

05. Fysieke veiligheid

Geen wijzigingen januari 2019

Fysieke veiligheid betreft de bescherming of het zich beschermd voelen tegen gevaar dat veroorzaakt wordt door fysieke bedreigingen.

Fysieke bedreigingen ontstaan uit (combinaties van) mechanische, chemische, biologische of fysieke gevaren. Deze gevaren kunnen schadelijke gevolgen hebben voor mensen en bouwwerken.

Bijvoorbeeld:

- > verbranding
- > verstikking door rookontwikkeling
- > letsel door gevaarlijke stoffen
- > letsel door fysieke/mechanische oorzaken (van een trap vallen, over een drempel struikelen, het hoofd stoten, uitglijden en dergelijke)
- > verdrinking
- > letselschade bij een gebouwinstorting.

Fysieke veiligheid wordt ingedeeld naar interne en externe veiligheid. De fysieke bedreigingen worden per soort van bedreiging vervolgens beschreven.

Interne Veiligheid

Interne veiligheid gaat over de veiligheid van gebruikers van ondergrondse bouwwerken tijdens de aanwezigheid in deze ruimtes. Voor het kwantitatief vaststellen van het veiligheidsniveau wordt veelal een indeling gemaakt naar het plaatsgebonden risico en groepsrisico:

- > Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans per jaar dat een onbeschermd persoon komt te overlijden als gevolg van een incident.
- > Het groepsrisico (GR) geeft de kans per jaar aan, dat een groep personen van een bepaalde grootte (bijvoorbeeld 10, 100 of 1000 personen) tegelijk slachtoffer wordt van een incident. Het groepsrisico wordt weergegeven in een curve waarin het aantal personen is afgezet tegen de kans per jaar op (tegelijk) overlijden.

Externe veiligheid

Externe veiligheid betreft de (on)veiligheid die verband houdt met risico's voor mensen die in de omgeving van een bepaald object/bouwwerk (bijvoorbeeld een ondergrondse parkeergarage of station) wonen of verblijven, die getroffen kunnen worden door de gevolgen van incidenten in dat

bouwwerk. Evenals bij interne veiligheid is ook bij externe veiligheid sprake van een groepsrisico (GR).

Normstelling externe en interne veiligheid.

Normen voor interne veiligheid kunnen worden afgeleid van de normen voor externe veiligheid. Voor externe veiligheid worden vaak strengere eisen gehanteerd dan voor interne veiligheid. Dat heeft te maken met de mate van vrijwilligheid. Bij externe veiligheid kunnen mensen 'onvrijwillig' slachtoffer zijn van een incident in een bouwwerk waar ze op dat moment niet zijn. Een externe veiligheidsnorm staat bijvoorbeeld beschreven in het document *Circulaire risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen*.

In de inleiding hiervan staat:

“In het Vierde Nationaal Milieu Beleidsplan (NMP-4) is een wettelijke verankering van de risiconormen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen aangekondigd. Bij deze wettelijke verankering zullen de resultaten van voormelde evaluatie worden betrokken. Tot het moment van realisatie van deze verankering wordt in deze circulaire het beleid met betrekking tot risiconormering geoperationaliseerd en verduidelijkt. Daarmee treedt deze circulaire in de plaats van de Nota risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen. De werkingsduur van deze circulaire loopt tot uiterlijk 31 juli 2012. Wanneer voornoemde wettelijke verankering wordt gerealiseerd, zal de circulaire echter worden ingetrokken.”

Het Besluit Externe veiligheid inrichtingen geeft een norm (artikel 13 lid 1-b) die nog strenger is dan de normering voor vervoer van gevaarlijke stoffen. Dit besluit valt wettelijk onder de Wet milieubeheer.

Conclusie is dat de norm voor externe veiligheid wettelijk verankerd is (in ieder geval voor inrichtingen) en strenger is dan voor interne veiligheid.

