaciteit bodem / water	(Micro) reliëf	Windwerking	Stabiel hoog (grond)waterpeil	Peil- en/of overstromingsdynamiek	Basenrijke en/of brakke kwel	Goede (grond- en oppervlakte)waterkwaliteit	Bestaand water- en / of verkavelingspatroon	Cultuurhistorisch element	Openheid	Beslotenheid	Rust (beperkte menselijke aanwezigheid)	Stilte	Donkerte
Open kleipolder met brakwaternatuur en vogelrijke extensieve graslanden																	
N04.03 Brak water	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X
N05.01 Moeras	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X
N12.02 Kruiden- en faunarijke grasland	-	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X
N12.04 Zilt en overstromingsgrasland	-	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X
N12.05 Kruiden- en faunarijke akker	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X	
Moeras- en rietvogels	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X
Watervogels	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X
Vleermuizen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X	
Ongewervelden van natte milieus	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Noordse woelmuis	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X
Waterspitsmuis	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X
Bos- en moeraslandschap onder invloed van brakke kwel uit het Noordzeekanaal																	
N14.03 Haagbeuken- en essenbos	-	X	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X	X	X	X
Bos- en/of struweelvogels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X
Moeras- en rietvogels	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X	X
Besloten waterrijk parklandschap met recreatief gebruik																	

Multifunctionele natuur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-
N14.03 Haagbeuken- en essenbos	-	X	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X

6 Vervangbaarheid

Voor de bospercelen, recreatiegebied Houtrak en de golfbaan geldt dat de actuele natuurwaarden lokaal aanwezig zijn en veelal relatief eenvoudig en snel vervangbaar zijn (graslanden en aangelegde waterpartijen <10 jaar, bos <50 jaar). Het restant van het oude polderlandschap aan de noordzijde inclusief de zone met brakke kwel zijn echter (als basis voor actuele waarden en hoge natuurpotenties) niet of nauwelijks vervangbaar.

Amsterdam west (Z14)

1 Algemene gegevens

Nummer	Z14
Naam gebied	Amsterdam west
Regio Natuurbeheerplan 2020	Zuidwest Rijnland
Gemeenten	Amsterdam, Haarlemmerliede en Spaarnwoude
Overige wettelijke en beleidsmatige gebiedsbeschermingsregimes relevant voor natuur	<ul style="list-style-type: none"> • geen
Gebruik / functie	Natuur, recreatie
Oppervlakte NNN	132 hectare
Eigendom / beheer	Gemeente Amsterdam, Lutkemeerpolder: Staatsbosbeheer/Recreatieschap Spaarnwoude

2 Oppervlakte en samenhang NNN

De **oppervlakte** van het NNN van Amsterdam west is 132 hectare, verdeeld over een viertal clusters van parkachtige percelen, wateren en graslandstroken. Dit zijn De Lange Bretten en De Groote Braak aan de noordzijde, een graslandstrook aan de oostzijde van de Osdorper Binnenpolder Zuid en een park in de Lutkemeerpolder aan de zuidwestzijde. De Lange Bretten is het grootste cluster. Dit cluster wordt aan de zuidkant begrensd door het spoor en de Haarlemmerweg (N200). Aan de noordkant van dit gebied ligt de A5, die in een bocht richting het zuiden ook het westen van het gebied begrenst. De clusters liggen minimaal 500 meter en maximaal ongeveer 2 kilometer uit elkaar met daartussen landbouw, bebouwing en infrastructuur.

De **samenhang** binnen het NNN van Amsterdam west bestaat uit een verbinding tussen de clusters via een reeks watergangen, waaronder de Haarlemmervaart, en groenzones (natuurverbinding ZNV2). De **samenhang** met andere nabijgelegen NNN-gebieden komt ook tot uiting via deze natuurverbinding. Deze verbinding loopt in het zuiden door de bebouwde kom van Osdorp en Badhoevedorp door tot aan het Amsterdamse Bos (Z15) en in het noorden tot aan de Houtrakpolder (Z8). Hiermee vormt het NNN-gebied een netwerk van waterrijke en parkachtige zones in Amsterdam west.

Figuur 1: Ligging NNN-gebied Amsterdam west en omliggende NNN-gebieden inclusief nummer. Voor een overzicht van de natuurgebeertypen wordt verwezen naar het Natuurbeheerplan.



3 Landschapsecologische karakteristiek

Ontstaansgeschiedenis

Het NNN-gebied is onderdeel van het **stedelijk gebied**, maar is van oorsprong een **veenpolder**. Het gebied ligt op de grens van de fysisch geografische regio's zeekelegebied en laagveengebied. Het gebied was oorspronkelijk een uitgestrekt veengebied, dat vanaf de middeleeuwen is ontgonnen. Door deze ontginning en meerdere stormen ontstonden grote binnenmeren, waaronder het Haarlemmermeer en het Lutkemeer. Deze meren werden gebruikt om de stad Amsterdam van schoon water te voorzien. Om de veengebieden te beschermen tegen het (zee)water vanuit het IJ werd een stelsel van dijken aangelegd. Door omdijking en bemaling ontstond de Lutkemeerpolder, welke in 1865 werd drooggemalen.

Bij de aanleg van het Noordzeekanaal tussen 1865 en 1872 werd een groot deel van het IJ ten westen van Amsterdam drooggelegd en ingericht als landbouwpolders. De droogmakerijen aan de zuidkant van het Noordzeekanaal gaven ruimte voor uitbreidingen van de haven van Amsterdam. Bij de aanleg van de havens werd een smalle groenstrook vrijgehouden ten zuiden van de havens. Deze zogenaamde 'Brettenzone' loopt langs Sloterdijk door tot in het Westerpark van Amsterdam, en werd bestemd als park en volkstuin. Aan de zuidzijde van de Haarlemmerweg en Haarlemmervaart werden naoorlogse uitbreidingen van Amsterdam (Westelijke Tuinsteden) in de veenpolders aangelegd. De Osdorperbinnenpolder werd verveend en opgeleverd als droogmakerij Eendrachtspolder (1941).

In de Lange Bretten is duinzand opgespoten. Ook is de gebruikt als slibdepot en stortplaats voor grond die vrijkwam bij aanleg van metrolijnen. Eind twintigste eeuw werden de Grote Braak en de Lange Bretten gebruikt door volkstuinverenigingen, met daartussen een stadswildernis. In 2005 is gestart met de herinrichting van de Brettenzone als een gebied met kijknatuur (niet-betreedbaar) en struinnatuur (betreedbaar).

Abiotische en ruimtelijke karakteristiek

Mede door de ontstaansgeschiedenis en het opbrengen van verschillende typen grond, varieert het bodemtype in de Lange Bretten tussen veen, kalkrijk zand, klei en oud slib. Het maaiveld ligt gemiddeld rond NAP. Alleen De Kluut in het westen van de polder ligt één meter lager. De bodem is voedselrijker dan in het Westelijk Havengebied, doordat tijdens het opspuiten relatief fijn, slibrijk zand bezonk. Het oorspronkelijke veen ligt op enkele plekken nog aan de oppervlakte, bijvoorbeeld in De Kluut. De Lange Bretten bestaat uit vier peilgebieden en heeft aan De Grote Braak twee inlaten: één aan de Kluut en één aan het flexibele peilgebied aan de noordzijde van de Lange Bretten. Het waterpeil in De Lange Bretten is een flexibel peil met een ondergrens van -1,40 m NAP en een bovengrens van -1,00 m NAP. In het gebied is sprake van wegzijging en de waterkwaliteit is matig. Door de afwisseling in hoogte, grondsoort en vochtigheid is er veel variatie in De Lange Bretten. Er liggen oude dijken, steenhopen, stukken duinzand en er zijn waterlopen gegraven.

