

Verkenning mogelijke maatregelen bij de opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m²



Nederlandse Academie voor
Crisisbeheersing en Brandweezorg
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2024

Auteurs	T. Hessels, N. Rosmuller en V. de Winter
Contactpersoon	T. Hessels

Datum	1 juli 2024
-------	-------------

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

Samenvatting

Het toenemend gebruik van lithium-ion batterijen leidt tot een toenemende vraag naar bedrijfsmatige opslag van deze batterijen. Met de opslag van deze lithium-ion batterijen gaan echter ook veiligheidsrisico's gepaard. Voor een veilige opslag van deze batterijen in brandcompartimenten tot 2500 m² is de PGS 37-2 beschikbaar. Deze maximale omvang van 2.500 m² wordt nogal eens te klein geacht door de logistieke en distributiesector. Steeds vaker krijgen veiligheidsregio's en omgevingsdiensten daarom het verzoek om af te wijken van deze maximale compartimentsgrootte van 2.500 m². Het doel van dit onderzoek is om te verkennen of en zo ja welke (extra) veiligheidsmaatregelen kunnen bijdragen aan een veiliger opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m².

Daartoe is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

Is het mogelijk de brandveiligheid van opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m² te vergroten?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn drie deelvragen opgesteld:

1. Wat zijn de risico's van lithium-ion batterijen in opslaglocaties?
2. Welke bestaande wet- en regelgeving kan bijdragen aan een veilige grootschalige opslag van batterijen?
3. Welke maatregelen zijn reeds in de praktijk toegepast of worden overwogen voor een veilige grootschalige opslag van batterijen?

Het onderzoek is uitgevoerd in een drietal fases:

1. Het uitvoeren van een studie naar de risico's van lithium-ion batterijopslag en de relevante Europese en Nederlandse wet- en regelgeving
2. Het uitvoeren van een zestal casusstudies in Nederland met betrekking tot de grootschalige opslag van lithium-ion batterijen.
3. Het analyseren van de vergaarde informatie uit fase 1 en 2 en daarmee ontwerpgericht komen tot maatregelen. De voorgestelde (extra) veiligheidsmaatregelen zijn bedoeld om te kunnen fungeren als bouwstenen die kunnen helpen bij de onderbouwing van gelijkwaardigheid/maatwerk (initiatiefnemers/adviseurs) en voor het beoordelen daarvan (bevoegd gezag) om, waar mogelijk, lithium-ion batterijen voldoende veilig op te kunnen slaan in brandcompartimenten groter dan 2500 m².

Deze verkenning doet geen uitspraken of een voldoende veilige opslag van lithium-ion energiedragers in compartimenten groter dan 2500 m² mogelijk is. Deze beoordeling is namelijk maatwerk en sterk afhankelijk van de specifieke situatie.

Het blijkt dat de risico's van de opslag van lithium-ion batterijen in hoofdzaak zijn gelegen in het ontstaan van een thermal runaway met potentieel een langdurige brand als gevolg, grote hoeveelheden toxische verbrandingsproducten, mogelijke explosies en rocketerende batterijonderdelen. De langdurige brand kan daarmee zorgen voor impact op de omgeving en potentieel branduitbreiding naar andere percelen.

Op dit moment is – hoewel nog niet aangestuurd in het Besluit activiteiten leefomgeving – PGS 37-2 de meest relevante en toegepaste richtlijn voor het veilig opslaan van batterijen. Geldende regelgeving zijn de Omgevingswet, het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl), de Wet veiligheidsregio's, het Bevi en de Arbeidsomstandighedenwet.

Maatregelen die we in de praktijk hebben gevonden en (situatieafhankelijk) mogelijk bij kunnen dragen aan een (brand)veiliger opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m², zijn de volgende:

- > de wijze waarop batterijen zijn verpakt: verpakt in/bij een product of los verpakt. Geïnterviewden geven aan een hoger brandrisico te zien bij los verpakte batterijen.
- > in wat voor een omgeving de (opslagvoorziening van de) batterij zoal zich bevindt: dicht bij bewoond gebied is de impact op de omgeving groter dan wanneer deze opslagvoorziening zich in de buurt van bebouwing bevindt.
- > of en hoe eventuele batterijen nog uit de opslag gehaald kunnen worden bij een brand. Dit levert bij nagenoeg elke casus een vraagstuk op, waarbij partijen gezamenlijk zoekende zijn naar een goede, passende en bovenal veilige optie.
- > brandblusinstallaties.

Een analyse van alle informatie heeft geresulteerd in een vijftiental maatregelen die naar onze mening een bijdrage kunnen leveren aan de afweging door initiatiefnemers, veiligheidsregio's en omgevingsdiensten in hoeverre de opslag van lithium-ion batterijen voldoende verantwoord kan plaatsvinden in brandcompartimenten groter dan 2500 m². Deze geven deels een zwaardere invulling aan maatregelen uit de PGS 37-2 en zijn deels nieuw ten opzichte van de PGS 37-2. Het betreft denkrichtingen en achtergronden die kunnen helpen bij de onderbouwing van gelijkwaardigheid/maatwerk (initiatiefnemers/adviseurs) en voor het beoordelen daarvan (bevoegd gezag/veiligheidsregio's). Ook is er een tweetal afwegingskaders opgesteld die gebruikt kunnen worden bij de keuze van deze maatregelen, namelijk het type batterij dat ligt opgeslagen en de afstand tot bebouwing.

Inhoud

	Samenvatting	3
	Inleiding	6
1	Risico's lithium-ion batterijen in opslag	12
1.1	Thermal runaway	12
1.2	Brandbestrijding	12
1.3	Branduitbreiding bij lithium-ion batterijen	13
1.4	Impact op omgeving	14
1.5	Samenvattend	14
2	Regelgeving opslag lithium-ion batterijen	15
2.1	Wet- en regelgeving	15
2.2	PGS 37-2	18
2.3	Rollen en verantwoordelijkheden	20
2.4	Samenvattend	20
3	Casusstudies	21
3.1	Raamwerk	21
3.2	Casusselectie	23
3.3	Casussen	24
3.4	Samenvattend	25
4	Potentiële veiligheidsmaatregelen	27
4.1	Uitgangspunten	27
4.2	Maatregelen	28
4.3	Rubricering maatregelen	37
4.4	Repressieve mogelijkheden en verantwoordelijkheden	37
4.5	Afwegingskaders	41
5	Synthese	44
	Referentielijst	46
	Bijlage 1: Leden Begeleidingscommissie	48
	Bijlage 2: Regelgeving opslag lithium-ion batterijen	50
	Bijlage 3: Casussen	60

Inleiding

Aanleiding

Het aantal lithium-ion batterijen in Nederlandse huishoudens groeit gestaag. Elk huishouden telt gemiddeld ten minste 100 lithium-ion batterijen (Stibat, n.d.). Ook buiten het huishoudelijke domein stijgt het aantal batterijen: door de elektrificatie van Nederland neemt het gebruik van lithium-ion batterijen steeds meer toe, zoals in elektrische scooters, auto's, stepjes, scootmobielen, et cetera (Hessels, 2022). Deze batterijen komen niet vanzelf bij de gebruikers terecht: hieraan gaat een logistieke keten van productie, transport en distributie vooraf.

Het toenemend gebruik van lithium-ion batterijen leidt tot een toenemende vraag naar bedrijfsmatige opslag van deze batterijen. Om aan deze vraag te voldoen, worden steeds meer nieuwe én bestaande distributiecentra gebruikt. Met de opslag van batterijen gaan echter ook veiligheidsrisico's gepaard. Het belangrijkste risico is de 'thermal runaway' die zich kan voordoen in een batterij: een faalmechanisme dat leidt tot zelfverhitting in een batterij(cel) en dat kan resulteren in brand, explosies en toxische rook (Colella et al., 2016). Deze thermal runaway is het belangrijkste risico vanwege de lange tijd die het verschijnsel kan voortduren, de onverwachte ontwikkeling ervan in de tijd en de gevaren zoals toxische verbrandingsproducten en de mogelijk explosieve ontbranding van de gassen die vrijkomen.

Om het brandrisico bij de opslag van lithium-ion batterijen in te perken, is in de circulaire *Risicobeheersing lithium-ion energiedragers* een brandcompartiment waarin lithium-ion batterijen worden opgeslagen beperkt tot een omvang van 300 m². Deze 300 m² is gekozen om het brandoppervlak beperkt te houden omwille van de veiligheid van de omgeving. PGS¹ 37-2 hanteert in lijn met het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) en PGS 15 een grotere maximale omvang van het brandcompartiment: 2500 m². Het doel daarvan is om de branduitbreiding en de effecten op de omgeving als gevolg van brand (enigszins) te beperken.

Net zoals de eerder genoemde 300 m² wordt ook deze maximale omvang van 2500 m² nogal eens te klein geacht door de logistieke en distributiesector, zo blijkt uit de signalen die het NIPV van zowel veiligheidsregio's, omgevingsdiensten als de logistieke en distributiesector zelf heeft gekregen. Steeds vaker krijgen veiligheidsregio's en omgevingsdiensten het verzoek uit de logistieke en distributiesector om op het aspect 'milieu' af te wijken van de voor de beoogde² milieuregelgeving geldende maximale compartimentsgrootte (de 2500 m² uit de PGS 37-2).

Met toepassing van het zogenaamde gelijkwaardigheidsbeginsel in artikel 4.7 van de Omgevingswet kan bevoegd gezag gevraagd worden af te wijken van de maximale

¹ PGS staat voor Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. In een PGS-richtlijn staan de belangrijkste risico's rondom omgevings- en brandveiligheid.

² Gezien de PGS 37-2 nog niet wordt aangestuurd in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), wordt hier gesproken over *beoogde* regelgeving. In deze verkenning wordt er alvast vanuit gegaan dat de PGS 37-2 daadwerkelijk door het Bal wordt aangestuurd.

compartimentgrootte volgens het Bbl en van de maximale compartimentsgrootte in de PGS-37-2 die via het Bal wordt aangestuurd, en daarmee in te stemmen met grotere brandcompartimenten. Het Bal (onder andere milieuregelgeving) richt zich daarbij op het in het gebouw opgeslagen product, het Bbl (bouwregelgeving) op het bouwwerk zelf. Handvatten voor de brandveiligheid van opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m² ontbreken echter.

Afbakening gelijkwaardigheid in deze verkenning

Gelijkwaardigheid op basis van het Bbl valt buiten de reikwijdte van deze verkenning. In deze verkenning wordt verondersteld dat een opslagloods (> 2.500 m²) voldoet aan het Bbl of daaraan gelijkwaardig. De verkenning richt zich dus niet op de motivering van een gelijkwaardige oplossing in situaties waarbij wordt afgeweken van het Bbl.

Een brandveiligheidsconcept bestaat in de regel uit meerdere 'lines of defence' om de kans op escalatie van een incident te beperken. De compartimentsgrens is daarbij de laatste line of defence die uitbreiding naar andere brandcompartimenten en/of percelen moet tegengaan (Bertels & Hessels, 2022). Als de omvang van het brandcompartiment toeneemt (>2500 m²), neemt, kan (ceteris paribus) ook het effect van de brand toenemen: bij een compartiments-brand kan de brand zich namelijk uitbreiden over een grotere oppervlakte. De laatste line of defence schuift daarmee dus 'naar achteren', waardoor het effect van de brand dus groter kan zijn.³ Daarbij zal het ook lastiger zijn voor de brandweer om de brand binnen het compartiment te houden. Een dergelijke brand zal van de brandweer dan ook relatief langdurig veel capaciteit aan mensen en middelen vragen.

Om vanuit het oogpunt van het waarborgen van de veiligheid en het beschermen van het milieu (de 'oogmerken' van het Besluit activiteiten leefomgeving, Bal) een gelijkwaardig veiligheidsniveau te bereiken als dat bij een brandcompartiment van maximaal 2500 m², zijn de volgende oplossingsrichtingen denkbaar:

- > Maatregelen die effectbeperkend zijn, om zo het effect van brand te verminderen voor hetzelfde risiconiveau als bij een brandcompartiment kleiner dan 2500 m².
- > Maatregelen die de kans op brand beperken, om zo de kans op brand te verminderen voor hetzelfde risiconiveau als bij een brandcompartiment kleiner dan 2500 m².
- > Zowel kans- als effectbeperkende maatregelen.

Door het nemen van deze kans- en/of effectbeperkende maatregelen worden aanvullende lines of defence geplaatst. Daarmee wordt getracht de kans op uitbreiding van het incident tot (of voorbij) de laatste line of defence, de compartimentsgrens, te verkleinen.

Intermezzo: de rationale voor 2500 m²

De auteurs van het voorliggende document hebben getracht te achterhalen wat de rationale is voor de 2500 m² in zowel bouw- als milieuregelgeving, zoals de PGS 37-2. Hierbij zijn onder meer experts op het gebied van brandpreventie en de leden van de begeleidingscommissie geraadpleegd.

De rationale achter deze 2500 m² in de huidige *milieuregelgeving* is niet gevonden. De rationale achter de 2500 m² in de *bouwregelgeving* staat beschreven in het onderzoek *Brandbestrijding voor brandpreventieadviseurs* (Brandweeracademie, 2017):

³ Uiteraard mede afhankelijk van de hoeveelheid opslag, het type opslag, de locatie van de opslag enzovoort.

“Begin jaren zeventig van de vorige eeuw werd in de publicatie *Brandbeveiliging Industrierterreinen* een maat gegeven voor de grootte van een brandcompartiment, op basis van het criterium dat (industriële) gebouwen voor de brandweer goed bereikbaar moeten zijn. De onderbouwing was dat de afmeting van een bedrijfsgebouw bepalend is voor een doeltreffend optreden bij brand, vooral in die gevallen dat de brandweer niet meer in staat is de brand van binnenuit te bestrijden. Daarmee werd de worplengte van een straal, die gesteld was op 25 meter, bepalend voor de maximale compartimentgrootte. Zo mocht de diepte van een pand per bereikbare zijde slechts 25 meter bedragen. Een gebouw dat aan vier zijden bereikbaar was, kon dan maximaal 50 bij 50 meter worden. Deze vanaf die tijd veelgebruikte maat van 2500 m² was hiermee niet wetenschappelijk bepaald, maar wel vastgesteld.” (Brandweeracademie, 2017, p.93).

Waar in bovenstaand citaat ‘slechts 25 meter’ staat aangegeven, zien de onderzoekers deze 25 meter als een maximum.

Doel

Het doel van dit onderzoek is om te verkennen of en zo ja (welke) (extra) veiligheidsmaatregelen kunnen bijdragen aan een veiliger opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten van opslagruimten groter dan 2.500m².

De voorgestelde (extra) veiligheidsmaatregelen zijn bedoeld om te kunnen fungeren als bouwstenen die kunnen helpen bij de onderbouwing van gelijkwaardigheid of maatwerk (voor initiatiefnemers en adviseurs) en voor het beoordelen daarvan (bevoegd gezag en veiligheidsregio’s). Op basis hiervan kan de initiatiefnemer een onderbouwde keuze maken over de toe te passen maatregelen en daarmee het gesprek aangaan met bevoegd gezag en veiligheidsregio.