Fysieke bedreigingen

Een veel voorkomende fysieke bedreiging is brand en als gevolg daarvan rookontwikkeling. Brandveiligheid wordt beschreven aan de hand van functionele eisen voor het voorkomen, signaleren en beperken van brand en het vluchten bij brand. Vervolgens wordt een selectie van overige fysieke bedreigingen beknopt beschreven: namelijk gevaarlijke stoffen, inundatie en instorting. Veel van de gevolgen van deze bedreigingen zijn (deels) te bestrijden met vergelijkbare maatregelen als die bij brand. Hoewel terrorisme op zich een sociale bedreiging is, zijn de gevolgen van een terroristische aanslag vaak een fysieke bedreiging: brand, explosies, gevaarlijke stoffen, verdrinking en/of uitval van elektriciteit.

Brand

Het beschermen van bouwwerken en mensen voor het ontstaan en de gevolgen van brand heet brandveiligheid. Voor bovengrondse gebouwen zijn in andere bronnen uitgebreide beschrijvingen gegeven over brandveiligheid. Daarom beperkt de beschrijving zich hier tot maatregelen en voorzieningen die vooral ondergronds nodig zullen zijn.

Het voorkómen van brand

Het is van groot belang brand in een ondergrondse ruimte te voorkomen. Brand in een ondergrondse ruimte heeft namelijk op een aantal aspecten een ernstigere uitwerking dan bovengronds. Rook stijgt op en kan de vluchtmogelijkheden naar boven belemmeren. De brand bestrijden en hulpverleners kan alleen vanuit de ruimte zelf en van bovenaf, en niet van buiten- en onderaf, zoals bij bovengrondse gebouwen. Dat betekent dat de hulpdiensten de brandhaard en eventueel aanwezige mensen moeten zien te bereiken dwars door de opstijgende rook heen, als er geen brand- en rookbeschermd trappenhuisen zijn. Een effectieve rookbeheersing is daarom van primair belang. Rook kan ondergronds minder makkelijk naar buiten; binnen vormt het een risico. Bovendien zullen in een ondergrondse ruimte bij brand vaak hogere omgevingstemperaturen bij brand ontstaan dan bovengronds, waardoor de schade aan mensen, constructie en inrichting al snel groot is en eerder branduitbreiding kan ontstaan.

Brand zo snel mogelijk signaleren en direct bestrijden

Als er onverhoopt toch een brand ontstaat, is het van belang dat deze zo snel mogelijk wordt gesignaleerd om snel te kunnen ingrijpen. Met een brandmeldinstallatie en door voldoende toezicht is vroegtijdige signalering mogelijk. Daarbij is het mogelijk nuttig dat een beginnende brand door aanwezigen zelf kan worden geblust. Dat kan door het aanleggen van een brandblusinstallatie met brandslanghaspels en eventueel draagbare blustoestellen. Ook een sprinklerinstallatie kan een ontstane brand in omvang beperkt houden en eventueel blussen.

Brand beheersen en bestrijden

Na een brandmelding is het noodzakelijk dat hulpdiensten, i.c. de brandweer zo snel en eenvoudig mogelijk de ondergrondse ruimte kunnen bereiken. Een snelle beheersing van brand beperkt schade aan mensen, constructie en inrichting.

Kleine ruimtes en smalle gangen bemoeilijken de toetreding van de ruimte. De toegangen moeten dus voldoende ruim zijn. Soms is een separate toegang gewenst voor de hulpdiensten. Een effectieve brandbestrijding vereist een goede (tweezijdige) bereikbaarheid van alle ondergrondse ruimtes, ook omdat er vaak geen mogelijkheden zijn om de brand van opzij te bestrijden. Brand bestrijden in een ondergrondse ruimte kan wellicht ook effectief door het afsluiten van zuurstoftoevoer (toegangen en vluchtroutes). Dit uiteraard wel nadat mogelijke slachtoffers de ruimte hebben kunnen verlaten.

Bovengronds moet voldoende ruimte zijn om de voertuigen van de hulpdiensten op te stellen.