De Lutkemeerpolder is de laagst gelegen polder van Amsterdam. De bodem van de Lutkemeerpolder bestaat uit een kleilaag van 50 cm met daaronder zand. Vanwege de lage ligging is de kweldruk vanuit de ondergrond en vanuit de ringvaart van de Haarlemmermeer groot. De maaiveldhoogte is gemiddeld NAP -4,50 m. Het NNN-gebied in de Lutkemeerpolder heeft een flexibel peil tussen NAP -4,60 en -4,80 m. Het waterpeil fluctueert met de seizoenen en bij te hoge waterstanden stroomt het water naar de ringvaart. Ondanks de relatief geringe waterdiepte in de watergangen is de waterkwaliteit in de Lutkemeerpolder redelijk goed.

De Osdorper Binnenpolder is een veenweidegebied met langgerekte stroken lintbebouwing. De ondiepe bodemopbouw bestaat uit veengrond. De maaiveldhoogte in het veenweidegebied ligt tussen NAP -2,20 m en NAP -1,90 m. Lokaal is opgehoogd tot een maaiveldhoogte van NAP -1,56 m. Ondanks de geringe drooglegging is er sprake van (beperkte) maaiveldaling. Het waterpeil in de sloten in de graslandstrook van de Osdorper Binnenpolder is -2,17 m NAP, en de waterkwaliteit is redelijk.

Door het recreatief gebruik is er in de gebieden nauwelijks sprake van rust en stilte als bijzonder kenmerk. Vanwege de nabije ligging van provinciale en rijkswegen, industriegebied, spoorlijnen, vaarten en bebouwing is er ook sprake van een relatief forse geluidsbelasting en (in mindere mate) lichtverstoring. Delen van de Lange Bretten zijn niet toegankelijk en daardoor relatief rustig.

Huidig gebruik

De Lange Bretten is een parkachtig natuurgebied met recreatief medegebruik (deels intensief, deels extensief). Het vormt een belangrijk uitloopgebied voor Amsterdam. Nabij het gebied liggen volkstuinen en een sportpark waar festivals worden gehouden. De NNN-gebieden in Lutkemeerpolder en Osdorper Binnenpolder kennen extensief medegebruik.

Kernkwaliteiten

Op basis van het voorgaande worden in Amsterdam west de volgende ecologische kernkwaliteiten onderscheiden, die de basis vormen voor het behoud van biodiversiteit die (inter)nationaal en/of regionaal van belang is:

- Halfopen bos- en parklandschap met verlandingsvegetaties en graslanden
- Stapsteen in natte natuurverbinding

4 Natuurwaarden

De natuurwaarden, zowel actueel als potentieel, zijn hierna beschreven aan de hand van de kernkwaliteiten van het gebied.

Kernkwaliteit: Halfopen bos- en parklandschap met verlandingsvegetaties en extensieve graslanden

Actuele natuurwaarden

In de *Lange Bretten* is sprake van een zeer divers en parkachtig landschap met een afwisseling van bossen, kruidenrijke en schraalgraslanden, moeraszones en watergangen, gerekend tot **N04.01 Kranswierwater**, **N04.02 Zoete plas**, **N05.01 Moeras**, **N11.01 Droog schraalgrasland**, **N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland**, **N12.03 Glanshaverhooiland** en **N14.02 Hoog- en laagveenbos**. In het gebied zijn verlandingsvegetaties aanwezig in de vorm van rietkragen en natte ruigte. Het gebied kent een hoge mate aan structuurrijkdom en is van belang voor **moeras- en rietvogels**. Door de redelijke waterkwaliteit en de goed ontwikkelde onderwatervegetatie zijn de kranswierwateren en zoete plassen van belang voor **ongewervelden van natte milieus**, zoals waterslakken en libellen. De **waterspitsmuis** profiteert van de structuurrijke water- en oevervegetatie.

Potentiele natuurwaarden

Verbetering van de waterkwaliteit, het behoud/terugkeren van voldoende rust in het gebied en realisatie van meer samenhang met omliggende gebieden biedt kansen voor versterking van de aanwezige natuurkwaliteiten. Dit komt ten goede aan de verdere ontwikkeling van water- en graslandvegetaties, en versterking van het leefgebied van broedvogels, vissen en ongewervelden. Ook biedt dat kansen voor andere soorten om hun leefgebied uit te breiden, waaronder de waterspitsmuis en **ringslang**.

Kernkwaliteit: Stapsteen in natte natuurverbinding

Actuele natuurwaarden

De belangrijkste natuurwaarde van de gebieden in de Lutkemeerpolder en de Osdorper Binnenpolder ligt in de functie als stapsteen in de diverse natuurverbindingen in Amsterdam west (ZNV2). De gebieden bevatten natte natuur, in de vorm van **N04.02 Zoete plas**, **N05.01 Moeras** en **N05.02 Gemaaid rietland**, en hogere delen met **N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland**.

De gebieden hebben een functie voor **moeras- en rietvogels**, waaronder een groot aantal blauwborsten. Het gebied is daarnaast van belang voor **ongewervelden van natte milieus** en amfibieën, waaronder **rugstreeppad**.

Potentiele natuurwaarden

De stapstenen zijn in potentie geschikt als leefgebied en/of verbindingzone voor meer moeras- en watergebonden soorten, waaronder moeras- en rietvogels en libellen. Ook voor de

waterspitsmuis, die in de Lange Bretten aanwezig is, bieden de stapstenen perspectief als toekomstig leefgebied, mits er sprake is van continue oeververbindingen.

5 Abiotische en ruimtelijke condities

In tabel 1 zijn de kernkwaliteiten en bijbehorende actuele en potentiële natuurwaarden weergegeven in relatie tot de voor deze waarden relevante abiotische en ruimtelijke condities. De condities zijn gelijk voor actuele en potentiële natuurwaarden en daarom niet afzonderlijk weergegeven. Deze tabel geeft daarmee inzicht in de aspecten waarmee rekening dient te worden gehouden in het ecologisch onderzoek naar de mogelijke (significante) gevolgen van een plan of project in het NNN.