Onderzoeksvraag

Op basis van het doel van deze verkenning is de volgende hoofdvraag geformuleerd:
Is het mogelijk de brandveiligheid van opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m² te vergroten?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn drie deelvragen opgesteld:

1. Wat zijn de risico’s van lithium-ion batterijen in opslaglocaties?
2. Welke bestaande wet- en regelgeving kan bijdragen⁴ aan een veilige grootschalige opslag van batterijen?
3. Welke maatregelen zijn reeds in de praktijk toegepast of worden overwogen voor een veilige grootschalige opslag van batterijen?

Onderzoeksmethode

Voor deze verkenning is een begeleidingscommissie samengesteld. De organisaties vertegenwoordigd in deze begeleidingscommissie (BC) staan in Bijlage 1. De leden van de

⁴ We spreken van ‘bijdragen’, omdat misschien ook aanpalende wet- en regelgeving een bijdrage kan leveren aan de veiligheid van lithium-ion batterijopslag.

BC hebben kritisch gereflecteerd op de resultaten die gedurende het onderzoek naar voren kwamen en op het eindresultaat. Vanuit Brandweer Nederland en het Landelijke Expertise Centrum Industriële Veiligheid (LEC IV) is daarbij reactie gegeven op deze verkenning, welke eveneens te vinden is in Bijlage 1. De inhoud van het rapport is geheel de verantwoordelijkheid van het NIPV.

De verkenning is uitgevoerd in een drietal fases:

1. Het uitvoeren van een studie naar de risico's van lithium-ion batterijopslag en de relevante Europese en Nederlandse wet- en regelgeving.
2. Het uitvoeren van een casusstudie met betrekking tot de grootschalige opslag van lithium-ion batterijen in Nederland.
3. Het analyseren van de vergaarde informatie uit fase 1 en 2 en daarmee ontwerpgericht komen tot maatregelen. De voorgestelde (extra) veiligheidsmaatregelen zijn bedoeld om te kunnen fungeren als bouwstenen die kunnen helpen bij de onderbouwing van gelijkwaardigheid/maatwerk (initiatiefnemers/adviseurs) en voor het beoordelen daarvan (bevoegd gezag), om waar mogelijk lithium-ion batterijen voldoende veilig op te slaan in brandcompartimenten groter dan 2500 m².

Fase 1: Studie van risico's en wet- en regelgeving

Voor de studie naar de risico's van lithium-ion energiedragers is een literatuurstudie uitgevoerd. Hierbij is gezocht in rapporten van kennisinstituten en universiteiten naar relevante informatie over het grootschalig opslaan van batterijen.

Voor de studie van de wet- en regelgeving is gekeken naar de Europese en Nederlandse wet- en regelgeving met betrekking tot de opslag van batterijen. Om de tweede onderzoeksvraag te beantwoorden, is eerst onderzocht of er Europese regelgeving of richtlijnen zijn die ingaan op de veiligheid van batterijen. Vervolgens is onderzocht of en hoe deze Europese regels zijn verankerd in de Nederlandse wet- en regelgeving, en welke Nederlandse wet- en regelgeving relevant is voor de opslag van batterijen.

Fase 2: Casusstudie

Fase 2 betreft het uitvoeren van de casusstudie naar opslag van batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m². Deze casestudie zal worden gebruikt om te komen tot mogelijk toe te passen maatregelen en overwegingen en handvatten daarbij.

In Nederland zijn zes omgevingsdiensten belast met het toezicht op Seveso-inrichtingen.⁵ Grootschalige batterijopslag vindt regelmatig plaats in faciliteiten die door de opslag van andere gevaarlijke stoffen vallen onder het Seveso-regime, en derhalve onder de genoemde zes 'Seveso-omgevingsdiensten'. Daarom wordt in de onderzoeksopzet gekozen om het aantal casussen tot zes te beperken, uit elke Seveso-omgevingsdienst een. Deze casussen geven inzicht in de huidige af- en overwegingen en punten van consensus van bevoegd gezag, adviseur en initiatiefnemer rondom de veiligheid van het grootschalig opslaan van batterijen.

De gegevens zijn via een tweetal methodes verzameld, te weten een documentenstudie en interviews. Voor de documentenstudie zijn – voor zover beschikbaar – de adviezen van de veiligheidsregio over de vergunningaanvraag en de versterkte vergunning geraadpleegd.

⁵ Seveso-inrichtingen, voorheen ook wel bekend als Brzo (Besluit Risico's Zware Ongevallen)-bedrijven, zijn bedrijven waar met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen wordt gewerkt.

Deze adviezen zijn bestudeerd middels een casusstudie-analyse-raamwerk, waarmee alle casussen op een uniforme wijze geanalyseerd konden worden, zodat de resultaten zo goed mogelijk vergelijkbaar en daarmee generaliseerbaar zijn. Dit raamwerk wordt in hoofdstuk 3.2 toegelicht. Vervolgens zijn door middel van interviews aanvullende gegevens en onderbouwingen vergaard bij de veiligheidsregio, het bevoegd gezag en de vergunning aanvragende partij (de initiatiefnemer). Hiermee is het raamwerk verder ingevuld.

Het uitgangspunt was, dat de casussen bij voorkeur zoveel mogelijk verspreid over Nederland worden gekozen, mede vanwege de onafhankelijkheid van lokaal betrokken partijen en generaliseerbaarheid. De zes casussen dienen zo min mogelijke procesmatige overlap te bevatten, wat wil zeggen dat de casussen

1. niet uit dezelfde veiligheidsregio komen,
2. niet door dezelfde omgevingsdienst behandeld zijn en
3. niet van hetzelfde opslagbedrijf afkomstig zijn.

Op deze manier wordt voorkomen dat dezelfde personen uit een veiligheidsregio, omgevingsdienst of bedrijf bij meerdere casussen betrokken zouden zijn, en daarmee een te 'zware' stempel zouden drukken op de ingebrachte dataset.

Fase 3: Analyse

Op basis van de literatuur- en casusstudie is de vergaarde informatie door de onderzoekers van het NIPV geanalyseerd en vertaald in maatregelen die als bouwstenen kunnen fungeren in de argumentatie en beoordeling van een aanvraag voor het voldoende brandveilig opslaan van batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m².

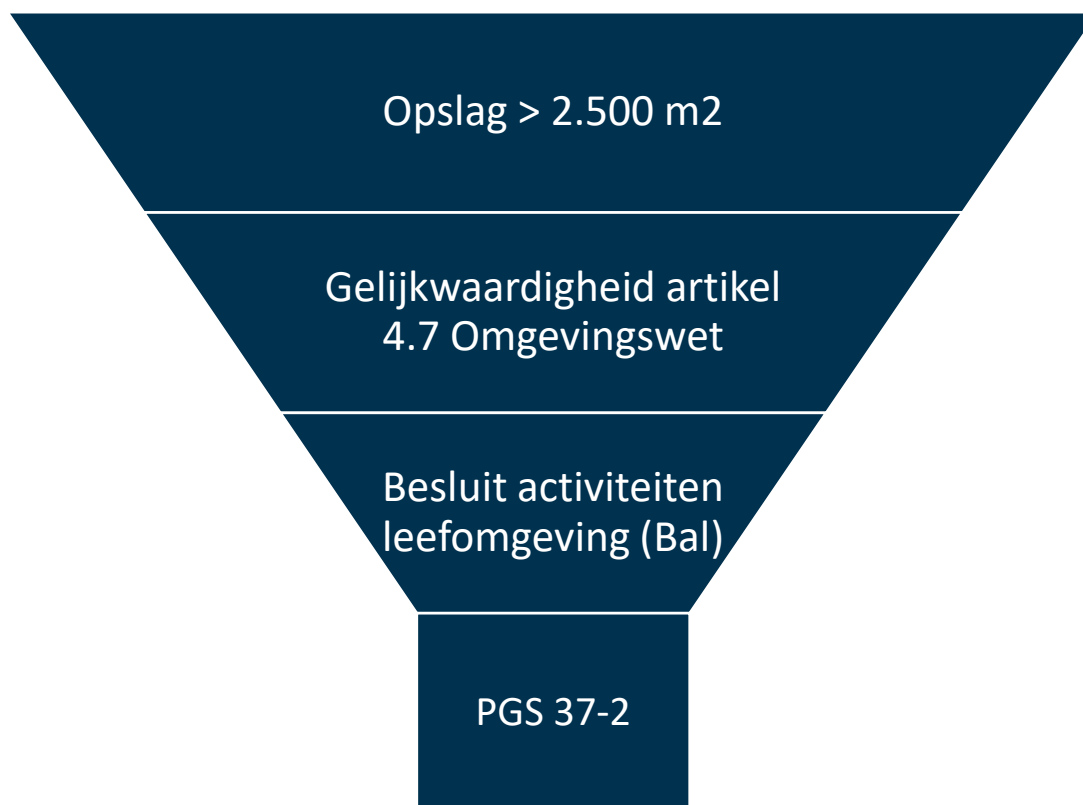
Afbakening

De verkenning beperkt zich tot opslaglocaties in Nederland. Daarbij wordt gekeken naar de opslag van nieuwe (niet gebruikte) verpakte en onverpakte lithium-ion energiedragers in brandcompartimenten die een groter vloeroppervlakte hebben dan 2500 m². De focus van deze verkenning ligt op het waarborgen van de veiligheid en het beschermen van het milieu als bedoeld in de oogmerken volgens artikel 2.2 van het Bal, evenals op het voorkomen van negatieve effecten van de brand op de omgeving. Andere vormen van veiligheid, zoals elektrotechnische- of installatieveiligheid, vallen daarmee buiten de scope van dit onderzoek.

Dit onderzoek richt zich op opslagvoorzieningen waarvan wordt verondersteld dat ze voldoen aan het Bbl of gelijkwaardig vanwege de oppervlakte > 2500 m² (3000 m² voor bestaande bouw). De verkenning richt zich dus niet op de motivering van een gelijkwaardige oplossing in situaties waarbij wordt afgeweken van de voorschriften van het Bbl.

In deze verkenning wordt alvast uitgegaan van de situatie waarin de PGS 37-2 wordt aangestuurd vanuit het Bal. Gelijkwaardigheid wordt alleen behandeld in de context van de PGS 37-2. Daarmee bedoelen we dat in deze verkenning als uitgangspunt wordt genomen dat de betreffende opslagloods voldoet aan PGS 37-2, met uitzondering van de maximale oppervlakte van 2.500 m² die daarin is voorgeschreven. De maatregelen die zijn verkend, zijn deels een strengere invulling van maatregelen uit de PGS 37-2 en deels nieuw ten opzichte van de PGS 37-2.

Deze verkenning doet *geen uitspraken over de vraag of een voldoende veilige opslag van lithium-ion energiedragers in compartimenten groter dan 2.500 m² mogelijk is*. Deze beoordeling is namelijk maatwerk en sterk afhankelijk van de specifieke situatie. Onderstaande figuur I.1 geeft de scope van de toepassing van gelijkwaardigheid binnen deze verkenning weer.



Figuur I.1 Gelijkwaardigheid binnen deze verkenning

Leeswijzer

Het eerste hoofdstuk gaat in op de risico's van lithium-ion batterijen in opslag (deelvraag 1). In het tweede hoofdstuk komt de wet- en regelgeving die van toepassing is op lithium-ion opslag aan de orde (deelvraag 2). Het derde hoofdstuk presenteert de casusstudie en geeft daarmee invulling aan de derde deelvraag. In het vierde hoofdstuk wordt vervolgens antwoord gegeven op de hoofdvraag van dit onderzoek: hier worden de (potentiële) maatregelen besproken. Het laatste hoofdstuk, hoofdstuk vijf, bevat de synthese van deze verkenning.

1 Risico's lithium-ion batterijen in opslag

In dit hoofdstuk beantwoorden wij de eerste deelvraag: *Wat zijn de risico's van lithium-ion batterijen in opslaglocaties?* Hiertoe zal in paragraaf 2.1 worden ingegaan op de zogenaamde thermal runaway, een faalmechanisme van batterijen. Vervolgens komen brandbestrijding (paragraaf 2.2) en branduitbreiding (paragraaf 2.3) aan bod. Paragraaf 2.4 behandelt de impact van de gevolgen van een batterijbrand op de omgeving. Paragraaf 2.5 ten slotte bevat een samenvatting.

1.1 Thermal runaway

Lithium-ion batterijen brengen het brandrisico op een thermal runaway met zich mee. De thermal runaway is een faalmechanisme dat leidt tot zelfverhitting, met een brand en eventueel explosie tot gevolg (Colella et al., 2016). Dit proces van zelfverhitting is het gevolg van (een serie) chemische reacties. Door deze reacties ontstaan grote hoeveelheden rook, vonken en/of steekvlammen. De vrijkomende rook is daarbij brandbaar, potentieel explosief en toxisch (Larsson, 2017). Deze brandbare gasen kunnen ontsteken, met vlammen tot gevolg.

Een batterijcel beschikt over overdrukventielen die de druk van deze reactie kunnen afvoeren. Mocht dit onvoldoende lukken, kunnen batterijcellen exploderen. Daarnaast kan de hitte die vrijkomt bij een thermal runaway ervoor zorgen dat naastgelegen batterijcellen opwarmen, waardoor deze ook in thermal runaway raken (Sun, Bisschop, Niu, & Huang, 2020).

Een batterij kan op meerdere manieren in thermal runaway raken. Hiervoor moet een batterijcel worden beschadigd; dit kan zowel thermisch, elektrisch als mechanisch. Voorbeelden hiervan zijn respectievelijk externe aanstraling door een brand, kortsluiting, en een elektrisch defect of een productiefout (Feng et al., 2018).

1.2 Brandbestrijding

Een lithium-ion batterijcel die in thermal runaway raakt, laat zich niet blussen, en doordat de brand van de ene cel kan propageren naar de volgende, kan een brand uren tot dagen voortduren, totdat er geen energie meer in de cellen aanwezig is. De enige manier om de batterijcellen te stabiliseren is door ze langdurig te koelen met een daarvoor geschikt koelmedium (Sun et al., 2020). Een voorbeeld hiervan bij personenvoertuigen is het onderdompelen van het batterijpakket van een elektrisch voertuig in water (Instituut Fysieke Veiligheid, 2021).

1.3 Branduitbreiding bij lithium-ion batterijen

FM Global heeft onderzoek gedaan (2013, 2016) naar de opslag van lithium-ion batterijen in (bulk)verpakkingen in magazijnstellingen. Daarbij zijn eveneens brandproeven gehouden. In het onderzoek uit 2013 is een brand in een pallet met lithium-ion batterijen in bulkverpakking vergeleken met een brand in een pallet met plastic. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat de geteste sprinklerinstallatie na een vergelijkbaar aantal minuten werd geactiveerd. De sprinkler was in staat de brand te beheersen en branduitbreiding te voorkomen.