Voordat een ondergrondse ruimte in gebruik wordt genomen, maakt de brandweer samen met de initiatiefnemer en/of beheerders een specifiek aanvalsplan. Dat betekent dat bij de brandweer eventuele ontsluitingscodes van ingangen en toegangsversperringen (slagboom, hekken, rolluiken e.d.) bekend moeten zijn. Maatregelen waardoor de hulpdiensten snel binnen kunnen komen zijn bijvoorbeeld een automatische ontgrendeling van een speciale hulpdiensteningang en de aanleg van een brandweerlift. Voor zowel de noodplannen als de informatieoverdracht naar de brandweer en de gebruikers moeten plattegronden met toetredingsmogelijkheden opgesteld worden. Eventueel aanwezige toezichthouders kunnen als gids voor hulpdiensten optreden.

Hulpdiensten moeten in ondergrondse ruimtes vaak vrij diep onder de grond werken. Dit vereist aanvullende maatregelen voor transport en logistiek van blusvoorzieningen (bijvoorbeeld de inzet van brandkarren). Voor ruimtes waar de aanvoer van bluswater niet eenvoudig te realiseren is, is een net van '(droge) blusleidingen' vanuit repressie wenselijk.

Tijdig ontruimen en mensen in veiligheid brengen

Bij een beginnende brand is het nodig dat mensen snel kunnen vluchten, voordat de brand zich ontwikkelt tot een grote brand met veel rookontwikkeling. Voor druk bezette ondergrondse ruimtes, zoals een station en winkelcentrum, kunnen evacuatieberekeningen worden gemaakt. Dat houdt in dat met vluchtsimulaties vanuit een maximale bezetting wordt bepaald hoeveel en welke vluchtvoorzieningen nodig zijn en welke compartimentering nodig is. Ondergronds geldt in het bijzonder dat berekende capaciteiten van vluchtroutes niet mogen worden overschreden. Door toezicht (ondersteund met bijvoorbeeld telsystemen) kan de hoeveelheid personen worden beheerst. Het ruimtebeslag voor vluchtroutes is ondergronds duur en kan daardoor problematisch zijn. Aanvullende maatregelen voor het aanleggen en inrichten van vluchtroutes zullen nodig zijn, ook om het vluchten van minder mobiele personen mogelijk te maken (zie NPR-ISO/IEC Guide 71 en Handboek Toegankelijkheid, Wijk, 2012). Roltrappen die kunnen blijven draaien in de ontruimingsrichting zijn - afhankelijk van het type en het onderhoudsregime - goede voorzieningen met een hoge ontruimingscapaciteit. Wellicht moeten ook maatregelen worden genomen om horizontale vluchtroutes naar een veilige plaats (een naastgelegen compartiment) mogelijk te maken, van waaruit vervolgens wel naar boven en buiten kan worden gevlucht.

Gevaarlijke stoffen

Gevaarlijke stoffen kunnen vrijkomen bij brand, een explosie, lekkage, storing van installaties of door moedwillige verspreiding (terrorisme). Bij grote concentraties van mensen zullen de gevolgen van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen groot zijn. Mensen zijn in een ondergrondse ruimte extra kwetsbaar voor giftige dampen en gassen. In een ondergrondse ruimte is natuurlijke ventilatie namelijk moeilijk te realiseren. Dat betekent dat de luchtkwaliteit afhankelijk is van de mechanische ventilatiesystemen, die kunnen uitvallen.

Bij het moedwillig verspreiden van gevaarlijke stoffen zijn de hoeveelheid en de aard van de gevaarlijke stof vooraf niet in te schatten. Om enigszins voorbereid te zijn op een aanval met gevaarlijke stoffen kunnen in het calamiteitenplan ofwel het bedrijfsnoodplan organisatorische maatregelen, procedures, instructies en communicatievoorzieningen worden opgenomen die van toepassing zijn op deze dreiging.