Tabel 1: Actuele en potentiële natuurwaarden in relatie tot de vereiste abiotische en ruimtelijke condities ('X')

	Vereiste abiotische condities											Vereiste ruimtelijke condities					
	Veenbodem	Relatief voedselarme onbemeste bodem	Oude bodem (ongestoord)	Buffercapaciteit bodem / water	(Micro) reliëf	Windwerking	Stabiel hoog (grond)waterpeil	Peil- en/of overstromingsdynamiek	Basenrijke en/of brakke kweel	Goede (grond- en oppervlakte)waterkwaliteit	Bestaand water- en / of verkavelingspatroon	Cultuurhistorisch element	Openheid	Bestlotenheid	Rust (beperkte menselijke aanwezigheid)	Stilte	Donkerte
Halfopen bos- en parklandschap met verlandingsvegetaties en extensieve graslanden																	
N04.01 Kranswierwater	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X
N04.02 Zoete Plas	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X
N05.01 Moeras	-	X	-	X	-	X	X	-	-	X	X	X	-	X	X	X	X
N11.01 Droog schraalgrasland	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X
N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X
N12.03 Glanshaverhooiland	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X
N14.02 Hoog- en laagveenbos	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X
Moeras- en rietvogels	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X
Ongewervelden van natte milieus	-	X	-	X	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Waterspitsmuis	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	X	-	X	X	X
Ringslang	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	X	-	X	X	-
Stapsteen in natte natuurverbinding																	
N04.02 Zoete Plas	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X

N05.01 Moeras	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X
N05.02 Gemaaid rietland	-	X	-	X	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X
N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X
Moeras- en rietvogels	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X
Ongewervelden van natte milieus	-	X	-	X	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Waterspitsmuis	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X

6 Vervangbaarheid

Hoewel de aanwezige natuurwaarden in de Lange Bretten op relatief korte termijn vervangbaar zijn, is het gebied vanwege de grote verscheidenheid aan bodemtypes in combinatie met de bijbehorende diversiteit aan vegetaties bijzonder en niet of nauwelijks vervangbaar.

De graslanden en overige natuur in de Lutkemeerpolder en de Osdorper Binnepolder zijn op korte termijn vervangbaar (<20 jaar). Door de strategische ligging ten opzichte van de natuurverbindingen is de vervangbaarheid echter ook hier beperkt.

Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Bijzonder Provinciaal Landschap >

Kenschets >

Begrenzing en context >

Ontstaansgeschiedenis >

Kernkwaliteiten >

Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

[Bijzonder Provinciaal Landschap >](#)
[Kenschets >](#)
[Begrenzing en context >](#)
[Ontstaansgeschiedenis >](#)
[Kernkwaliteiten >](#)

Het Bijzonder Provinciaal Landschap (BPL) is het regime voor bescherming en waar mogelijk versterking en ontwikkeling van gebieden in Noord-Holland die landschappelijk, aardkundig, ecologisch of cultuurhistorisch van bijzondere waarde zijn. Het BPL is beschreven in kernkwaliteiten per deelgebied. De voormalige beschermingsregimes Bufferzones, Aardkundig Monument en Weidevogelleefgebied zijn geborgd in de kernkwaliteiten. Het Natuurnetwerk Nederland (NNN, gericht op de wezenlijke kenmerken en waarden van natuur en landschap) en Provinciale Monumenten hebben een eigen regime en vallen daarom buiten het BPL-regime.

In het BPL zijn ruimtelijke ontwikkelingen, met uitzondering van nieuwe stedelijke ontwikkelingen, toegestaan wanneer de beschreven kernkwaliteiten niet worden aangetast. Per locatie kan aan de hand van de kernkwaliteiten een zorgvuldige afweging worden gemaakt welke ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk en welke niet wenselijk zijn. Hierdoor is er ruimte voor maatwerk en gebiedsgerichte differentiatie. In de ruimtelijke onderbouwing van een bestemmingsplan dat een ontwikkeling in het BPL mogelijk maakt, moet worden gemotiveerd dat de ter plaatse geldende kernkwaliteiten niet worden aangetast.

In lijn met de provinciale Leidraad Landschap en Cultuurhistorie zijn de kernkwaliteiten beschreven aan de hand van drie provinciale kernwaarden:

1. Landschappelijke karakteristiek: de landschapstypen en de belangrijkste kenmerken van deze landschappen.
2. Openheid en ruimtebeleving: de beleving van de ruimte, de horizon en de oriëntatiepunten.
3. Ruimtelijke dragers: de driedimensionale structuren en lijnen die in het (vlakke) landschap het beeld bepalen en begrenzen.

© Foto: Theo Baan

Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Bijzonder Provinciaal Landschap >

Kenschets >

Begrenzing en context >

Ontstaansgeschiedenis >

Kernkwaliteiten >

Het BPL Assendelft en omgeving is een voornamelijk open tot zeer open veen- en deels klelpolderlandschap ten noorden van het Noordzeekanaal. Het gebied heeft een eeuwenlange geschiedenis van eb en vloedwerking, kleiafzetting, inpoldering en dijkdoorbraken (Oer-IJ en IJ) en veenvorming, veenontginning en -ontwatering. De ontginningsgeschiedenis is nog goed afleesbaar in het landschap, bijvoorbeeld aan het verkavelings- en slotenpatroon van de veenweidepolders en de kronkelige dijken langs de voormalige geul van het Oer-IJ. Aan de westzijde van het gebied is de Stelling van Amsterdam met zijn forten, liniedijk en accessen prominent aanwezig in het landschap. De grote openheid van het BPL Assendelft en omgeving is een bijzondere waarde voor bewoners en recreanten. Deze openheid wordt extra benadrukt door het contrast met het nabijgelegen stedelijke gebied van Zaanstad, Beverwijk en Heemskerk. Delen van het gebied rond de Stelling van Amsterdam en aan de oostzijde zijn ruimtelijk meer verdicht door opgaande beplanting. Assendelft is een beeldbepalend bebouwingslint.

© Foto: Theo Baars



Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

[Bijzonder Provinciaal Landschap >](#)
[Kenschets >](#)
[Begrenzing en context >](#)
[Ontstaansgeschiedenis >](#)
[Kernkwaliteiten >](#)

Het BPL Assendelft en omgeving wordt aan de westzijde begrensd door de A9, aan de noordzijde door de Communicatieweg, de Hoogedijk/Busch en Dam (tevens liniedijk Stelling van Amsterdam) en de bebouwing van Saendelft, aan de oostzijde door de Nauernasche Vaart en aan de zuid- en zuidwestzijde door het Noordzeekanaal en de Assendelver Zeedijk. Landschappelijk en historisch gezien is het oostelijk deel van BPL Assendelft en omgeving (ten oosten van de Groenedijk/Assendelver Zeedijk) één samenhangend geheel met BPL Westzaan en omgeving en de andere veenweidepolders ten oosten van Zaanstad. Het westelijk deel bestaat uit kleirijke polders (onder andere de Wijkermeerpolder) en behoort tot het landschap van het Oer-IJ. Hier bevinden zich ook de liniedijk, forten met schootsvelden en accessen en inundatievelden van de Stelling van Amsterdam. Een beperkt deel van het poldergebied is NNN: natuurgebied Noorderveen aan de noordoostzijde, een paar gebieden aan de zuid-oostzijde en een strook tussen de liniedijk en de A9. Grotere doorgaande wegen liggen alleen langs de randen: de A9 aan de westzijde, de N203 aan de noordzijde en de N246 (deels N8) aan de oost- en zuidzijde.

(Het BPL Assendelft en omgeving maakt deel uit van het ensemble Assendelft-Krommenie in de Leidraad Landschap en Cultuurhistorie.)