Voor het onderzoek uit 2016 zijn pallets in brand gestoken die op een stelling stonden en die voor een kwart waren gevuld met batterijen met een state of charge van 50 %. Vervolgens is een vergelijkbare pallet op een stelling in brand gestoken, alleen dan met plastic bulkgoed. De conclusie van dit onderzoek was dat de branduitbreiding vergelijkbaar was (FM Global, 2016). Ook concluderen de onderzoekers dat het verpakkingsmateriaal hetgeen is wat bijdraagt aan de branduitbreiding, en niet zozeer het brandgedrag van de batterijen. Ook laat het onderzoek uit 2016 zien dat een brand die start in een lithium-ion batterij zich binnen enkele minuten kan uitbreiden over een stelling van 4.6 meter hoog en twee pallets breed. De batterijen leveren binnen tweeëneenhalf tot vijf minuten een bijdrage aan de brand.

De Federal Aviation Association (FAA) heeft onderzoek gedaan naar het brandgedrag van een pallet met daarop dozen met 5000 lithium-ion batterijcellen (FAA, 2012). Uit dit onderzoek blijkt dat het aantal batterijen betrokken bij de brand steeds sneller toeneemt naarmate de tijd vordert. Het duurde een uur en zeventien minuten voordat de laatste vlam gedoofd was. Onbekend is of daarmee de thermal runaway op dat moment gestopt was. Bij de tests van de FAA zijn batterijcellen tot veertig meter van de brand weggeschoten als gevolg van de thermal runaway in de cellen.

Het wegschieten van batterijen in thermal runaway wordt aangeduid als 'rocketeren' (Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen, 2023). Rocketeren kan zorgen voor branduitbreiding tot op enkele tientallen meters van de ontstaanslocatie van de brand. Dit kan ertoe leiden dat een brand zich uitbreidt buiten het werkingsgebied van de brandblusinstallatie, waardoor een snelle branduitbreiding kan ontstaan met een (langdurige) compartimentsbrand tot gevolg.

Kijkend naar groot formaat batterijen, zoals die van een personenauto, laten experimenten met volledig brandende elektrische voertuigen zien dat de brandtijd van een elektrische auto circa 90 minuten bedraagt (Rosmuller, van der Graaf, & Hessels, 2021). Ander onderzoek laat zien dat bij het blussen van een elektrisch voertuig de energie langer in de batterij blijft en de brand uren na het begin steeds weer kan oplaaien (Sun et al., 2020). Dit betekent dat interventie met een blusmiddel de brandduur verlengt. In geval van batterijopslag wil dit zeggen dat interventie door bijvoorbeeld een brandblussysteem ervoor kan zorgen dat de batterijen in thermal runaway langer een bijdrage kunnen leveren aan de brand, dan wanneer ze de mogelijkheid hebben om uit te branden. Daartegenover staat dat een brandblussysteem op zijn beurt uitbreiding van de brand naar andere objecten zal voorkomen. Ook is het brandvermogen van een los opgeslagen batterij (dat wil zeggen: niet als onderdeel van een product) groter dan het brandvermogen van het verpakkingsmateriaal om de batterij (als de batterij tenminste is verpakt).

1.4 Impact op omgeving

De impact van een brand in een opslag van lithium-ion batterijen op de omgeving hangt mede af van de omvang van de brand, de hoeveelheid opgeslagen lithium-ion batterijen en de omgeving zelf (Lepelaar et al., 2019). Deze impact kan groot zijn: het effectgebied is afhankelijk van de meteorologische omstandigheden en de eerdergenoemde brandomvang en opslaghoeveelheid, en kan tot enkele kilometers ver reiken (Lepelaar et al., 2019). Bij dit soort incidenten komen giftige stoffen vrij, zoals waterstoffluoride en lithiumhydroxide, die voor irritatie van de luchtwegen kunnen zorgen bij inademing.

Een brand met lithium-ion batterijen in een groot brandcompartiment kan uren tot dagen duren, mede afhankelijk van de hoeveelheid en het type batterijen die zijn opgeslagen. Dit kan onder meer leiden tot langdurige rookoverlast voor omwonenden, maar ook tot economische schade door bijvoorbeeld verkeerscongestie en het tijdelijk uitvallen van bedrijfsvoering van derden (Brandweeracademie, 2018). Ook kan een dergelijke brand leiden tot brandoverslag naar naastgelegen percelen en kan het gebouw ten gevolge van de brand instorten. Daarbij kan als uitgangspunt worden genomen dat hoe meer producten en dus batterijen er liggen opgeslagen (veelal afhankelijk van de omvang van het brandcompartiment), hoe meer er bij brand betrokken zullen raken, en hoe groter de overlast zal zijn bij een volledig ontwikkelde compartimentsbrand.

1.5 Samenvattend

Bovenstaande paragrafen samenvattend kan gesteld worden dat:

- > bij batterijen opgeslagen in bulkverpakking de verpakking maatgevend is voor de snelheid van branduitbreiding.
- > wegschietende batterijcellen kunnen leiden tot een compartimentsbrand.
- > hoe groter de hoeveelheid opgeslagen producten, des te groter de overlast van een volledig ontwikkelde compartimentsbrand kan zijn.

Het antwoord op de eerste onderzoeksvraag luidt:

De risico's van de opslag van lithium-ion batterijen betreffen het ontstaan van een thermal runaway met potentieel een langdurige brand als gevolg, grote hoeveelheden toxische verbrandingsproducten, mogelijke explosies en rocketerende batterijonderdelen. De langdurige brand kan stellingen en magazijnen doen verzwakken, het gebouw doen instorten en voor (grote) overlast in de omgeving zorgen.

2 Regelgeving opslag lithium-ion batterijen

In dit hoofdstuk beantwoorden wij de tweede deelvraag: *Welke bestaande wet- en regelgeving kan bijdragen aan de veilige grootschalige opslag van batterijen?* In paragraaf 3.1 wordt de relevante wet- en regelgeving besproken. Paragraaf 3.2 gaat in op de PGS 37-2 en paragraaf 3.3 op rollen en verantwoordelijkheden. In bijlage 3 is nadere detailinformatie over wet- en regelgeving opgenomen. De onderzoeksvraag wordt beantwoord in paragraaf 3.4.

2.1 Wet- en regelgeving

Op de opslag van batterijen is diverse wet- en regelgeving van toepassing. Hieronder volgt een overzicht van de belangrijkste informatie daarin.

2.1.1 Europese richtlijnen

De Europese richtlijnen (Warenwet resp. 2001/95/EG) stellen eisen aan productveiligheid. De toekomstige EU-batterijverordening gaat niet alleen over nieuwe batterijen, maar ook over inname, hergebruik en verwerking van batterijen (kortom: de gehele levenscyclus van de batterij).

2.1.2 Wet veiligheidsregio's

De Wet veiligheidsregio (art 10, lid b) geeft de veiligheidsregio de taak om overheden te adviseren over de risico's van branden, rampen en crises. Artikel 25 van diezelfde wet geeft de veiligheidsregio ook de taak andere organisaties te adviseren.

2.1.3 De Omgevingswet

De Omgevingswet richt zich op het bereiken en in stand houden van een veilige en gezonde fysieke leefomgeving en een goede omgevingskwaliteit (vastgelegd in artikel 1.3). In de Omgevingswet wordt het Bbl aangestuurd (met daarin voorschriften waaraan alle bouwwerken in Nederland tenminste moeten voldoen), alsmede het Bal (met daarin voorschriften die zich onder andere richten op het waarborgen van de veiligheid en het beschermen van het milieu).

2.1.4 Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)

In het Besluit kwaliteit leefomgeving staan onder andere instructieregels voor externe veiligheid, zoals aandachtsgebieden. Het Bkl geldt voor het Rijk en de decentrale overheden.

2.1.5 Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)

Het Bbl is de opvolger van het Bouwbesluit 2012 en geeft voorschriften waaraan alle bouwwerken in Nederland moeten voldoen, en dus ook de opslagfaciliteiten voor lithium-ion batterijen. In het Bbl staat bovendien beschreven voor welke (ver)bouwactiviteiten een omgevingsvergunning verplicht is. Het Bbl bevat diverse prestatie-eisen die gelden voor de

brandveiligheid van opslagloodsen, alsmede zorgplichtartikelen die het bevoegd gezag kan toepassen bij de handhavingsbevoegdheid indien er sprake is van (brand)gevaar.

Voor een ruimte waarin lithium-ion wordt opgeslagen, geldt volgens het Bbl een maximale grootte van het brandcompartiment van 2500 m² (nieuwbouw) en 3000 m² (bestaande bouw). Een groter oppervlakte voor nieuwbouw is toegestaan, mits dat niet leidt tot een lager veiligheidsniveau, bepaald volgens NEN 6060 of NEN 6079. Hiervan kan worden afgeweken met toepassing van de gelijkwaardigheidsbepaling in artikel 4.7 van de Omgevingswet, mits aannemelijk wordt gemaakt dat met de gekozen oplossing sprake is van een gelijkwaardige mate van veiligheid als is beoogd met de voorschriften.

Afbakening gelijkwaardigheid ten opzichte van het Bbl in deze verkenning

In deze verkenning wordt verondersteld dat de opslagloods (> 2.500 m²) voldoet aan het Bbl of daaraan gelijkwaardig. De verkenning richt zich dus niet op de motivering van een gelijkwaardige oplossing in situaties waarbij wordt afgeweken van de voorschriften van het Bbl.

2.1.6 Besluit activiteiten leefomgeving (Bal)

In het Bal staan regels voor milieubelastende activiteiten die volgens artikel 2.2 zijn gesteld met het oog op het waarborgen van de veiligheid, het beschermen van de gezondheid en het beschermen van het milieu.

Lithium-ion wordt net als in het voormalige Besluit externe veiligheid (BEVI) beschouwd als een gevaarlijke stof. Opslag van gevaarlijke stoffen wordt voor hoeveelheden groter dan 10.000kg geregeld in PGS 15, dat een maximale brandcompartimentgrootte van 2500 m² toestaat. PGS 15 sluit echter li-ion batterijen (ADR-klasse 9) expliciet uit. Tevens zijn er nog geen vastgestelde effectafstanden voor lithium-ion batterijen.

Het Bal bevat op het moment van verschijnen van deze verkenning nog geen voorschriften die specifiek zijn gericht op opslag van lithium-ion batterijen. Volgens paragraaf 5.2.2 van PGS 37-2 (zie paragraaf 3.2) bestaat het voornemen om de PGS 37-2 aan te wijzen in het Bal. In deze verkenning wordt er alvast van uitgegaan dat de PGS 37-2 daadwerkelijk door het Bal wordt aangestuurd.

Volgens de PGS 37-2 mag een brandcompartiment waarin lithium-ion wordt opgeslagen een maximale gebruiksoppervlakte hebben van 2.500 m². Op het moment dat de PGS 37-2 is aangestuurd in het Bal en wordt afgeweken van het maximale oppervlakte van 2500 m², is eveneens toepassing van de gelijkwaardigheidsclausule in artikel 4.7 van de Omgevingswet nodig. Daarnaast geeft artikel 4.5 van het Bal de mogelijkheid voor maatwerkvoorschriften, bijvoorbeeld in de vorm van vergunningsvoorschriften.

Gelijkwaardigheid in relatie tot het Bal in deze verkenning

- > Met toepassing van artikel 4.7 van de Omgevingswet kan ook een geheel andere bepalingsmethode dan de PGS 37-2 worden gebruikt om een gelijkwaardigheid aannemelijk te maken, zoals een doelgerichte of een risico-gerichte benadering. Aangezien een dergelijke alternatieve bepalingsmethode niet beschikbaar is, wordt daar in deze verkenning niet op ingegaan.
- > Binnen deze verkenning wordt gelijkwaardigheid daarom alleen behandeld in de context van PGS 37-2. Daarmee bedoelen we, dat hier als uitgangspunt wordt genomen dat de betreffende opslagloods voldoet aan de PGS 37-2, met uitzondering van de maximale oppervlakte van 2.500

- m² die daarin is voorgeschreven. De maatregelen die zijn verkend, zijn deels een strengere invulling aan maatregelen uit de PGS 37-2 en deels nieuw ten opzichte van de PGS 37-2.
- > Als hulpmiddel voor het doorlopen van het proces van gelijkwaardigheid is er de [Handreiking beoordeling gelijkwaardigheid PGS-maatregelen](#) (Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen, 2024). Deze handreiking richt zich specifiek op de stappen die door de partijen doorlopen moeten worden bij de onderbouwing van de gelijkwaardigheid van een alternatieve maatregel.

2.1.7 Arbeidsomstandighedenwet

De Arbowet regelt de verhoudingen tussen de werknemer en werkgever. In een ruimte waarin lithium-ion wordt opgeslagen, is sprake van een 'arbeidsplaats' als bedoeld in de Arbowet, namelijk "iedere plaats die in verband met het verrichten van arbeid wordt of pleegt te worden gebruikt". De Arbowet (art 3.5g) stelt eisen aan een ruimte waarin (en eventueel aan de activiteit tijdens welke) een werknemer kan worden blootgesteld aan stoffen die verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand en/of explosie kunnen veroorzaken.

2.1.8 Omgevingsplan

Met de komst van de Omgevingswet wordt het bestemmingsplan 'verruimd' tot een omgevingsplan. Hiermee verbreedt zich ook de doelstelling van het omgevingsplan tot het stellen van regels over activiteiten die gevolgen hebben of kunnen hebben voor de fysieke leefomgeving. Zoals hiervoor is aangegeven, kennen zowel het Bbl als het Bal maatregelen ter voorkoming van de gevolgen van brand. De regels van het Bal zijn bedoeld om de brand alsmede de effecten ervan (bijvoorbeeld in de vorm van toxische verbrandingsproducten) zoveel mogelijk 'binnen te houden', zodat geen milieuschade ontstaat. De regels van het Bbl zijn gericht op beperking van branduitbreiding naar naastgelegen percelen en het voorkomen van slachtoffers in een gebouw bij brand. Het Bal en het Bbl bevatten echter beide geen uitputtende regeling om het onderwerp 'brandveiligheid van de fysieke leefomgeving' te regelen.

In het omgevingsplan is er daarom 'speelruimte' om omgevingsplanregels op te nemen ter bescherming van de fysieke leefomgeving tegen onaanvaardbare maatschappelijke effecten bij brand. Deze speelruimte is gebaseerd op de algemene instructieregel van artikel 5.2 van het Bkl. Gedacht kan worden aan omgevingsplanregels die erop zijn gericht om onaanvaardbare verstoring van de continuïteit van de samenleving te voorkomen. Bij de verdere invulling daarvan kan worden gedacht aan bijvoorbeeld een afstandsbeperking of een maximaal toegestane brandduur in een brandcompartiment waarin lithium-ion batterijen liggen opgeslagen. Zie voor meer informatie hierover de publicatie *Omgevingsplanregels ter beperking van de maatschappelijke impact van brand* (van der Graaf, de Witte, van Egmond, & Huijzer, 2021).

2.2 PGS 37-2

Op dit moment is de PGS 37-2 *Lithium-houdende energiedragers: Opslag* de meest relevante en gebruikte richtlijn rondom de veiligheid van opslag van batterijen.