Opslag

Als ondergrondse opslag van gevaarlijke stoffen gewenst of onvermijdelijk is, zoals in parkeergarages het geval is (brandstof in auto's) moet worden voldaan aan specifieke bouwkundige en installatietechnische voorzieningen (zie de Publicatierreeks Gevaarlijke stoffen). Afhankelijk van de opgeslagen hoeveelheden zijn (extra) bouwkundige, installatietechnische en organisatorische voorzieningen nodig.

Inundatie

Een goed waterdicht ontwerp is in de eerste plaats een constructieve kwestie. Ondergrondse ruimtes lopen extra risico op binnendringend grondwater, lekkages en wateroverlast van binnenuit (waterleidingbreuk) en van bovenaf. Wateroverlast kan invloed hebben op de exploitatie van ondergrondse bouwwerken.

De ervaring leert dat een ondergrondse constructie altijd wel ergens lekt en dat er grondwater binnenkomt. Daarom zijn pompen met pompputten nodig voor het afvoeren van water.

Van binnenuit kan een (water)leidingbreuk in het bouwwerk lekkage veroorzaken. Om de kans hierop te verkleinen zullen kwetsbare leidingen extra mechanisch moeten worden beschermd, regelmatig moeten worden geïnspecteerd en preventief worden onderhouden. Water dat bij het schoonmaken van de ruimte wordt gebruikt moet afgevoerd kunnen worden door pompputten.

Ook wateroverlast van bovenaf is een risico, bijvoorbeeld door een combinatie van extreme regenval en een beperkte of verstopte hemelwaterafvoer in de omgeving. Leidingschachten, trapopgangen en liftschachten zijn locaties waar water de ondergrondse ruimtes kan binnenstromen. Deze locaties moeten worden voorzien van wateropvang- en waterafvoervoorzieningen. Ter voorkoming van binnenstromend water kunnen waterdrempels worden aangelegd bij bovengrondse ingangen. Dergelijke drempels bemoeilijken echter wel de fysieke toegankelijkheid van het bouwwerk.

Instorting

De belastingen op een ondergrondse constructie bestaan voor een belangrijk deel uit zogenoemde grond- en waterdrukken. Ondergrondse constructies waarboven ook op maaiveld is gebouwd, worden extra belast door de bovengrondse constructie. De belastingen op een diepgelegen ondergrondse constructie kunnen hoog zijn. Het is mogelijk de belastingen te verminderen door middel van (interne) drukkrachten. Dit verklaart ook het veelvuldige gebruik van beton, wat de eigenschappen van goede opname van drukkrachten combineert met een goede waterdichtheid.

Voortschrijdende instorting (progressive collapse)

Tijdens het ontwerp zal beoordeeld (en voorkomen) moeten worden of er een risico op '*progressive collapse*' ofwel voortschrijdende instorting van de constructie bestaat: het bezwijken van één onderdeel waardoor een groot deel van of de gehele constructie bezwijkt. Hier zijn ook de effecten op omliggende gebouwen van belang. Als grondkerende wanden bezwijken kunnen ook funderingen van aanliggende panden worden beïnvloed.

Gezien de relatief hoge belastingen en de vaak hogere brandtemperaturen in ondergrondse ruimtes is aandacht voor de constructieve details uitermate belangrijk. Ook zijn aanvullende eisen aan de brandwerendheid van de toegepaste materialen, kabels, leidingen en doorvoeringen nodig.

De constructie zal een zekere robuustheid moeten hebben. Die robuustheid bepaalt voor een groot deel ook de uitvoering van de vluchtroutes: hoe lang kan de constructie een eventuele brand of explosie weerstaan voordat deze bezwijkt? Deze tijd bepaalt in hoeveel tijd de aanwezigen het bouwwerk moeten verlaten en daarmee het aantal, de afmetingen en de uitvoering van de vluchtmogelijkheden.

Verkeer

Een goed verkeerskundig ontwerp kan ongevallen voorkomen. Het toepassen van een veilig verkeersontwerp (weg, rail) met bijbehorende voorzieningen op preventief en repressief gebied verlagen de kans op en de gevolgen van een incident.