© Foto: Theo Baars



Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

[Bijzonder Provinciaal Landschap >](#)
[Kenschets >](#)
[Begrenzing en context >](#)
[Ontstaansgeschiedenis >](#)
[Kernkwaliteiten >](#)

Het veen in het BPL Assendelft en omgeving is ontstaan als deel van een groter veenkussen achter de westelijk gelegen strandwallen. Het gebied stond vanaf ongeveer 1200 v.Chr. tot aan het begin van onze jaartelling, onder invloed van het Oer-IJ. Dit is een brede getijdenkreek die boven Castricum in verbinding stond met de Noordzee. Langs het Oer-IJ vond al vroeg bewoning plaats. Vanaf 200 v.Chr. verzandde de monding van het Oer-IJ waardoor de afwatering in westelijke richting stagneerde en het veengebied steeds meer vernatte. Vanaf dat moment waterde het gebied in zuidelijke en oostelijke af richting via het IJ richting Zuiderzee. Om goede landbouwgrond te verkrijgen werd tussen 800 en 1000 door bewoners van de duinstreek begonnen met de ontginning van het veen. Vanaf de randen van het gebied werden sloten gegraven voor de ontwatering van het veen. De vervening vond gefaseerd plaats, waarbij steeds verder in het veen werd doorgedrongen. Door de verschillende richtingen van waaruit werd ontgonnen ontstonden verschillende kavelrichtingen. De eerste bewoning vond plaats langs de Kaaik. Ook op de plek waar later het lintdorp Assendelft ontstond (langs de secundaire ontginningsbasis) was al vroeg in de ontginningsgeschiedenis bewoond. Door de veenontginning ontstond de kenmerkende strookverkaveling, met lange smalle onregelmatige kavels en sloten. Door de minder dikke veenlaag en klei in de ondergrond zijn de veenweidepolders in BPL Assendelft en omgeving over het algemeen minder waterrijk dan bijvoorbeeld in BPL Westzaan en omgeving.

Door de ontwatering startte het proces van veenoxidatie en inklinking. Hierdoor daalde het maaiveld tot uiteindelijk zo'n 1 tot 1,5 meter onder zeeniveau. Vanaf de 11e eeuw werden dijken aangelegd om het land te beschermen tegen het water dat vanuit het IJ steeds vaker in het gebied doordrong. Langs de resterende geul van het Oer-IJ, in de Middeleeuwen het Wijkermeer en Cromme IJ, kwamen aan de westzijde de Aagten-dijk en Hooge Dijk en aan de oostzijde de Groenedijk. Langs het IJ werd de Assendelver Zeedijk aangelegd. Buitendijks bleven onbedijkte gronden (buitenlanden) over. Bij dijkdoorbraken, die regelmatig voorkwamen, ontstonden diepe kolkaten achter de dijk en kreeg de dijk door het voortdurende herstel een kronkelig verloop. De Braak en de Buitenhuizerbraak aan de zuidzijde van het gebied zijn restanten van deze dijkdoorbraken. Aanvankelijk waren de veenkavels nog in gebruik als akkerland, maar door het lager en natter worden van het gebied en de invloed zout zeewater bij overstromingen was het gebied later alleen maar geschikt als grasland. [Lees verder >](#)

© Foto: Theo Baart



Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

[Bijzonder Provinciaal Landschap >](#)
[Kenschets >](#)
[Begrenzing en context >](#)
[Ontstaansgeschiedenis >](#)
[Kernkwaliteiten >](#)

Bewoning in het gebied vindt vanaf de middeleeuwen vooral plaats in het lintdorp Assendelft, dat in het noorden doorloopt in het lint van Krommenie. Verder ontstonden langs de randen en later ook verspreid in het gebied zelf boerenerven. In 1632 werd het Twiske, de grenssloot tussen Assendelft en Westzaan, verbreed tot de Nauernasche Vaart om het boezemwater uit de Schermer na zijn drooglegging beter weg te krijgen. Door de aanleg van deze vaart, op de achtergrens van Polder Westzaan en Polder Assendelft, werd de fysieke scheiding tussen deze polders versterkt. De (Assendelver) Veenpolder, tussen de Nauernasche Vaart en Assendelft is de enige droogmakerij in Noord-Holland boven het IJ die tot stand kwam uit een door vervening ontstane waterplas. Vanaf begin 19e eeuw werd gestart met de turfwinning in deze polder. Halverwege de 19e eeuw was de turfwinning zo ver gevorderd dat besloten werd om de polder droog te malen. Langs de rand kwamen boerderijen. De Vlietpolder ten westen van Assendelft is een kleinere droogmakerij die al eerder werd drooggemalen.

In de Middeleeuwen ontstonden in de overgebleven geul van het Oer-IJ het IJ en het Wijkermeer en via de Crommenije kwam een verbinding met het Alkmaardermeer. In de 14e eeuw werd de Crommenije bij Busch en Dam afgedamd en slibde de bedding langzaam dicht. De Crommenije ten zuiden van de deze dam krijgt de naam De Kil. In 1718, na de grote kerstvloed van 1717, werd zuidelijker de 'Nieuwe Overdijking' aangelegd en werd de dichtslibbende Kil polder De Noorder Buitendijken. Het Wijkermeer en het IJ werden hierdoor gescheiden van het Alkmaardermeer en later, tegelijkertijd met de aanleg van het Noordzeekanaal (1865-1876), zelf ook drooggelegd. Hierdoor ontstonden onder meer de Wijkermeerpolder en de Nauernasche polder. In deze laatste polder is nu een stortlocatie/gronddepot van Afvalzorg, die deels een recreatie functie heeft. De laatste decennia zijn in Assendelft verschillende uitbreidingswijken gebouwd, waaronder Saendelft aan de noordzijde. Het oorspronkelijke dorpslint is echter nog steeds herkenbaar. Binnen de bedijking van de Crommenije werd begin jaren '90 een golfbaan en een gasproductie-installatie aangelegd en is recreatiegebied Buitenlanden in ontwikkeling. Een deel van de Groenedijk, aan de zuidkant bij Busch en Dam werd in de vorige eeuw afgegraven. Door de aanleg van de A9 en de Wijkertunnel en uitbreidingen van Heemskerk en Beverwijk tot de A9 raakten eind vorige eeuw grote delen van de inundatievelden en schootsvelden van de forten van de Stelling van Amsterdam bebouwd.