Intermezzo: de status van PGS-richtlijnen

De status in Nederland van een PGS-richtlijn is die van handreiking, zoals beschreven op de website van de PGS: "De publicatiereeks is een handreiking voor bedrijven die gevaarlijke stoffen produceren, transporteren, opslaan of gebruiken en voor overheden die zijn belast met het toezicht op en de vergunningverlening aan deze bedrijven. Een PGS-richtlijn is een document over de veilige opslag en de bijbehorende activiteiten met gevaarlijke stoffen. In de PGS-richtlijn staan de belangrijkste risico's van die activiteiten voor de veiligheid van werknemers, de veiligheid van de omgeving en de brandveiligheid van die activiteiten voor de omgevings- en brandveiligheid en de veiligheid van werknemers. Daarnaast beschrijft het de mogelijke gevolgen van die activiteit voor de rampenbestrijding. De relatie met de wet- en regelgeving wordt benoemd en doelen worden zo specifiek mogelijk geformuleerd om de risico's te beheersen en de negatieve effecten voor mens en milieu te beperken." (Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen, n.d.)

De inhoud van PGS-richtlijnen geeft op moment van publiceren van dit document de best beschikbare techniek weer met betrekking tot het desbetreffende onderwerp. Op het moment dat een PGS-richtlijn wordt aangestuurd vanuit wetgeving, is men verplicht om zich aan deze richtlijn te houden (direct werkend of via vergunningverlening). Hoewel de PGS 37-2 nog niet is aangestuurd in het Bal, kan het document al wel degelijk gebruikt worden als input voor de aanvraag en verlening van een vergunning voor het opslaan van batterijen.

De PGS 37-2 is ontwikkeld voor bedrijven die lithium-ion batterijen (tijdelijk) opslaan. De richtlijn beoogt om de veiligheid van de batterijopslag te vergroten en risico's op incidenten en nadelige gevolgen daarvan te verkleinen door maatregelen of voorzieningen voor te schrijven met betrekking tot 1) omgevingsveiligheid, 2) arbeidsveiligheid en 3) brand- en rampenbestrijding. Een opslaglocatie en het betrokken personeel dienen aan belangrijke veiligheidseisen te voldoen. Dit wordt gesteld in een basisveiligheidsniveau dat bestaat uit:

1. Beschermende maatregelen die volgens wet- en regelgeving standaard bij de activiteiten nodig zijn.
2. Maatregelen die volgens bewezen en geaccepteerde goede praktijken niet weg te denken zijn.
3. 'Good housekeeping'; dit is een begrip dat staat voor de algemene zorg bij, netheid en orde van een activiteit of een bedrijfsonderdeel.
4. Maatregelen voor goed vakmanschap; dit staat voor vaardigheden van werknemers om kwalitatief goed werk te leveren, en daarbij veilig en gezond te werken.

Daarnaast worden er in de PGS 37-2 veiligheidsrichtlijnen gegeven die betrekking hebben op:

- > bouwkundige maatregelen en voorzieningen
- > handelingen en werkzaamheden
- > de geschiktheid van de stellingen
- > de opslaglocatie
- > registratie en documentatie
- > opleiding en training van het personeel
- > veiligheid binnen de voorziening
- > brandveiligheid
- > blusmiddelen
- > het noodplan, incidenten en calamiteiten.

In de PGS 37-2 vallen brandcompartimenten groter dan 2500 m² buiten het toepassingsgebied. De opslag van lithium-ion batterijen in nieuwe en bestaande grote brandcompartimenten is dus niet zonder meer mogelijk. Wel kan de PGS 37-2 voor brandcompartimenten groter dan 2500 m² met opslag van lithium-ion batterijen dienen als set van 'basisvereisten' en als onderligger om de beoogde doelen voor de fysieke omgevingsveiligheid te waarborgen en nadelige effecten voor het milieu en de omgeving te voorkomen. De scenario's, doelstellingen en maatregelen uit de PGS 37-2 kunnen hiervoor als uitgangspunt gebruikt worden.

De volgende doelstellingen in de PGS 37-2 gaan specifiek over brand- en omgevingsveiligheid. Omdat de brandcompartimentsgrens een effectbeperkende maatregel is, zullen de meeste van de doelstellingen in de PGS 37-2 zich richten op het beperken van de effecten (op de omgeving):

- > Doelstelling 6: Voorkomen van escalatie naar de opslagvoorziening van energiedragers of van de opslagvoorziening naar de omgeving.
- > Doelstelling 7: Bestrijding en beheersing van de relevante scenario's (zoals omgevingsbrand, thermal runaway en brand in een energiedrager) teneinde escalatie te voorkomen.
- > Doelstelling 10: Voorkomen van negatieve effecten op energiedragers door andere goederen, werkzaamheden of installaties.
- > Doelstelling 12: Zeker stellen dat adequaat wordt gehandeld bij noodsituaties.

Nieuwbouw en bestaande bouw

Uit bovenstaande volgt uit zowel de prestatie-eisen uit het Bbl als uit de door het Bal aangestuurde PGS 37-2 dat de gebruiksoppervlakte van een brandcompartiment maximaal 2.500 m² mag zijn (Bbl, bestaande bouw: maximaal 3.000 m²). Er zijn daarbij drie situaties te onderscheiden:

1. Een bestaand gebouw waarin reeds opslag van lithium-ion batterijen plaatsvindt.
2. Een bestaand gebouw waarin als nieuwe activiteit opslag van lithium-ion batterijen gaat plaatsvinden.
3. Nieuwbouw met als doel de opslag van lithium-ion batterijen.

Op alle drie de situaties is de PGS 37-2 in beginsel van toepassing. Voor een bestaand gebouw waarin reeds opslag van lithium-ion plaatsvindt, kent bijlage J van de PGS 37-2 overgangstermijnen.

Er zijn diverse redenen waarom een initiatiefnemer de voorkeur kan hebben voor een brandcompartiment met een groter oppervlakte dan 2.500 m². In geval van nieuwbouw kan dat bijvoorbeeld zijn vanwege praktisch gebruik en het logistieke proces. Daarnaast zijn er ook bestaande panden met

brandcompartimenten groter dan 2.500 m² waarin men batterijen wil opslaan, en waar de aanpassingsmogelijkheden naar brandcompartimenten kleiner of gelijk aan 2.500 m² beperkt zijn. Voor nieuw te bouwen situaties is het echter te adviseren aan te sluiten bij de maximaal toegestane oppervlakte van 2.500 m². Omdat het in een nieuwbouwsituatie gaat om een geheel nieuw initiatief, zijn de mogelijkheden tot realisering van brandcompartimenten met een gebruiksoppervlakte van 2.500 m² namelijk groter dan bij een bestaand gebouw. Dit kan er in de praktijk toe leiden dat het bevoegd gezag, geadviseerd door de veiligheidsregio, zwaarwegender argumentatie vraagt om bij nieuwbouw af te wijken van de voorgeschreven maximaal toegestane gebruiksoppervlakte.

2.3 Rollen en verantwoordelijkheden

Een vergunningproces voor de brandveilige opslag van batterijen kent hoofdzakelijk drie rollen: initiatiefnemer, bevoegd gezag en veiligheidsregio. In het proces van aanvraag van een vergunning voor het opslaan van batterijen in grote brandcompartimenten geldt dat:

- > De initiatiefnemer moet onderbouwen dat er sprake is van een gelijkwaardige mate van brandveiligheid op basis van het Bal en (binnen de context van deze handreiking): gelijkwaardig aan de PGS 37-2. Als in het omgevingsplan regels zijn opgenomen die gericht zijn op de beperking van de maatschappelijk impact van brand, moet de initiatiefnemer aantonen hoe deze hier gevolg aan geeft. De initiatiefnemer kan zich daarbij eventueel bij laten staan door een adviseur.
- > Het bevoegd gezag beoordeelt of gelijkwaardigheid voldoende aannemelijk is gemaakt. Ook beoordeelt het of de maatschappelijke impact van brand voldoende is beperkt conform het omgevingsplan.
- > De veiligheidsregio adviseert het bevoegd gezag in dit proces.

2.4 Samenvattend

Relevante wet- en regelgeving die kan bijdragen aan de veilige grootschalige opslag van batterijen zijn de Wet veiligheidsregio's, de Omgevingswet, het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl), het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), het lokale omgevingsplan en de Arbowet. De PGS 37-2 is, hoewel nog niet aangestuurd in het Bal, de meest relevante richtlijn voor het veilig opslaan van batterijen.

3 Casusstudies

In dit hoofdstuk beantwoorden wij de derde deelvraag: *Welke maatregelen zijn reeds in de praktijk toegepast of overwogen voor de veilige grootschalige opslag van batterijen?* Daartoe wordt een zestal casussen bestudeerd om te kijken hoe in de praktijk is omgegaan met vergunningaanvragen ten behoeve van de grootschalige opslag van batterijen. Dit heeft als doel om een beeld te krijgen van wat er zoal in het vergunningverleningsproces gedaan wordt of bedacht is op het gebied van (veilige) grootschalige batterijopslagen.

Het bestuderen van deze cases biedt inspiratie om in dit rapport te komen tot mogelijk toe te passen maatregelen. De cases zijn dus niet bedoeld om een generiek oordeel te vormen of met het nemen van een (combinatie) van maatregelen van de maximum compartimentsgrootte kan worden afgeweken. Dat is immers altijd maatwerk voor de specifieke situatie. De cases presenteren hoe er in de betreffende gevallen op het moment van interview wordt gedacht bij de geïnterviewde partijen over veiligheidsmaatregelen en afwegingen bij deze opslagen in brandcompartimenten groter dan 2500 m².

In paragraaf 4.1 wordt eerst het gebruikte raamwerk toegelicht. Paragraaf 4.2 gaat in op de selectie van de casussen. Paragraaf 4.3 verwijst naar de casussen en paragraaf 4.4 geeft ten slotte een samenvatting.

3.1 Raamwerk

Voor bestudering van deze casussen is een analyseraamwerk opgesteld dat dient om de casusstudie op een uniforme wijze uit voeren, zodat de resultaten zoveel mogelijk vergelijkbaar zijn. De focus van het raamwerk ligt op de maatregelen die specifiek genomen zijn voor het opslaan van batterijen in grote brandcompartimenten. Maatregelen die worden genomen voor andere in het object opgeslagen stoffen en die niet relevant zijn voor de opslag van batterijen worden niet meegenomen.

3.1.1 Gehanteerde indicatoren

Het raamwerk bestaat uit de volgende indicatoren die moeten helpen om inzicht te krijgen in de gegeven adviezen en getroffen maatregelen:⁶

- > gehanteerde wettelijke kaders
- > doelstelling(en)
- > bouwkundige maatregelen
- > installatietechnische maatregelen
- > organisatorische maatregelen
- > repressieve maatregelen.

⁶ Omdat de gekozen indeling naar onze mening beter aansluit op de bredere groep van potentiële gebruikers van deze publicatie, hebben we niet gekozen voor een indeling volgens het kenmerkenschema (brand-, mens-, gebouw-, interventie- en omgevingskenmerken) voor de categorisering van de maatregelen.

De maatregelen die worden voorgesteld hoeven niet per definitie in wetgeving te zijn voorgeschreven, maar kunnen ook risicogericht zijn op basis van de adviestaak uit de Wet Veiligheidsregio's (Wvr). 'Risicogericht adviseren' houdt in adviseren op basis van de risico's in relatie tot de omgeving, daarbij in het advies rekening houdend met (de mogelijkheden voor) het operationeel optreden van de brandweer (Brandweer Nederland, 2023).

3.1.2 Toelichting indicatoren

Onder de indicatoren wordt het volgende verstaan:

Wettelijke kaders en andere richtlijnen: de gehanteerde wet- en regelgeving en andere richtlijnen die zijn gebruikt bij de betreffende casus. Hierbij kan gedacht worden aan het Bbl, bepaalde PGS'en en NEN-normen, maar ook aan internationale normen zoals FM of NFPA.

Doelstelling(en): de beoogde doelstelling van de genomen maatregelen (bijvoorbeeld beheersbare brand, uitbrandscenario, beperking van rook voor de omgeving).

Bouwkundige maatregelen: de bouwkundige maatregelen die zijn genomen in het gebouw rondom de opslag van batterijen. Bouwkundige maatregelen zijn maatregelen die bijvoorbeeld de uitbreiding van brand tegengaan. Daarnaast worden bouwkundige maatregelen genomen met het oog op veilig vluchten van personen. Bouwkundige maatregelen hebben betrekking op de brandwerendheid van constructies, beperking van de brandvoortplanting en rookproductie, en vluchtroutes.

Installatietechnische maatregelen: de installatietechnische maatregelen zijn maatregelen die zijn genomen in het object rondom de opslag van batterijen. Installatietechnische maatregelen zijn bijvoorbeeld maatregelen die een thermal runaway en/of een brand kunnen detecteren, een brand kunnen beheersen en aanwezige mensen kunnen alarmeren. Daarnaast kan gedacht worden aan noodverlichting en (kleine) blusmiddelen.

Organisatorische maatregelen: organisatorische maatregelen zijn maatregelen die gericht zijn op het brandveilig gebruik van het gebouw en de zorgplicht voor de installaties. Organisatorische maatregelen doen een beroep menselijk gedrag en procedures. Denk bijvoorbeeld aan ontruimingsplannen, onderhoudsplannen, (Bhv-)training en het beheren van brandgevaarlijke goederen. Dit zijn maatregelen die door het bedrijf zelf genomen moeten worden. Hier vallen geen maatregelen onder die door derden worden genomen, zoals hulpdiensten of andere overheidspartijen. Onder organisatorische maatregelen vallen ook de maatregelen die genomen kunnen worden met betrekking tot de opslag van de batterijen, bijvoorbeeld een maximale stapelhoogte.

Repressieve maatregelen: repressieve maatregelen zijn maatregelen die betrekking hebben op de bestrijding van incidenten door hulpdiensten. Hierbij kan gedacht worden aan bluswatervoorziening en bereikbaarheid, maar ook aan handelingsperspectief voor de repressieve dienst.

3.1.3 Raamwerk

Drie partijen zijn bevraagd over de bovenstaande indicatoren. Dit betreffen de volgende partijen en hun bijbehorende rol in het proces:

- > De brandweer c.q. veiligheidsregio over de geadviseerde maatregelen.
- > Het bevoegd gezag over de in de vergunning opgenomen/op te nemen maatregelen.
- > De initiatiefnemer over het door hem aangedragen brandveiligheidsconcept.

In Tabel 4.1 is het raamwerk gepresenteerd, waarin op basis van de indicatoren, weergegeven in de linker kolom, in de daarop volgende kolommen de informatie van de drie partijen wordt gepresenteerd.

Tabel 3.1 Generiek raamwerk

Indicatoren	Brandweer	Bevoegd gezag	Initiatiefnemer
Wettelijke kaders			
Doelstelling(en)			
Bouwkundige maatregelen			
Installatietechnische maatregelen			
Organisatorische maatregelen			
Repressieve maatregelen			

Daarnaast zijn per casus enkele algemene kenmerken opgevraagd, te weten:

- > Een specificatie van hetgeen ligt opslagen (soort product, hoeveelheid, wel of geen verpakking).
- > De opslaglocatie (oppervlakte van brandcompartiment(en), omgevingskenmerken).

3.2 Casusselectie

Voorafgaand aan het onderzoek was bepaald dat de casussen over Nederland verspreid zouden moeten zijn. Op basis daarvan zijn onderzoekers van het NIPV in de periode oktober 2022 tot en met februari 2023 casuïstiek gaan verzamelen. Gedurende dit proces hebben de onderzoekers een groot aantal pogingen gedaan de casussen verspreid over het land te verkrijgen. Daarbij hebben wij gebruikgemaakt van het eigen netwerk en een beroep gedaan op leden van de begeleidingscommissie.

De vertegenwoordigers in de begeleidingscommissie van het Landelijk Platform Veilige Leefomgeving, Evofenedex en TLN hebben actief bijgedragen aan het aanleveren van casuïstiek. De vertegenwoordigers van omgevingsdiensten en Brandweer Nederland hebben geen casuïstiek aangeleverd. Dit kwam omdat 1) niet in elke veiligheidsregio dit soort aanvragen spelen en 2) niet alle casussen geschikt werden geacht voor het onderzoek, bijvoorbeeld omdat zij nog onderdeel waren van een

vergunningverleningsproces, of omdat er sprake was van een dispuut tussen de betrokken partijen over de (brand)veiligheid. Dit had tot gevolg dat na twee maanden zoeken het aantal beschikbare casussen beperkt was. Hierdoor kon niet aan alle van tevoren opgestelde criteria (zie pagina 8, Fase 2) worden voldaan. Dit betekende, dat er twee opties waren:

- > Goed verspreide casussen (conform de criteria) bekijken, maar dan minder dan zes.
- > Zes casussen bekijken die niet zo goed verspreid waren.

De onderzoekers hebben gekozen voor de tweede optie, waarop zij een selectie hebben gemaakt van de casussen die zij wilden bekijken.

Voor het onderzoek zijn uiteindelijk de volgende zes casussen bestudeerd:

1. Arvato, Heijen
2. AWL Moerdijk, Klundert
3. GXO Schiphol, Schiphol-Rijk
4. Nissan Motor Parts Center, Amsterdam
5. GXO Eindhoven, Eindhoven
6. Bedrijf X, gelegen in Veiligheidsregio Midden- en West Brabant.⁷

De interviews ten behoeve van de casusstudie hebben plaatsgevonden in de periode januari 2023 tot en met mei 2023.

3.3 Casussen

De volgende zes casus zijn bestudeerd:

3.3.1 Casus 1: Arvato Heijen

De eerste casus betreft het logistiek centrum Arvato in Heijen, een logistiek dienstverlener voor diverse bedrijven. Het bedrijf is nog in de fase van vergunning aanvragen en is ontvankelijk verklaard. De hieronder besproken maatregelen zijn daarmee of door het bedrijf zelf getroffen, of denkrichtingen van het bedrijf of de veiligheidsregio. De hier gepresenteerde informatie kan daarmee afwijken van de in de toekomst daadwerkelijk vergunde situatie.

Een verdere uitwerking van deze casus is gegeven in Bijlage 3.1.

3.3.2 Casus 2: AWL Moerdijk

De tweede casus betreft het distributiebedrijf AWL in Moerdijk. AWL is een grote logistieke dienstverlener in Moerdijk, gespecialiseerd in de centrale opslag van ADR, food en non-food goederen. Het bedrijf is nog in de vergunning aanvragende fase. De hieronder besproken maatregelen zijn daarmee of door het bedrijf zelf getroffen, of denkrichtingen van het bedrijf of de veiligheidsregio. De hier gepresenteerde informatie kan daarmee afwijken van de in de toekomst daadwerkelijk vergunde situatie.

Een verdere uitwerking van deze casus is gegeven in Bijlage 3.2.

⁷ Het bedrijf heeft aangegeven alleen mee te werken aan dit onderzoek op basis van anonimiteit.

3.3.3 Casus 3: GXO Schiphol

De derde casus betreft GXO op Schiphol-Rijk. GXO is een logistiek dienstverlener. Het bedrijf heeft een vergunning voor de opslag van batterijen.

Een verdere uitwerking van deze casus is gegeven in Bijlage 3.3.

3.3.4 Casus 4: Nissan Motor Parts Center Amsterdam

De vierde casus betreft het Nissan Motor Parts Center (NMPC) in Amsterdam, het hoofd-depot van Nissan in Europa. NMPC levert reserveonderdelen en accessoires rechtstreeks aan dealers en distributeurs in heel Europa. Het bedrijf betreft een reeds bestaande opslagvoorziening, waarbij de omvang van het brandcompartiment is gebaseerd op het Bouwbesluit (beheersbaarheid van brand). De hieronder besproken maatregelen zijn daarmee of door het bedrijf zelf getroffen maatregelen, of denkrichtingen van het bedrijf of de veiligheidsregio. De hieronder gepresenteerde informatie kan daarmee afwijken van de in de toekomst daadwerkelijk vergunde situatie.

Een verdere uitwerking van deze casus is gegeven in Bijlage 3.4.

3.3.5 Casus 5: GXO Eindhoven

De vijfde casus betreft logistiek dienstverlener GXO in Eindhoven. Het bedrijf is nog in de vergunning aanvragende fase. De hieronder besproken maatregelen zijn daarmee of door het bedrijf zelf getroffen maatregelen, of denkrichtingen van het bedrijf of de veiligheidsregio. De hieronder gepresenteerde informatie kan daarmee afwijken van de in de toekomst daadwerkelijk vergunde situatie.

Een verdere uitwerking van deze casus is gegeven in Bijlage 3.5.

3.3.6 Casus 6: Bedrijf X

De zesde casus betreft bedrijf X (geanonimiseerd) in Veiligheidsregio Midden- en West Brabant. Het bedrijf heeft een vergunning voor de opslag van batterijen.

Een verdere uitwerking van deze casus is gegeven in Bijlage 3.6.

3.4 Samenvattend

In antwoord op de derde onderzoeksvraag kan gesteld worden dat uit de zes casussen maatregelen zijn gehaald die als inspiratie kunnen dienen voor deze verkenning. Deze maatregelen zijn daarbij niet beoordeeld op de effectiviteit van deze maatregelen. De maatregelen kunnen bijdragen aan de analyse in hoofdstuk 5. Hieronder zijn de vijf belangrijkste zaken uit de casusstudies gepresenteerd voor de beperking van brandveiligheidsrisico's van brandcompartimenten > 2500 m² waarin opslag van lithium-ion batterijen plaatsvindt:

- > de wijze waarop batterijen zijn verpakt: verpakt in/bij een product of los verpakt. Geïnterviewden geven aan een hoger brandrisico te zien bij los verpakte batterijen.
- > in wat voor een omgeving de (opslagvoorziening van de) batterij zich bevindt: dicht bij bewoond gebied is de impact op de omgeving groter dan wanneer deze opslagvoorziening zich verder van bebouwing bevindt.

- > of en hoe eventuele batterijen nog uit de opslag gehaald kunnen worden bij een brand.
Dit levert bij nagenoeg elke casus een vraagstuk op, waarbij partijen gezamenlijk zoekende zijn naar een goede, passende en bovenal veilige optie.
- > installaties die goed zicht geven op het incident
- > eventuele brandblusinstallaties.

4 Potentiële veiligheidsmaatregelen

In dit hoofdstuk beantwoorden wij de hoofdvraag van dit onderzoek: *Is het mogelijk de brandveiligheid van opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m² te vergroten?* Om hier antwoord op te geven, is gebruikgemaakt van de informatie uit de voorgaande hoofdstukken. Die informatie is geanalyseerd en gebruikt om maatregelen te ontwikkelen waarmee de veiligheid in relatie tot de opslag van lithium-ion batterijen in grote compartimenten kan worden vergroot. In dit hoofdstuk worden deze maatregelen gepresenteerd. Vervolgens wordt ingegaan op enkele afwegingskaders die gebruikt kunnen worden bij het kiezen van de maatregelen voor het veiliger opslaan van lithium-ion batterijen in grote brandcompartimenten. Dit betreft altijd maatwerk voor de specifieke situatie.

In paragraaf 4.1 wordt als eerste het referentiekader gepresenteerd dat wij hebben toegepast bij uitwerking van de maatregelen. In paragraaf 4.2 wordt vervolgens ingegaan op de lijst met maatregelen en in paragraaf 4.3 worden deze maatregelen gerubriceerd. Paragraaf 4.4 presenteert vervolgens enkele afwegingskaders die gebruikt kunnen worden bij het selecteren van de maatregelen.

4.1 Uitgangspunten

In deze paragraaf wordt ingegaan op de maatregelen die kunnen dienen om de argumentatie voor de keuze voor een opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m² te onderbouwen. Op basis hiervan kan de initiatiefnemer het gesprek aangaan met bevoegd gezag of veiligheidsregio om te komen tot een gelijkwaardige mate van brandveiligheid, en dus maatwerk. De maatregelen zijn daarbij onderdeel van een totaalconcept dat de (brand)veiligheid in de specifieke situatie voldoende moet borgen. In dit hoofdstuk hebben wij daarvoor de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- > De maatregelen zijn erop gericht om in de praktijk een brand beperkt te houden tot een of enkele palletplaatsen en waar mogelijk de brand te blussen. Het doel de brand te blussen is conform het uitgangspunt van Brandweer Nederland (LEC IV, 2023).
- > Elke maatregel heeft een faalkans. Falen van een of meerdere maatregelen kan leiden tot een compartimentsbrand.
- > De opslagvoorziening voldoet aan de maatregelen zoals gesteld in de PGS 37-2 typical 2a, met uitzondering van de maximale compartimentsgrootte van 2500 m².
- > Inzet van de brandweer maakt geen deel uit van de maatregelen c.q. het brandbeveiligingsconcept.⁸

⁸ Het brandbeveiligingsconcept is het geheel van bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen waarmee het risico op brand tot een aanvaardbare omvang wordt teruggebracht.

4.2 Maatregelen

De maatregelen zijn opgesteld op basis van de verkregen informatie uit de casusstudies en expert opinion van de onderzoekers van het NIPV. Zij worden gecategoriseerd in bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen (BIO-maatregelen). Per maatregel wordt vermeld bij welke van de hierboven besproken aan PGS 37-2 gerelateerde doelstelling deze maatregel hoort, evenals het beoogde doel van de maatregel en wat de maatregel inhoudt. Ook wordt per maatregel de grondslag waartoe deze behoort aangegeven, te weten arbeidsveiligheid, brandpreventie, omgevingsveiligheid en/of rampenbestrijding. Deze grondslagen staan nader toegelicht in hoofdstuk 5 van de PGS 37-2. Bij de maatregelen wordt verondersteld dat het bedrijf voldoet aan de maatregelen zoals beschreven in de PGS 37-2 typical 2a. Als laatste wordt per maatregel aangegeven of deze nieuw of aanvullend is op de PGS 37-2, of daar een nadere (zwaardere) invulling aan geeft. Met behulp van onderstaande maatregelen kan (mede) inhoud worden gegeven aan het maatwerk zoals bedoeld in de PGS/gelijkwaardigheid als bedoeld in artikel 4.7 van de Omgevingswet en dragen daarmee bij aan een integraal brandveiligheidsconcept in een bedrijf.

4.2.1 Doelstellingen

Voor de maatregelen is aansluiting gezocht bij de voor de brandveiligheid relevante doelen zoals beschreven in de PGS 37-2. De PGS 37-2 stelt bij elk doel een lijst van maatregelen om het risico zoveel mogelijk te beperken. Omdat dit onderzoek maatregelen presenteert om batterijen veilig op te kunnen slaan in grote brandcompartimenten (>2500 m²) en daarbij voortbouwt op maatregelen uit de PGS37-2, hanteert dit onderzoek dezelfde doelstellingen.

De voor dit onderzoek relevante doelstellingen zijn:

- > Doel 6: Voorkomen van escalatie van een brand naar een opslagvoorziening van energiedragers of van een opslagvoorziening naar de omgeving.
- > Doel 7: Bestrijding en beheersing van de relevante scenario's (zoals omgevingsbrand, thermal runaway en brand in een energiedrager) teneinde escalatie te voorkomen.
- > Doel 10: Voorkomen van negatieve effecten op energiedragers door andere goederen, werkzaamheden of installaties.
- > Doel 12: Zeker stellen dat adequaat wordt gehandeld bij noodsituaties.

Hieronder gaan wij in afzonderlijke paragrafen in op bouwkundige maatregelen (4.2.2), installatietechnische maatregelen (4.2.3) en organisatorische maatregelen (4.2.4).

4.2.2 Bouwkundige maatregelen

De volgende mogelijke bouwkundige maatregelen zijn opgesteld; deze worden hieronder toegelicht:

- > B1: Brandwerende leggers
- > B2: Aanrijbeveiliging van op pallets gelegen batterijen.

Tabel 4.1 Maatregel B1: Brandwerende leggers

B1 Brandwerende leggers in stellingen	
Doelstelling(en) PGS:	6, 7
Beoogd doel:	Branddoorslag tussen stellinglagen voorkomen
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: geen. Brandpreventie: branddoorslag beperken naar boven- en onderliggende stellinglaag. Omgevingsveiligheid: effecten naar omgeving voorkomen, omdat brand beperkt blijft. Rampenbestrijding: geen.
Toelichting:	Met brandwerende leggers in stellingen, oftewel een horizontale brandwerende scheiding tussen twee lagen in een stelling, wordt beoogd de kans op branddoorslag naar de boven- en/of onderliggende stellinglaag te beperken. De brandwerende leggers moeten zo zijn uitgevoerd dat de vlammen niet om de rand van de legger kunnen 'krullen', waardoor alsnog branduitbreiding plaatsvindt. Dit kan door bijvoorbeeld voldoende borstwering. Deze maatregel wordt bij voorkeur alleen toegepast bij in-rack sprinklersystemen. De brandwerendheid van de brandwerende legger moet 60 minuten zijn: dit sluit aan bij Maatregel 24 uit de PGS 37-2, die stelt dat onverpakte energiedragers in een stellingssectie een brandwerende scheiding hebben van minimaal 60 min, die in zij- en achterwaartse richting ten opzichte van de voorzijde van de stellingsectie is opgesteld. Deze maatregel kan worden meegenomen in het UPD. Hierbij kan de aansluiting worden gezocht met FM 8.1 sectie 2.4.2.⁹

Relatie met PGS 37-2 Deze maatregel komt bovenop de PGS 37-2.

⁹ Interim Revision January 2023.