© Foto: Theo Baart



Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Kernkwaliteiten

Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

Brede veensloten en restanten van kreken en geulen

Onregelmatige en regelmatige strookverkaveling veenweidepolders en onregelmatige en regelmatige blokverkaveling IJ-polders

Openheid en ruimtebeleving

Open ruimte en vergezichten

Ruimtelijke dragers

Zeedijken en liniedijken

Nauernasche Vaart

Ringdijk en -vaart (Assendelver) Veenpolder en ringdijk Vlietpolder

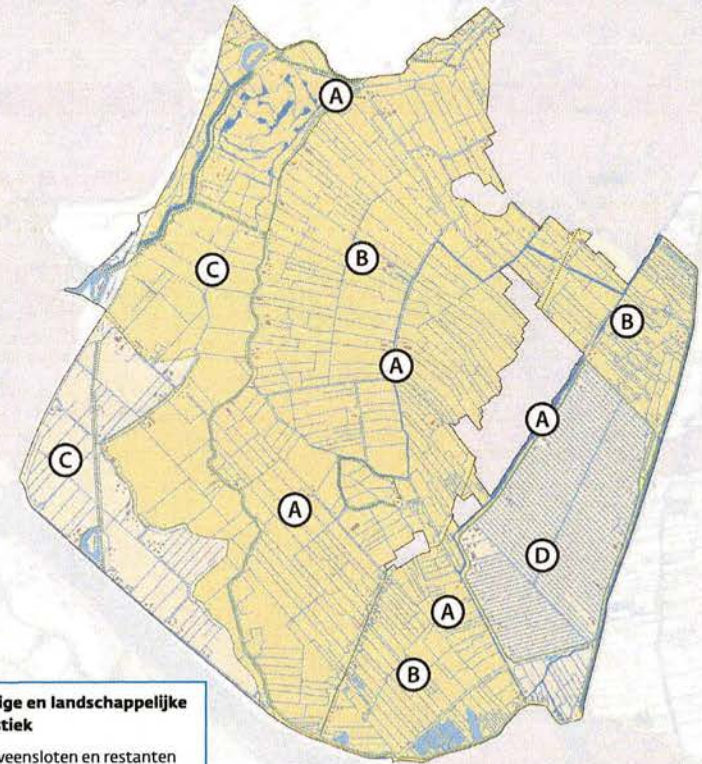
Bebouwingslinten

Stolpenstructuren

In BPL Assendelft en omgeving in hoofdlijnen twee landschapstyper van het voormalig IJ en Wijkermeer in het westelijk en zuidwestelijk onregelmatige strookverkavelingspatroon is sinds de middeleeuwen die ontstonden door inpoldering van de voormalige geul van het O-grasland.

Beschrijving

In het veenpolderlandschap ligt ten westen van Assendelft een brede veensloot: de Delft met in het verlengde daarvan de Binnendelft. Kenmerkend zijn de grillige oevers en brede rietkragen. Ten oosten van Assendelft ligt de smallere veensloot Kaaik. Ter hoogte van de kleine droogmakerij Vlietpolder vormt de Kaaik een restant van een kreek, waardoor de waterloop een grilliger verloop heeft. De Kaaik doet hier ook dienst als 'ringsloot' van deze droogmakerij. Ook aan de zuidoostzijde, bij Nauerna, zijn kreekrestanten herkenbaar in het slotenpatroon. In de kleipolders tussen de Aagtendijk/Hooge dijk en de Groene Dijk ligt waterloop De Kil. Dit is een laatste restant van de geul die nog lange tijd onder invloed stond van het water vanuit het IJ en de verbinding was richting het Alkmaardermeer.



Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

- A. Brede veensloten en restanten van kreken en geulen
- B. Onregelmatige en regelmatige strookverkaveling veenweidepolders
- C. Onregelmatige en regelmatige blokverkaveling IJ-polders
- D. Regelmatige strookverkaveling uitgeveende (Assendelver) Veenpolder



Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Kernkwaliteiten ▾

Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

Brede veensloten en restanten van krekens en geulen

Onregelmatige en regelmatige strookverkeveling veenweidepolders en onregelmatige en regelmatige blokverkeveling IJ-polders

Openheid en ruimtebeleving

Open ruimte en vergezichten

Ruimtelijke dragers

Zeedijken en liniedijken

Nauernasche Vaart

Ringdijk en -vaart (Assendelver) Veenpolder en ringdijk Vlietpolder

Bebouwingslinten

Stolpenstructuren

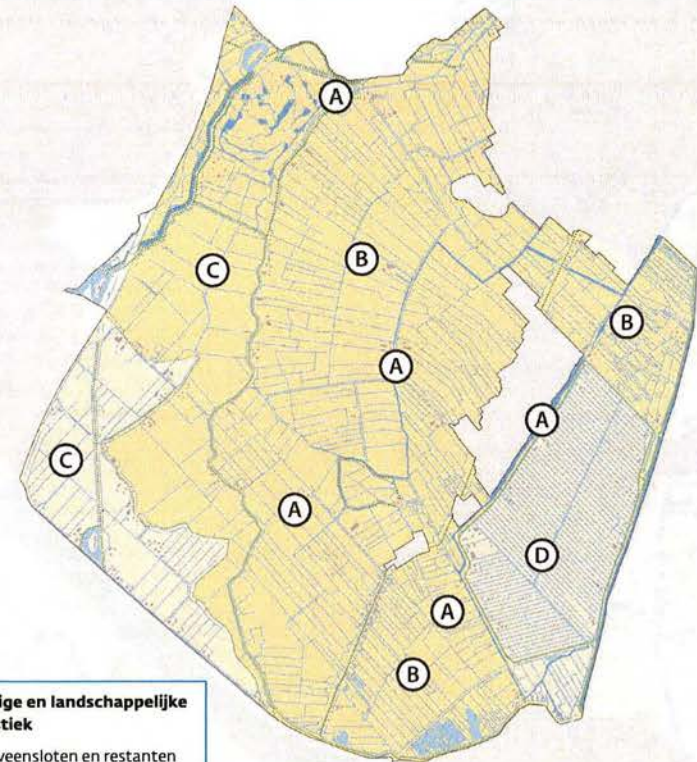
In BPL Assendelft en omgeving in hoofdlijnen twee landschapstypen van het voormalig IJ en Wijkermeer in het westelijk en zuidwestelijk onregelmatige strookverkevelingspatroon is sinds de middeleeuwen die ontstonden door inpoldering van de voormalige geul van het O-grasland.

Beschrijving

Het verkevelingspatroon en hieraan gekoppeld slotenpatroon in de veenweidepolders in het BPL Assendelft en omgeving dateert uit de middeleeuwen en is veelal nog intact. Het strookvormige en soms meer grillige verkevelingspatroon is voornamelijk zuidoost-noordwest georiënteerd, al zijn er ook afwijkende delen zoals rond de Vlietpolder. Aan de westzijde, in de Zuiderpolder/Assendelverveld heeft de polder een meer uitwaaiend verkevelingspatroon en zijn de kavels in de loop van de tijd deels samengevoegd en daardoor breder en rechthoekiger.

In het veenpolderlandschap liggen twee droogmakerijen: de grotere (Assendelver) Veenpolder en de kleine Vlietpolder. De eerste is drooggemaakt na de uitgebreide turfwinning die hier in de eerste helft van de 19e eeuw plaatsvond. De polder is rationeel ingedeeld en heeft een regelmatig strookverkevelingspatroon. De Vlietpolder is al eerder drooggemaakt en kent een onregelmatige blokverkeveling. De polders liggen 1 tot 1,5 meter dieper dan de aangrenzende veenpolders.