Tabel 4.2 Maatregel B2: Aanrijbeveiliging van op pallets gelegen batterijen

B2	Aanrijbeveiliging van op pallets gelegen batterijen
Doelstelling(en) PGS:	10
Beoogd doel:	Kans op incidenten verkleinen
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: voorkomen van aanrijdingen met brand tot gevolg. Brandpreventie: verkleinen van de kans op het ontstaan van brand. Omgevingsveiligheid: door verkleinen van de kans op een incident neemt het risico op effecten voor de omgeving af. Rampenbestrijding: geen
Toelichting:	Bij gelijkvloerse opslag dienen alle pallets c.q. goederen op aanrijbeveiliging te worden geplaatst, zodat een heftruck of palletwagen de pallet c.q. goederen niet met het voertuig zelf of met de lepels (mits deze zich op grondhoogte bevinden) kan beschadigen. De hoogte van deze aanrijbeveiliging is afhankelijk van de in het bedrijf gebruikte heftruck/palletwagen: bij het houden van de lepels op grondhoogte mogen deze de pallet niet raken.
Relatie met PGS 37-2	Deze maatregel is aanvullend op M48 van de PGS 37-2, die stelt dat plaatsen waar gevaar op aanrijding bestaat moeten worden beveiligd, zoals hoeken en onderdoorgangen.

4.2.3 Installatietechnische maatregelen

De volgende mogelijke installatietechnische maatregelen zijn opgesteld; ze worden hieronder nader toegelicht:

I1: Sproeitijd brandblussysteem langer dan inzetijd

I2: Brandweeraansluiting brandblussysteem

I3: Cameratoezicht.

Tabel 4.3 Maatregel I1: Sproeitijd brandblussysteem langer dan inzetijd

I1	Sproeitijd brandblussysteem langer dan inzetijd
Doelstelling(en) PGS:	6, 7
Beoogd doel:	Branduitbreiding beperken
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: het veilig uithalen door een bedrijfsnoodorganisatie kan alleen gebeuren in een situatie waarin de brand beheerst wordt gehouden c.q. is geblust door het brandblussysteem. Brandpreventie: brand beperkt houden en (mogelijk) blussen. Omgevingsveiligheid: effecten op de omgeving zo lang mogelijk minimaliseren. Rampenbestrijding: mogelijkheid tot uithalen door een bedrijfsnoodorganisatie faciliteren.
Toelichting:	Lithium-ion batterijen in thermal runaway moeten langdurig worden gekoeld c.q. veilig worden gesteld. Hiertoe dienen ze doorgaans uit de stelling te worden gehaald en bijvoorbeeld in een dompelbak te worden geplaatst. Het proces tot uithaal kost tijd: dit is de inzetijd van hulpdiensten en bedrijfsnoodorganisatie. Het aanwezige brandblussysteem moet deze tijd kunnen overbruggen om branduitbreiding te voorkomen of de tijd kunnen overbruggen die het duurt voordat de betrokken lithium-ion energiedragers zijn uitgebrand. Daarbovenop wordt geadviseerd een marge van dertig minuten te hanteren voor onvoorziene omstandigheden. Concreet betekent dit een langere sproeitijd bij het maximaal aantal koppen dat geactiveerd mag worden dan in normering wordt voorgeschreven: afhankelijk van de gekozen normering (NFPA, FN of VAS) is dit in de normeringen een of anderhalf uur. De benodigde tijd kan worden berekend door de volgende som: <i>opkomsttijd bedrijfsnoodorganisatie + inzetijd bedrijfsnoodorganisatie + uithaaltijd batterijen + marge van 30 minuten</i>. Deze maatregel kan onderdeel uitmaken van het brandbeveiligingsconcept binnen de uitgangspunten van het UPD. Voor deze maatregelen kan worden gekozen om de aanwezige sprinklertank of -kelder te vergroten, of maatregel I2 toe te passen.
Relatie met PGS 37-2	Deze maatregel geeft deels invulling aan eisen zoals gesteld in het UPD dat moet worden opgesteld conform M63 van de PGS 37-2.

Tabel 4.4 Maatregel I2: Brandweeraansluiting brandblussysteem

I3 Brandweeraansluiting brandblussysteem	
Doelstelling(en) PGS:	6, 7
Beoogd doel:	Sproeitijd brandblussysteem verlengen
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: vanaf een veilige locatie blussing kunnen continueren. Brandpreventie: brand langdurig kunnen beheersen c.q. blussen. Omgevingsveiligheid: uitbrandscenario en daarmee langdurige effecten naar omgeving voorkomen. Rampenbestrijding: brand langdurig beheersbaar kunnen houden.
Toelichting:	Door de brandweeraansluiting kan de brandweer of een andere partij, bijvoorbeeld een (in te huren) bedrijfsbrandweer, waar nodig de sproeitijd van het brandblussysteem verlengen door dit met een blusmiddel te voeden. Dit bijvoeden gebeurt in de watertank of kelder. Randvoorwaarde hiervoor is dat er een bluswatervoorziening met schoon water aanwezig is op het terrein die kan voorzien in de waterbehoefte van de sprinkler bij maximaal sproeioppervlak. Meer informatie over het aanvullen van het blusmiddel is te vinden in paragraaf 3.2 van het rapport Barreveld & Ebus (2023). Deze maatregel kan onderdeel uitmaken van het brandbeveiligingsconcept binnen de uitgangspunten van het UPD. Als deze maatregel wordt genomen, is maatregel I1 niet noodzakelijk.
Relatie met PGS 37-2	Deze maatregel geeft deels invulling aan eisen zoals gesteld in het UPD dat moet worden opgesteld conform M63 van de PGS 37-2.

Tabel 4.5 Maatregel I3: Cameratoezicht

I2 Cameratoezicht	
Doelstelling(en) PGS:	12
Beoogd doel:	Zicht op de (ontstaans)locatie van het incident
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: tijdig detecteren van gevaarlijke situaties. Brandpreventie: geen. Omgevingsveiligheid: inzet van bedrijfsnoodorganisatie mogelijk maken, en daarmee een langdurig inzetscenario voorkomen. Rampenbestrijding: inzet bedrijfsnoodorganisatie mogelijk maken.
Toelichting:	Middels cameratoezicht, dat de beelden opslaat voor ten minste acht uur, wordt inzicht verkregen in de ontstaanslocatie van de brand. Brandblussystemen zorgen voor beperking van het zicht, maar door de mogelijkheid tot terugkijken van de camerabeelden kan de (ontstaans)locatie van het incident worden vastgesteld. Hiermee kan, als het veilig wordt geacht door de brandweer in samenspraak met de bedrijfsnoodorganisatie, gericht door de bedrijfsnoodorganisatie worden ingezet om de batterij uit het compartiment te halen. Er kan gebruik worden gemaakt van thermische

camera's. De beelden moeten kunnen worden uitgelezen op een veilige locatie ten opzichte van de brand, bijvoorbeeld buiten.

Relatie met PGS 37-2 Deze maatregel komt bovenop de PGS 37-2.

4.2.4 Organisatorische maatregelen

De volgende mogelijke organisatorische maatregelen zijn opgesteld; ze worden hieronder nader toegelicht:

O1: State of Charge maximaal 30 %

O2: Stapelhoogte maximaal een of twee hoog

O3: Opslagvlakken van maximaal 40 m²

O4: Opslaglocatie

O5: Toegankelijkheid stellinggang

O6: Brandpropagatietest product.

Tabel 4.6 Maatregel O1: State of Charge maximaal 30%

O1	State of Charge (SoC) maximaal 30%
Doelstelling(en) PGS:	7
Beoogd doel:	Verkleinen kans op én effecten van een thermal runaway
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: minder kans op incident (thermal runaway). Brandpreventie: kans op brand verkleinen, effecten van brand beperkt houden, inclusief de kans op branduitbreiding. Omgevingsveiligheid: hoe minder energie in een batterij, hoe sneller de reactie stopt, en daarmee hoe korter durend de effecten op de omgeving zullen zijn. Rampenbestrijding: brand blijft beheersbaarder door lage SoC.
Toelichting:	Hoe lager de SoC en dus de hoeveelheid energie opgeslagen in de batterij, hoe kleiner de effecten van een thermal runaway (He, Hu, Restuccia, Fang, & Rein, 2022). Een SoC van 30 % of lager verkleint de kans op zelfontbranding van de batterij (NIPV, 2023). De SoC moet periodiek en steekproefsgewijs door het bedrijf worden gecontroleerd. In de vergunning kan worden opgenomen dat de SoC periodiek en steekproefsgewijs wordt gecontroleerd. Dit moet worden genoteerd in een logboek. Inspectie van het logboek kan onderdeel uitmaken van het toezichtarrangement.

Relatie met PGS 37-2 Deze maatregel komt bovenop de PGS 37-2.

Tabel 4.7 Maatregel O2: Stapelhoogte maximaal één of twee hoog

O2 Stapelhoogte maximaal één of twee hoog	
Doelstelling(en) PGS:	6, 7, 12
Beoogd doel:	Beperken kans op branduitbreiding
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: veilig kunnen verwijderen van pallet. Brandpreventie: voorkomen van branduitbreiding naar hoger gelegen stellingen. Omgevingsveiligheid: beperken van de effecten van een brand naar de omgeving van het gebouw. Rampenbestrijding: uithaal van batterijen door bedrijfsnoodorganisatie faciliteren.
Toelichting:	Door het beperken van de stapelhoogte tot maximaal twee stellinglagen hoog vanaf vloerniveau wordt de kans op branduitbreiding beperkt en kan bij snelle interventie adequaat worden gehandeld. Bij beperking van deze hoogte tot één stellinglaag is het (incidentafhankelijk) nog mogelijk met een palletwagen de pallet naar buiten te rijden, waarmee de interventie-mogelijkheden verruimd worden. Deze maatregel moet aansluiten bij het noodplan waarin de mogelijkheden voor het uitnemen van pallets uit stellingen uitgewerkt worden.

Relatie met PGS 37-2 Deze maatregel geeft een aanvullende beperking aan M21 uit de PGS37-2

Tabel 4.8 Maatregel O3: Opslagvakken van maximaal 40 m²

O3 Opslagvakken van maximaal 40m²	
Doelstelling(en) PGS:	6, 7
Beoogd doel:	Locatie lithium-ion energiedragers duidelijk maken en brandomvang beperken
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: de risicolocaties zijn goed inzichtelijk. Brandpreventie: brand beperkt houden. Omgevingsveiligheid: effecten op de omgeving beperken door beperkte brandomvang. Rampenbestrijding: mogelijkheid tot snel verwijderen van pallets met al dan niet reagerende batterijen.
Toelichting:	Opslag van lithium-ion energiedragers vindt alleen plaats in daarvoor aangewezen opslagvakken van maximaal 40 m² met vijf meter afstand tussen de opslagvakken. De langste zijde mag daarbij maximaal tien meter zijn. Hierdoor is duidelijk waar lithium-ion energiedragers zich bevinden in het brandcompartiment. Ook zorgt de afstand tussen de opslagvakken voor beperking van branduitbreiding naar andere goederen. De locaties van de opslagvakken dienen in een actueel journaal te zijn opgenomen.

Relatie met PGS 37-2 Deze maatregel geeft een aanvullende beperking aan M38 uit de PGS37-2

Tabel 4.9 Maatregel O4: Opslaglocatie

O4 Opslaglocatie	
Doelstelling(en) PGS:	12
Beoogd doel:	Vergroten bereikbaarheid van lithium-ion batterijen
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: beperken inzetdieptes van hulpdiensten. Brandpreventie: beperken van kans op branduitbreiding bij verwijderen van brand betrokken batterijen. Omgevingsveiligheid: geen. Rampenbestrijding: vergroten mogelijkheid tot interventie voor bedrijfsnoodorganisatie.
Toelichting:	Opslag van lithium-ion energiedragers dient zo dicht mogelijk bij een in- en/of uitgang plaats te vinden, zodat in geval van calamiteiten de route naar buiten zo kort mogelijk is en hulpdiensten een zo kort mogelijke aanvalsweg hebben. Deze uitgang dient breed genoeg te zijn voor een pallet om doorheen te passen. Dit beperkt tevens de inzetdiepte van de calamiteitendienst.
Relatie met PGS 37-2	Deze maatregel komt bovenop de PGS 37-2.

Tabel 4.10 Maatregel O5: Toegankelijkheid stellinggang

O5 Toegankelijkheid stellinggang	
Doelstelling(en) PGS:	10
Beoogd doel:	Beperken kans op een incident
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: kans op incident beperken en de risicolocaties betreffende batterijen zijn inzichtelijk. Brandpreventie: kans op brand verkleinen. Omgevingsveiligheid: kans op brand en daarmee effecten op omgeving verkleinen. Rampenbestrijding: geen
Toelichting:	De betreffende gang(en) met stellingen waarin lithium-ion energiedragers liggen opgeslagen, is (zijn) alleen toegankelijk voor het in- en of uithalen van energiedragers. De gang functioneert daarmee niet als verkeersgang voor vervoer van goederen van of naar andere gangen. Daarmee wordt de kans op een incident door aanrijdingen beperkt. Bij de ingangslocatie(s) moet duidelijk worden aangegeven waar de gangen met batterijen zich bevinden.
Relatie met PGS 37-2	Deze maatregel komt bovenop de PGS 37-2.

Tabel 4.11 Maatregel O6: Brandpropagatietest product

O6 Brandpropagatietest product	
Doelstelling(en) PGS: 7	
Beoogd doel:	Beperken effect van brand in product
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: beperken van effecten van thermal runaway. Brandpreventie: beperken van brandomvang en branduitbreiding. Omgevingsveiligheid: beperken van effecten op de omgeving. Rampenbestrijding: creëren van een beheersbare situatie.
Toelichting:	Middels een brandpropagatietest, bijvoorbeeld UL9540a, kan worden aangetoond dat één batterijcel in thermal runaway niet zal leiden tot propagatie van het incident buiten het batterijpakket. In andere woorden: dat de omvang van de propagatie van de thermal runaway zo beperkt blijft dat het incident niet zal leiden tot branduitbreiding buiten het opgeslagen product. Randvoorwaardelijk hiervoor is dat altijd hetzelfde product wordt opgeslagen en de test wordt uitgevoerd met het product zoals dit opgeslagen ligt in het bedrijf. Een voorbeeld van een dergelijke testnorm kan zijn UL9450a, die inzicht geeft in de mate van branduitbreiding in een batterijmodule.
Relatie met PGS 37-2	Deze maatregel komt bovenop de PGS 37-2.

4.3 Rubricering maatregelen

Bovenstaande maatregelen kunnen worden samengevat en gerubriceerd. Hiervoor wordt aansluiting gezocht bij de drie fasen van brandontwikkeling: ontstaan, uitbreiding en bestrijding. Maatregelen richten zich dan ook op:

- > het *voorkomen* van brand c.q. het verkleinen van kans dat brand uitbreekt
- > het *beperken* dat de brand zich uitbreidt
- > het bijdragen aan de *bestrijdingsmogelijkheden* van brand.

In onderstaande tabel 4.12 zijn de maatregelen samengevat en ingedeeld naar 1) soort maatregelen (BIO) in de kolommen en 2) de fasen van brandontwikkeling in de rijen.