De polders die ontstonden door bedijking van de Buitenlanden in Wijkermeer en Kil hebben een onregelmatige blokverkeveling. De in de 19e eeuw ingepolderde Wijkermeerpolder heeft van oorsprong een meer rationele indeling



Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

- A. Brede veensloten en restanten van krekens en geulen
- B. Onregelmatige en regelmatige strookverkeveling veenweidepolders
- C. Onregelmatige en regelmatige blokverkeveling IJ-polders
- D. Regelmatige strookverkeveling uitgevende (Assendelver) Veenpolder

Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Kernkwaliteiten

Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

Brede veensloten en restanten van kreken en geulen

Onregelmatige en regelmatige strookverkaveling veenweidepolders en onregelmatige en regelmatige blokverkaveling IJ-polders

Openheid en ruimtebeleving

Open ruimte en vergezichten

Ruimtelijke dragers

Zeedijken en linedijken

Nauernasche Vaart

Ringdijk en -vaart (Assendelver) Veenpolder en ringdijk Vlietpolder

Bebouwingslinten

Stolpenstructuren

De polders in BPL Assendelft en omgeving hebben een grote tot zeer een groot contrast met de stad, waardoor deze extra wordt benadrukt. In de winter zijn de natte graslanden en brede waterlopen een belangrijk onderdeel van het landschap.

Beschrijving

Het veenpolderlandschap heeft grotendeels een open tot zeer open karakter. Vooral ten westen van Assendelft het landschap zeer open en strekt het zich ook verder in noordelijke richting uitstrekt richting het Alkmaardermeer en de strandvlakten achter de duinen. In delen van het gebied is het landschap meer verdicht, onder meer door opgaande beplanting in natuurgebieden (Noorderveen) en het golfterrein in de Stellingzone. In de veenweidepolders en kleipolders zelf is slechts incidenteel sprake van opgaande weg- of andere beplanting. Op enkele boerderijen midden in het gebied na, liggen de meeste boerenerven langs de dijken en randen van het gebied. De waarde van de openheid wordt bepaald door de doorlopende open ruimte en de vergezichten die deze mogelijk maakt. Vanuit de linten zijn in beperkte mate zichtlijnen naar de openheid van de veenweidepolders.



Openheid en ruimtebeleving

 Open ruimte en vergezichten



Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Kernkwaliteiten

Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

Brede veensloten en restanten van krekens en geulen

Onregelmatige en regelmatige strookverkaveling veenweidepolders en onregelmatige en regelmatige blokverkaveling IJ-polders

Openheid en ruimtebeleving

Open ruimte en vergezichten

Ruimtelijke dragers

Zeedijken en liniedijken

Nauernasche Vaart

Ringdijk en -vaart (Assendelver) Veenpolder en ringdijk Vlietpolder

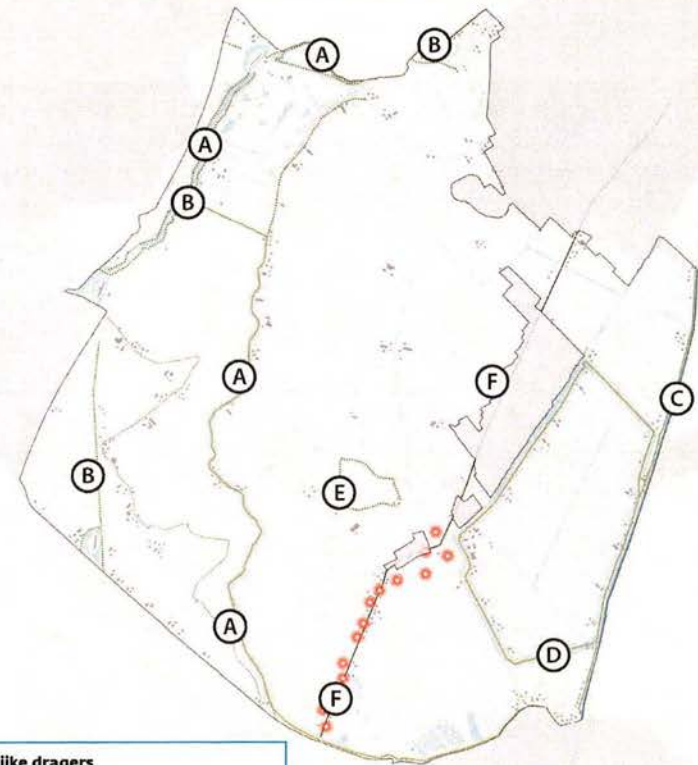
Bebouwingslinten

Stolpenstructuren

Het bebouwingslint van Assendelft, dat het gebied globaal van no (Zuidereinde) is een stolpenstructuur. Daarnaast zijn de dijken lan- nasche Vaart en de Ringdijk- en Vaart van de (Assendelver) Veenpo

Beschrijving

In het gebied ligt een aantal middeleeuwse dijken, die het land beschermden tegen het opstuwendende Zuiderzee water dat via IJ en Wijkermeer, gelegen in de voormalige bedding van het Oer-IJ, binnen stroomden. De Crommenije vormde in de 12e eeuw een verbinding tussen de toen ontstane Wijkermeer en Langemeer (Uitgeestermeer/Aikmaardermeer). Toen in de 14e eeuw de Crommenije werd afgedamd (bij Busch en Dam) werd het zuidelijke deel van de Crommenije 'Kil' genoemd. De Assendelver Zeedijk is een onderdeel van de Noorder IJ- en Zeedijken, die doorlopen tot aan de Westfriesse Omringdijk bij Schardam. De Groenedijk ligt in het verlengde van de Assendelver Zeedijk. Aan de andere kant van de geul ligt de Hooge Dijk, die meer naar het zuiden overgaat in de Sint Aagtendijk. Dwars op de voormalige geul, die hier dus de Kil heet, ligt de in 1718 aangelegde dam, de 'Nieuwendijk', voorheen 'Nieuwe Overdijking'. Evenwijdig aan De Hoogedijk en Sint Aagtendijk liggen tussen de forten de liniedijken van de Stelling van Amsterdam die rond 1900 zijn aangelegd. Tussen Fort Sint Aagtendijk en Fort Zuidwijkermeer ligt ook een liniedijk (Vuurlinie), die extra opvalt door de bomenrijen aan de voet van de dijk. Door de hoogte van de dijken zijn ze beeldbepalende en continue lijnen in het landschap. De dijken hebben, mede door een aantal dijkdoorbraken en dijkherstel dat daarop volgde, een grillig tracé. De Braak en Buitenhuizerbraak bij de Assendelver Zeedijk zijn nog goed zichtbare restanten van dijkdoorbraken en zijn onlosmakelijk verbonden met deze kernkwaliteit.



Ruimtelijke dragers

- A. Zeedijken (provinciaal monument)
- B. Liniedijken
- C. Nauernasche Vaart
- D. Ringdijk- en vaart (Assendelver) Veenpolder
- E. Ringdijk Vlietpolder
- F. Bebouwingslinten
-  Stolpenstructuren



Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Kernkwaliteiten

Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

Brede veensloten en restanten van krekens en geulen

Onregelmatige en regelmatige strookverkaveling veenweidepolders en onregelmatige en regelmatige blokverkaveling IJ-polders

Openheid en ruimtebeleving

Open ruimte en vergezichten

Ruimtelijke dragers

Zeedijken en linedijken

Nauernasche Vaart

Ringdijk en -vaart (Assendelver) Veenpolder en ringdijk Vlietpolder

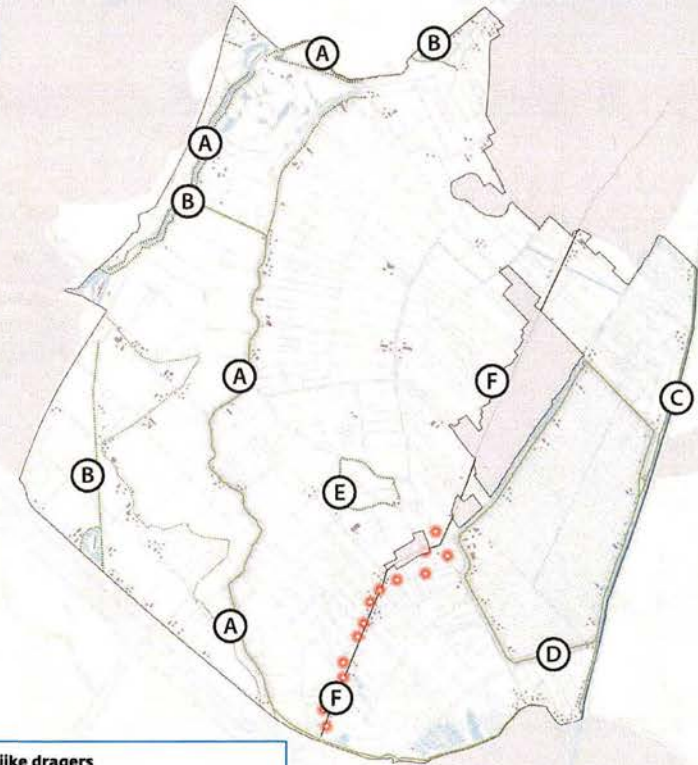
Bebouwingslinten

Stolpenstructuren

Het bebouwingslint van Assendelft, dat het gebied globaal van no (Zuidereinde) is een stolpenstructuur. Daarnaast zijn de dijken lan- nasche Vaart en de Ringdijk- en Vaart van de (Assendelver) Veenpo

Beschrijving

De Nauernasche Vaart is de oostgrens van het gebied en ligt op de voormalige ontginningsgrens tussen de veenweidepolders rond Assendelft en polder Westzaan. De vaart heeft een functie voor de scheepvaart en voor de afwatering van aangrenzende polders, ook de meer noordelijk gelegen veenpolders en de Schermer. De loop van de vaart wordt geaccentueerd door hoger gelegen dijk aan weerszijden en de wegbeplanting langs de N246 (N8) die afwisselend aan de oost- en westzijde van de vaart ligt.



Ruimtelijke dragers

- A. Zeedijken (provinciaal monument)
- B. Linedijken
- C. Nauernasche Vaart
- D. Ringdijk- en vaart (Assendelver) Veenpolder
- E. Ringdijk Vlietpolder
- F. Bebouwingslinten
-  Stolpenstructuren



Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Kernkwaliteiten

Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

Brede veensloten en restanten van kreken en geulen

Onregelmatige en regelmatige strookverkaveling veenweidepolders en onregelmatige en regelmatige blokverkaveling IJ-polders

Openheid en ruimtebeleving

Open ruimte en vergezichten

Ruimtelijke dragers

Zeedijken en linedijken

Nauernasche Vaart

Ringdijk en -vaart (Assendelver) Veenpolder en ringdijk Vlietpolder

Bebouwingslinten

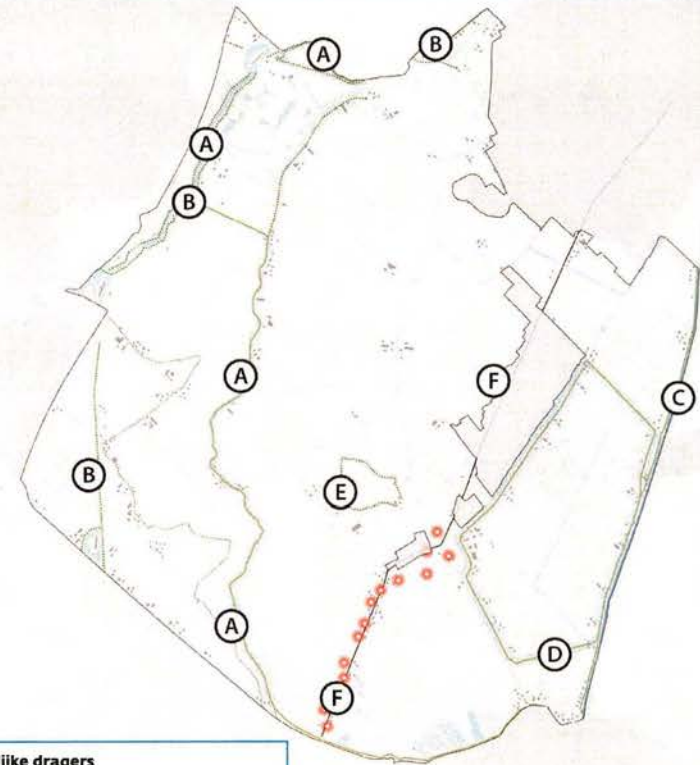
Stolpenstructuren

Het bebouwingslint van Assendelft, dat het gebied globaal van no (Zuidereinde) is een stolpenstructuur. Daarnaast zijn de dijken lan, nasche Vaart en de Ringdijk- en Vaart van de (Assendelver) Veenpo

Beschrijving

Droogmakerij de Veenpolder heeft rondom water. Dit bestaat deels uit water dat al voor de droogmaking aanwezig was: aan de westzijde veenwaterloop de Delft, aan de oostzijde de Nauernasche Vaart. Aan de zuidwest- en noordzijde werden de Bloksloot en Sluissloot voor de afwatering richting Nauernasche Vaart gebruikt. De ringdijk bestaat uit de Veenpolderdijk aan de westzijde, de dijk met de Zuiddammerweg aan de zuidwestzijde, de dijk aan de zuidzijde waarop de N246 ligt, de Vaartdijk langs de Nauernasche Vaart en de dijk langs de Communicatieweg. De dijk is een contrasterende lijn die de grens tussen de dieper gelegen droogmakerij en het aangrenzende hoger gelegen veenweidegebied markeert. Deze is vooral vanuit de polder, maar ook vanaf de randen zichtbaar.

Rond (een deel van) de kleinere droogmakerij Vlietpolder is waterloop de Kaaik doorgetrokken en heeft deze de functie van ringsloot. De opgaande beplanting op de ringdijk accentueert hier de grens van de polder nog eens extra.