Tabel 4.12 Overzicht van maatregelen

	 Bouwkundig	 Installatietechnisch	 Organisatorisch
 Voorkomen	B2: Aanrijbeveiliging		O1: State of Charge 30% O5: Toegankelijkheid stellinggang
 Beperken	B1: Brandwerende leggers	I1: Standtijd sprinkler verlengen I3: Brandweer-aansluiting sprinkler	O1: State of Charge 30% O2: Stapelhoogte max. 1 a 2 hoog O3: Opslagvakken max 40m ² O6: Brandpropagatietest
 Bestrijden		I2: Cameratoezicht	O4: Opslaglocatie

Door middel van risico-evaluaties specifiek gericht op het betreffende bouwwerk, kunnen op basis van incidentscenario's gewenste veiligheidsmaatregelen worden vastgesteld. Hierbij is het mogelijk om op basis van de waarschijnlijkheid en gevolgen van een incident te bepalen of maatregelen noodzakelijk worden geacht of niet, en of eventuele additionele maatregelen gewenst zijn.

4.4 Repressieve mogelijkheden en verantwoordelijkheden

Ondanks het nemen van een breed scala aan maatregelen blijft altijd de kans aanwezig dat brand uitbreekt. De brandbestrijding van lithium-ion batterijen is daarbij complex, zoals beschreven in paragraaf 1.2. De onderzoekers zien dat bij de meeste vergunningsaanvragen wordt gezocht naar handelingsperspectief wanneer toch brand uitbreekt. Het voornaamste discussiepunt is daarbij de mogelijkheden voor het uithalen van batterijen bij een brand. In deze paragraaf worden de mogelijkheden, verantwoordelijkheden en randvoorwaarden voor een brand in een brandcompartiment groter dan 2500 m² geschetst, waarbij het probleem is dat de batterijen die in thermal runaway raken in de meeste gevallen op enig moment (na de brand) uit de opslagfaciliteit gehaald moeten worden. Daarbij merken de onderzoekers op

dat het hieronder genoemde niet alleen van toepassing is op grote brandcompartimenten, maar net zo relevant is voor brandcompartimenten kleiner dan 2500 m².

4.4.1 Situaties

Indien batterijen in thermal runaway zijn geraakt én het brandblussysteem in staat is om de brand te beheersen, is het, om naar een veilige situatie terug te keren, noodzakelijk de betrokken batterijen naar buiten te halen en ze (indien nodig) onder te dompelen in water. Wij zien daarbij een vijftal mogelijke situaties die zich kunnen voordoen in een opslag van batterijen waarin batterijen naar buiten moeten worden gehaald:

1. Er is vroegtijdige detectie van een beginnende thermal runaway, waardoor de batterijen uitgehaald kunnen worden voor uitbreken van een brand.
2. De batterijen zijn uitgebrand en zijn laag bij de grond opgeslagen.
3. De batterijen zijn uitgebrand en zijn op hoogte in stellingen opgeslagen.
4. De batterijen zijn nog in thermal runaway, de situatie is beheerst (er vindt geen branduitbreiding plaats) en de batterijen zijn laag bij de grond opgeslagen.
5. De batterijen zijn nog in thermal runaway, de situatie is beheerst (er vindt geen branduitbreiding plaats) en de batterijen zijn op hoogte in stellingen opgeslagen.

Daarbij merken de onderzoekers op dat er nog een zesde situatie is: waarbij het uithalen van batterijen te veel risico oplevert, bijvoorbeeld door een snelle escalatie, het (al dan niet deels) falen van voorzieningen en/of uithaal met branduitbreiding en eventueel een compartimentsbrand tot gevolg. In die situatie is het uithalen van batterijen niet meer mogelijk c.q. van toepassing.

4.4.2 Rollen en verantwoordelijkheden

De brandweer geeft aan, in zowel de begeleidingscommissie als in de interviews, dat zij niet de partij is die de batterijen naar buiten zal halen: zij beschikt niet over de opleiding (zoals een heftruckcertificaat) en middelen om dit veilig en effectief te kunnen doen. De brandweer hanteert daarbij als inzetstrategie bij een brand in een lithium-ion opslag 'defensief buiten' en richt zich in eerste instantie op het voorkomen van uitbreiding van de brand naar belendende compartimenten en/of percelen (Brandweeracademie, 2014).

Mochten om escalatie te voorkomen batterijen uit de opslagfaciliteit moeten worden gehaald, is het daarom aan het bedrijf om hier 1) zelf mensen voor op te leiden of 2) een externe partij te vinden die de uithaalwerkzaamheden kan uitvoeren. Het is aan het bedrijf om te bepalen welke van de bovenstaande vijf situaties zich kunnen voordoen en zich hierop voor te bereiden. Hierbij wordt geadviseerd te kijken naar de soort opgeslagen batterij en de plaats waar deze is opgeslagen (hoogte, locatie).

Daarbij vinden de onderzoekers van het NIPV het belangrijk om te benoemen dat voor het personeel van de (interne of externe) bedrijfsnoodorganisatie geldt dat de werkgever primair verantwoordelijk is voor de veiligheid. De brandweer is hier niet voor verantwoordelijk. De werkgever van de bedrijfsnoodorganisatie dient de risico's voor de werknemers – in het bijzonder de werknemers die worden ingezet bij incidenten – te inventariseren en te evalueren. Deze inventarisatie en evaluatie, alsook een beschrijving van de gevaren en risico-beperkende maatregelen, moeten worden vastgelegd in een RI&E. De werkgever kan zich bij het incident laten informeren door de brandweer over de omstandigheden in de ruimte waar de inzet moet plaatsvinden. Het Arbobesluit artikel 3.5g geeft daarbij het

wettelijk kader voor inzet in een ruimte met gevaar voor verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand of explosie, of bij vermoeden van dit gevaar. Het valt de sector die zich bezighoudt met de afhandeling van incidenten met lithium-ion batterijen aan te bevelen een Arbo-catalogus op te stellen, waarin wordt aangegeven hoe aan de doelvoorschriften in de Arbowetgeving wordt voldaan. De hiertoe relevante artikelen uit het Arbobesluit zijn opgenomen in 2.1.8.

Waar de brandweer als uitgangspunt 'defensief buiten' heeft, kan de eigenaar ervoor kiezen om te investeren in maatregelen die bijdragen aan het veilig uithalen van batterijen om zo de kans op een escalerende brand zoveel mogelijk te beperken. De onderzoekers verwachten dat dit de kans vergroot dat een operationeel leidinggevende van de brandweer tijdens een incident de keuze maakt om van het kwadrant 'defensief buiten' om te schakelen naar 'offensief binnen'. Voor deze omschakeling van kwadrant moeten bij een incident brandweer en bedrijf, ieder vanuit hun eigen taak, verantwoordelijkheid en rekening houdend met de karakteristieken van het incident, een afweging maken of het mogelijk is de batterijen uit de opslagfaciliteit te halen om te komen tot een veilige situatie. Gezamenlijk kunnen brandweer en bedrijf daarbij bekijken wat de veiligste wijze van het uithalen van de batterijen is. Investeren in middelen hiertoe is daarom geen garantie dat bij een daadwerkelijk incident de batterijen uit de opslagfaciliteit zullen worden gehaald. Het uitgangspunt van de brandweer zal daarbij nog steeds primair 'defensief buiten' zijn. Het is daarom voor zowel brandweer als bedrijf belangrijk de verwachtingen van beide naar elkaar toe rondom dit onderwerp reeds bij de vergunningverlening goed te bespreken.

Om in deze situatie te batterijen veilig uit te halen, vinden de onderzoekers dat aan de volgende voorwaarden moet worden voldaan door het bedrijf:

- > De partij die de batterijen uithaalt, beschikt over opgeleide mensen.
- > De partij die de batterijen uithaalt, beschikt over het geschikte materieel.
- > Er is vastgesteld door aanwezige hulpdiensten en het bedrijf dat er een beheerste situatie is: middels 'zicht op de brand' wordt vastgesteld dat er geen branduitbreiding meer plaatsvindt. Dit zicht op de brand dient idealiter verkregen te worden door middel van installaties, zoals van buiten uit te lezen camera's.

Voor invulling van deze voorwaarden worden in paragraaf 4.4.3 enkele suggesties gegeven.

4.4.3 Ondersteunende repressieve maatregelen

Om het veilig uithalen van batterijen door de eigenaar van de opslagloods te faciliteren, hebben de onderzoekers een drietal ondersteunende repressieve maatregelen opgesteld die in positieve mate bijdragen aan het veilig uithalen van lithium-ion batterijen uit (grote) brandcompartimenten:

Tabel 4.16 Maatregel R1: Ademlucht / Persoonlijke beschermingsmiddelen

R1	Ademlucht / Persoonlijke beschermingsmiddelen
Doelstelling(en) PGS:	12
Beoogd doel:	Faciliteren bestrijden incident
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: veilig en effectief kunnen optreden bij incident met lithium-ion batterijen.

Brandpreventie: tijdig veilig batterijen in thermal runaway kunnen uithalen, zodat de brandomvang beperkt blijft.

Omgevingsveiligheid: tijdig veilig batterijen in thermal runaway kunnen uithalen, zodat effecten op de omgeving beperkt worden gehouden.

Rampenbestrijding: veilige optreden bedrijfsnoodorganisatie mogelijk maken.

Toelichting: Personeel van de interne of externe bedrijfsnoodorganisatie (BHV of in te huren bedrijfsbrandweer/incidentbestrijdingsorganisatie) is ademlucht-dragend en kan daarmee ingezet worden voor besturing en/of bediening van apparatuur om de lithium-ion energiedragers naar buiten te verplaatsen. Daartoe beschikt de bedrijfsnoodorganisatie zelf over ademlucht en andere PBM's, zoals brandwerende kleding, helmen, laarzen en handschoenen. Het in te zetten personeel beschikt over de hiertoe benodigde opleidingen en certificaten.

Relatie met PGS 37-2 Deze maatregel geeft ten dele een invulling aan het noodplan uit M67 uit de PGS 37-2.

Tabel 4.17 Maatregel R2: Geschiktheid materieel

R2	Geschiktheid materieel
Doelstelling(en) PGS:	12
Beoogd doel:	Veilig en effectief verwijderen lithium-ion energiedragers
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: veilig en effectief kunnen optreden bij incident met lithium-ion batterijen. Brandpreventie: branduitbreiding tijdens uithalen van batterijen beperken. Omgevingsveiligheid: door veilige en effectieve uithaal van batterijen kunnen effecten op de omgeving beperkt worden gehouden. Rampenbestrijding: veilige optreden bedrijfsnoodorganisatie mogelijk maken.
Toelichting:	De interne of externe bedrijfsnoodorganisatie beschikt over geschikt materieel om lithium-ion energiedragers die in thermal runaway zijn geraakt naar buiten uit te halen. Het materieel zou minimaal aan de volgende voorwaarden moeten voldoen: > Bescherming chauffeur en (elektrische) apparatuur tegen vallende goederen en blusmiddel van het brandblussysteem. > Zicht op pallet middels camera. > Bak op lepels om pallet veilig te verplaatsen. Dat wil zeggen: een metalen constructie waarin een pallet kan worden geschoven, zodat wegspringende (rocketerende) batterijcellen niet opzij, naar boven of naar de chauffeur kunnen wegschieten. > Geschikt om effectief door een plas water te kunnen rijden.
Relatie met PGS 37-2	Deze maatregel geeft ten dele een invulling aan het noodplan uit M67 uit de PGS 37-2.

Tabel 4.18 Maatregel R3: Opkomsttijd alarmorganisatie

R3 Opkomsttijd alarmorganisatie	
Doelstelling(en) PGS:	12
Beoogd doel:	Op tijd ingrijpen bedrijfsnoodorganisatie
Grondslag:	Arbeidsveiligheid: geen. Brandpreventie: branduitbreiding door tijdige uithaal beperken. Omgevingsveiligheid: door tijdige uithaal van batterijen kunnen effecten op de omgeving beperkt worden gehouden. Rampenbestrijding: snel optreden bedrijfsnoodorganisatie mogelijk maken.
Toelichting:	De interne bedrijfsnoodorganisatie is aanwezig op het moment dat zij nog kan ingrijpen binnen de sproeitijd van het brandblussysteem. Dat wil zeggen dat de optelsom van de alarmeringstijd, aanrijtijd, inzettijd en dertig minuten marge minder is dan de sproeitijd van het brandblussysteem.
Relatie met PGS 37-2	Deze maatregel geeft ten dele een invulling aan het noodplan uit M67 uit de PGS 37-2.

4.5 Afwegingskaders

Bij de keuze van de maatregelen voor het brandcompartiment groter dan 2500 m² kan er volgens ons mede gebruik worden gemaakt van een tweetal afwegingskaders:

- > De wijze van verpakking van de batterij: los verpakt of in/bij een product.
- > De afstand tot de bebouwing: nabij of afgelegen van bewoond gebied.

De afwegingskaders zijn opgesteld naar aanleiding van de casusstudies. Deze afwegingskaders kunnen volgens ons worden gebruikt bij het maken van een keuze van de te nemen maatregelen. Hierdoor kan, naar mening van de onderzoekers, een betere bij de situatie passende set van maatregelen worden gekozen. Deze twee afwegingskaders worden hieronder nader toegelicht.

4.5.1 Verpakking van de batterij

In hoofdstuk 1 is beschreven dat incidenten met lithium-ion batterijen lang kunnen duren en daarmee een grote impact op de omgeving (kunnen) hebben. Daarbij geldt dat los opgeslagen batterijen (denk aan tractiebatterijen van voertuigen of een pallet met fietsaccu's) vaak een langere brandduur hebben dan lithium-ion batterijen die in een product zijn opgeslagen (zoals de accu's in een pallet met boormachines). De wijze van verpakking heeft dus invloed op de brand, maar de PGS 37-2 maakt dit onderscheid niet. De onderzoekers onderscheiden twee soorten batterijen die worden opgeslagen:

- > **Batterijen verpakt in of bij een product:** batterij conform UN3481/UN3091 zoals genoemd in tabel A van hoofdstuk 3.1 van het ADR. Met deze definitie wordt aangesloten bij PGS 37-2. Het gaat veelal om batterijen met een beperkte opslagcapaciteit. Een vuistregel kan zijn tot 1 kWh per product.
- > **Losse verpakte batterijen:** batterij conform UN3480/UN3090 zoals genoemd in tabel A van hoofdstuk 3.1 van het ADR. Met deze definitie wordt aangesloten bij PGS 37-2. Het gaat veelal om batterijen met een grote(re) opslagcapaciteit. Een vuistregel kan zijn meer dan 1 kWh per product.

Los verpakte batterijen brengen een groter brandrisico met zich mee dan batterijen verpakt in of bij een product: bij los verpakte batterijen is namelijk de batterij maatgevend voor de brandomvang, bij batterijen verpakt in of bij een product is dit het verpakkingsmateriaal. Dat maakt bij los verpakte batterijen de brand lastiger te beheersen.

Afwegingskader 1: Verpakking van de batterij

Losse verpakte batterijen brengen een hoger veiligheidsrisico met zich mee dan batterijen verpakt in of bij een product. Opslag van los verpakte batterijen vraagt daarom om extra maatregelen om deze batterijen brandveilig op te slaan in grote brandcompartimenten dan batterijen verpakt in of bij een product.