Ruimtelijke dragers

- A. Zeedijken (provinciaal monument)
- B. Linedijken
- C. Nauernasche Vaart
- D. Ringdijk- en vaart (Assendelver) Veenpolder
- E. Ringdijk Vlietpolder
- F. Bebouwingslinten
-  Stolpenstructuren

Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Kernkwaliteiten ▾

Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

Brede veensloten en restanten van kreken en geulen

Onregelmatige en regelmatige strookverkaveling veenweidepolders en onregelmatige en regelmatige blokverkaveling IJ-polders

Openheid en ruimtebeleving

Open ruimte en vergezichten

Ruimtelijke dragers

Zeedijken en liniedijken

Nauernasche Vaart

Ringdijk- en vaart (Assendelfer) Veenpolder en ringdijk Vlietpolder

Bebouwingslinten

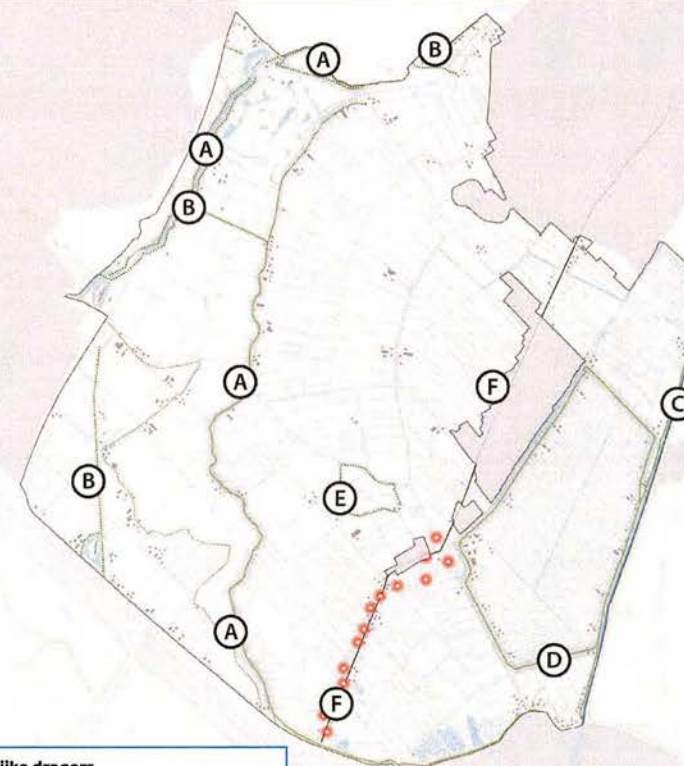
Stolpenstructuren

Het bebouwingslint van Assendelft, dat het gebied globaal van no (Zuidereinde) is een stolpenstructuur. Daarnaast zijn de dijken lan: nasche Vaart en de Ringdijk- en Vaart van de (Assendelfer) Veenpo

Beschrijving

Het bebouwingslint van Assendelft, met de delen Noordeinde, het centrale Kerkbuurt en Zuidereinde, bestaat uit één rij van individuele erven in een onregelmatig ritme aan één of beide kanten langs de weg. De langgerekte, dichte lintbebouwing is karakteristiek voor het gebied en is geënt op de secundaire ontginningsas uit de vroege middeleeuwen. De boerderijen liggen veelal naast elkaar op een eigen kavel op de plek waar een nederzetting zich bevond wanneer de ontginning voltooid was. In Zuidereinde is aan de zuidoostkant van het lint sprake van een sloot tussen de weg en de erven. Het centrale deel van Assendelft (Delftbuurt) en het Noordeinde (Saendelft) zijn door nieuwbouwwijken uitgebreid tot grotere woongebieden. Ook elders zijn kleine buurtjes of woonstraten aan de achterzijde van het lint gekomen. Op delen is langs de linten een mix aan functies terecht gekomen die zich aan de achterzijde soms verder in het veenweidegebied uitstrekken: naast melkveehouderijen gaat het ook om bedrijventerreinen, kassen en volkstuincomplexen.

Langs de Nauernasche Vaart ligt aan de noordoost van het gebied een korter bebouwingslint. Ook bij Nauerna, aan de zuidoostzijde van het gebied is sprake van lintbebouwing.



Ruimtelijke dragers

- A. Zeedijken (provinciaal monument)
- B. Liniedijken
- C. Nauernasche Vaart
- D. Ringdijk- en vaart (Assendelfer) Veenpolder
- E. Ringdijk Vlietpolder
- F. Bebouwingslinten
- Stolpenstructuren

Bijzonder Provinciaal Landschap

Assendelft en omgeving

Kernkwaliteiten

Aardkundige en landschappelijke karakteristiek

Brede veensloten en restanten van kreken en geulen

Onregelmatige en regelmatige strookverkaveling veenweidepolders en onregelmatige en regelmatige blokverkaveling IJ-polders

Openheid en ruimtebeleving

Open ruimte en vergezichten

Ruimtelijke dragers

Zeedijken en linedijken

Nauernasche Vaart

Ringdijk- en -vaart (Assendelver) Veenpolder en ringdijk Vlietpolder

Bebouwingslinten

Stolpenstructuren

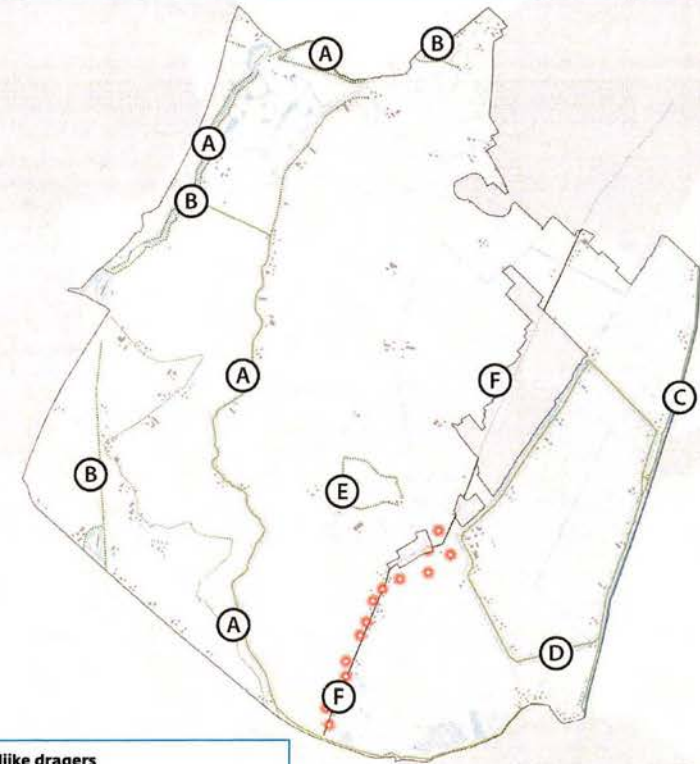
Het bebouwingslint van Assendelft, dat het gebied globaal van no (Zuidereinde) is een stolpenstructuur. Daarnaast zijn de dijken lan: nasche Vaart en de Ringdijk- en Vaart van de (Assendelver) Veenpo

Beschrijving

Stolpen zijn kenmerkend voor het Noord-Hollandse platteland en geven uiting aan de Noord-Hollandse agrarische geschiedenis. De stolp was het karakteristieke bouwtype voor boerderijen vanaf halverwege de 16e eeuw en is toegepast tot ca. 1950. Veel stolpen zijn rijksmonument of provinciaal monument.

Op plekken waar meer dan zes stolpboerderijen bij elkaar in de buurt staan, vormen deze door hun ruimtelijke samenhang een zogenaamde 'stolpenstructuur'. De samenhang bestaat uit de visuele relatie tussen de stolpen onderling en tussen de stolp, het erf en het landschap eromheen.

In het BPL Assendelft en omgeving ligt in het zuidelijk deel van de lint-bebouwing van Assendelft (Zuidereinde) een stolpenstructuur (veenlint).



Ruimtelijke dragers

- A. Zeedijken (provinciaal monument)
- B. Linedijken
- C. Nauernasche Vaart
- D. Ringdijk- en vaart (Assendelver) Veenpolder
- E. Ringdijk Vlietpolder
- F. Bebouwingslinten
-  Stolpenstructuren