4.5.2 Afstand tot bebouwing

Uit de interviews is gebleken dat de omgeving waarin de opslag staat van belang is voor het al dan niet toestaan van opslag van batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m². Het maakt volgens de geïnterviewden namelijk uit of een grote opslag 'ergens in de polder' of 'aan de rand van de stad' staat: bij een brand 'aan de rand van de stad' zijn de effecten van een compartimentsbrand en dus de maatschappelijke impact op de omgeving immers veel groter.

Het opslaan van lithium-ion batterijen is een milieubelastende activiteit. Dat betekent dat er altijd een afweging op het gebied van externe veiligheid moet worden gemaakt. Dit gebeurt door de veiligheidsregio's en omgevingsdiensten. Om inzicht te krijgen in de risico's voor de omgeving wordt normaliter in Nederland een QRA opgesteld, een Quantitative Risk Assessment. Momenteel is er echter nog geen standaard voorgeschreven QRA-methodiek beschikbaar voor verkennen van veiligheidsrisico's voor het opslaan van lithium-ion batterijen. Er is dus nog geen vastgestelde methode om de risico's van lithium-ion batterijen op de omgeving te bepalen. Waar het voor sommige veiligheidsregio's en omgevingsdiensten mogelijk is zelf berekeningen te maken (gebaseerd op eigen uitgangspunten), blijkt uit de interviews dat er wel behoefte is om hiervoor handvatten te hebben.

Voor de impact op de omgeving zou overwogen kunnen worden om met een afstand te werken en daarbij uit te gaan van twee variabelen:

- > **Nabij bewoond gebied:** binnen 750 meter afstand van (zeer) kwetsbare gebouwen, locaties en/of gebieden.¹⁰ Deze definitie is in lijn met een voorbeeldplanregel uit de *Handreiking Bouwstenen fysieke veiligheid omgevingsplan* over het beperken van rookoverlast bij in pandige opslag in hallen groter dan 2500 m² (Brandweer Nederland, 2022). Deze afstand kan ook worden gehanteerd voor de afstand tot een

¹⁰ Gebieden waar de woon- en/of verblijfsfunctie domineert.

attentiegebied¹¹ (Brandweer Nederland, 2018). 750 meter is de standaardafstand waar de brandweer bij een standaardbrand geen hoge concentraties van gevaarlijke stoffen verwacht (Brandweer Nederland, 2022). Dit sluit aan bij een recente studie van het RIVM, waarin wordt gesteld dat als vuistregel kan worden aangenomen dat er op meer dan 1 kilometer van het brandobject nagenoeg geen risico's meer zijn voor de volksgezondheid door de rookwolk van een brand (RIVM, 2023). Het is van belang er hierbij wel rekening mee te houden dat het uitgangspunt in het document van Brandweer Nederland het in pandig opslaan van rookgevaarlijke goederen is, en er dus geen rekening wordt gehouden met de stoffen die bij lithium-ion branden vrijkomen. Mogelijk hebben deze grotere effectafstanden tot gevolg.

- > **Afgelegen van bewoond gebied:** buiten 750 meter afstand van (zeer) kwetsbare gebouwen, locaties en/of gebieden.

Nabij bewoond gebied zijn de effecten van een uitbrandscenario op de omgeving groter dan op afstand van bewoond gebied. Zodoende adviseren wij bij de plaatsing van een lithium-ion batterijopslag rekening te houden met de afstand tot bewoond gebied. Daarnaast adviseren wij, in het verlengde van afwegingskader 1, bij opslag van losse batterijen nabij bewoond gebied een hoger niveau aan maatregelen toe te passen om te voorkomen dat een onbeheersbare brand (uitbrandscenario) ontstaat, die een grote maatschappelijke impact kan hebben.

Zoals aangegeven, kan de rook van een brand een maatschappelijke impact hebben. De beperking van die impact is noch in het Bbl, noch in het Bal of de PGS 37-2 een onderwerp van regeling. Wel kan de beperking van de maatschappelijke impact van brand worden geregeld in een omgevingsplan. Een gemeente kan in het omgevingsplan regels opnemen die zijn gericht op de beperking van de maatschappelijke impact van brand door bijvoorbeeld rookverspreiding naar (zeer) kwetsbare gebouwen of infrastructuur, bijvoorbeeld door een afstandsbepaling (van der Graaf et al., 2021).

Afwegingskader 2: Afstand tot bebouwing

Nabij bewoond gebied kan de maatschappelijke impact van een brand groter zijn dan op locaties verder van bewoond gebied. Voor de externe veiligheidsafstand zou daarom, vooruitlopend op een rekenmethodiek, een afstand van 750 meter als vuistregel kunnen worden gebruikt in relatie tot (zeer) kwetsbare gebouwen en/of gebieden. Daarnaast kunnen, om deze impact te beperken, aanvullende maatregelen worden genomen om deze batterijen brandveilig op te slaan in grote brandcompartimenten. Ook kunnen planregels worden opgesteld om afstand te creëren tussen bewoond gebied en de batterijopslag.

¹¹ Een attentiegebied is een gebied waarbij mensen buiten onvoldoende bescherming genieten tegen de impact van branden, explosies of toxische wolken.

5 Synthese

Het opslaan van lithium-ion batterijen brengt risico's met zich mee. Als de opslag van batterijen in steeds grotere brandcompartimenten plaatsvindt, nemen bij een niet te beheersen brand ook de risico's voor de omgeving steeds verder toe. Om die risico's te beperken biedt de PGS 37-2 diverse maatregelen, waaronder een maximale omvang van het brandcompartiment van 2500 m². Er worden op dit moment echter opslagen van lithium-ion batterijen in grotere compartimenten aangevraagd. Wij zien mogelijkheden om aanvullende veiligheidsmaatregelen te nemen om de veiligheid te vergroten bij de opslag van lithium-ion batterijen in brandcompartimenten groter dan 2500 m². Of deze en eventuele aanvullende maatregelen voldoende zijn om als gelijkwaardig te zien voor de maximale compartimentsgrootte van 2500 m² uit de PGS 37-2 zal sterk afhangen van de specifieke situatie en daar doen wij generiek dus geen uitspraak over in deze verkenning. Het is aan de initiatiefnemer en zijn adviseurs om te onderbouwen met welke maatregelen een gelijkwaardige mate van veiligheid als bedoeld in artikel 4.7 van de Omgevingswet/maatwerk wordt gerealiseerd. Op basis hiervan kan de initiatiefnemer het gesprek aangaan met bevoegd gezag/veiligheidsregio om te komen tot een gelijkwaardige mate van brandveiligheid/maatwerk en kan bevoegd gezag/veiligheidsregio een afweging maken of gelijkwaardigheid/maatwerk voldoende aannemelijk is gemaakt.

Voorgaande hoofdstukken hebben inzicht verschaft in de risico's die spelen bij dit soort grote batterijopslagen, in de wettelijke kaders en regelgeving die gebruikt kunnen worden en in de manier waarop thans in de praktijk met de veiligheid van dit soort opslagen wordt omgegaan. Een analyse van al deze informatie heeft geresulteerd in een twaalfstal maatregelen voor brandcompartimenten groter dan 2500 m². Deze zijn gepresenteerd in Tabel 5.1

Tabel 5.1 Overzicht maatregelen

	Bouwkundig 	Installatietechnisch 	Organisatorisch 
Voorkomen 	B2: Aanrijbeveiliging		O1: State of Charge 30% O5: Toegankelijkheid stellinggang
Beperken 	B1: Brandwerende leggers	I1: Standtijd sprinkler verlengen I3: Brandweer-aansluiting sprinkler	O1: State of Charge 30% O2: Stapelhoogte max. 1 a 2 hoog O3: Opslagvakken max 40m ² O6: Brandpropagatietest
Bestrijden 		I2: Cameratoezicht	O4: Opslaglocatie

Met deze maatregelen en een tweetal afwegingskaders, te weten de verpakking van batterij en de afstand tot bebouwing, beogen we initiatiefnemers en veiligheidsadviseurs of beoordelaars handvatten te bieden voor (het goede gesprek over) het vergroten van de veiligheid van opslag van lithium-ion batterijen in distributiecentra met brandcompartimenten groter dan 2500 m².

Referentielijst

- Bertels, M., & Hessels, T. (2022). *Cascademodel 3.0*. Retrieved from <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/06/20220516-NIPV-Cascademodel-3-0.pdf>
- Brandweer Nederland. (2018). *Omgevingsveiligheid Mensen op Buitenlocaties*. Retrieved from <https://www.datocms-assets.com/37731/1607698951-handleiding-omgevingsveiligheid-mensen-op-buitenlocaties-versie-2-1.pdf>
- Brandweer Nederland. (2022). *Handreiking Bouwstenen fysieke veiligheid voor het omgevingsplan*.
- Brandweer Nederland. (2023). Landelijk Programma Risicogerichtheid - BrandweerNederland.nl. Retrieved May 3, 2023, from <https://www.brandweernederland.nl/onderwerpen/landelijk-programma-risicogerichtheid/>
- Brandweeracademie. (2017). *Brandbestrijding voor brandpreventieadviseurs*. Arnhem: IFV. Retrieved from <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/03/20170403-BA-Brandbestrijding-voor-brandpreventieadviseurs.pdf>
- Brandweeracademie. (2018). *Maatschappelijke impact van branden*. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.
- Colella, F., Biteau, H., Ponchaut, N., Marr, K., Somandepalli, V., Horn, Q., & Long, R. (2016). Electric Vehicle Fires. In *Proceedings from the Seventh International Symposium on Tunnel Safety and Security* (pp. 629–636). Montréal.
- FAA. (2012). *2012 FAA Fire Safety Highlights*.
- Feng, X., Ouyang, M., Liu, X., Lu, L., Xia, Y., & He, X. (2018, January 1). Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review. *Energy Storage Materials*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2017.05.013>
- FM Global. (2013). *Flammability Characterization of Lithium-ion Batteries in Bulk Storage*.
- FM Global. (2016). *Development of Protection Recommendations for Li-ion Battery Bulk Storage: Sprinklered Fire Test*. Boston, MA.
- He, X., Hu, Z., Restuccia, F., Fang, J., & Rein, G. (2022). Experimental study of the effect of the state of charge on self-heating ignition of large ensembles of lithium-ion batteries in storage. *Applied Thermal Engineering*, 212, 118621. <https://doi.org/10.1016/J.APPLTHERMALENG.2022.118621>
- Hessels, T. (2022). *Infoblad energietransitie voor incidentbestrijders*. Arnhem. Retrieved from <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/09/20220621-NIPV-Infoblad-Energietransitie-voor-incidentbestrijders.pdf>
- Infomil. (n.d.-a). Opslag lithium-ion batterijen. Retrieved from <https://www.infomil.nl/%40217276/opslag-lithium-ion-batterijen/>
- Infomil. (n.d.-b). Wet Basisnet. Retrieved August 8, 2023, from <https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/rio/aanpassingen-per-wet/wabo/virtuele-map/wet-basisnet/>
- Inspectie Leefomgeving en Transport. (n.d.). Lithiumbatterijen | Gevaarlijke stoffen luchtvaart | Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). Retrieved July 31, 2023, from <https://www.ilent.nl/onderwerpen/gevaarlijke-stoffen-luchtvaart/lithium-batterijen>
- Instituut Fysieke Veiligheid. (2021). *Onderzoek dompelcontainers*. Arnhem. Retrieved from www.ifv.nl
- Larsson, F. (2017). *Lithium-ion battery safety: assessment by abuse testing, fluoride gas emissions and fire propagation*. Chalmers university of technology.
- LEC IV. (2023). Lithiumhoudende energiedragers en blussystemen. Retrieved from <https://nipv.nl/blog/lithiumhoudende-energiedragers-en-blussystemen/>
- Lepelaar, S., Meijer, M., & Van den Berg, M. (2019). *Handreiking Opslag Li-ion energiedragers (accu's en batterijen)*.
- NIPV. (2023). Brand in opslag van Li-ion accu's - Scenarioboeken. Retrieved August 28, 2023, from <https://scenarioboeken.nipv.nl/brand-in-opslag-van-li-ion-accus/>

- Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. (n.d.). Homepage Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. Retrieved from <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/>
- Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. (2023). PGS 37-2. Retrieved from <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/online/pgs-37-2/>
- Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. (2024). Beoordeling gelijkwaardigheid PGS-maatregelen. Retrieved from <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/online/handreiking/beoordeling-gelijkwaardigheid-pgs-maatregelen/definitief#top>
- Rosmuller, N., van der Graaf, P., & Hessels, T. (2021). *Brandveiligheid van parkeergarages met elektrisch aangedreven voertuigen*. Arnhem: IFV. Retrieved from <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/03/20210715-IFV-Brandveiligheid-parkeergarages-met-elektrisch-aangedreven-voertuigen-v2021.pdf>
- Royal Haskoning DHV. (2021). *Verkenning regelgeving veiligheid batterijen*.
- Stibat. (n.d.). Lege batterijen veilig in huis bewaren. Retrieved February 15, 2023, from <https://www.legebatterijen.nl/alles-over-batterijen/lege-batterijen-veilig-in-huis-bewaren/>
- Sun, P., Bisschop, R., Niu, H., & Huang, X. (2020). *A Review of Battery Fires in Electric Vehicles*. *Fire Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>
- van der Graaf, P., de Witte, L., van Egmond, H., & Huijzer, J. (2021). *Omgevingsplanregels ter beperking van de maatschappelijke impact van brand*. IFV. Retrieved from www.ifv.nl

Bijlage 1: Leden Begeleidingscommissie

De begeleidingscommissie van dit project bestond uit de volgende leden:

- > Joop van der Steen - Brandweer Nederland, programma Veilige Energietransitie
- > Geerlof Bijsterbosch - Brandweer Nederland, vakgroep Milieu en Industrie
- > Jeroen Keyser - Brandweer Nederland, vakgroep Omgevingsveiligheid
- > Jan Meinster - Landelijk Expertisecentrum Industriële Veiligheid
- > Hans Severstern - Verbond van Verzekeraars
- > Cees Pille - Transport en Logistiek Nederland
- > Pascal Smetzers - Evofenedex
- > Roy Ummenthum - Landelijk Platform Veilige Leefomgeving
- > Kerstin Probst - Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied
- > Jeroen Saarloos – DCMR.

Naast de leden van de begeleidingscommissie hebben Johan van der Graaf (NIPV) en Frank Lelieveld (VRR) een belangrijke bijdrage geleverd aan de inhoudelijke ondersteuning van de begeleidingscommissie en daarmee de afronding van deze rapportage.

Vanuit Brandweer Nederland en het LEC IV, te weten Geerlof Bijsterbosch, Jan Meinster, Jeroen Keyser, Joop van der Steen en Roy Ummenthum, is een reactie gegeven op deze verkenning:

Het verkenningsrapport zoals het er nu ligt laat zien dat de opslag (groter dan 2500 m²) van lithium-ion batterijen niet zondermeer mogelijk is. Daar zijn we als veiligheidsregio's en Brandweer Nederland blij mee.

Een toelichting daarbij:

Opslag van goederen en zeker gevaarlijke stoffen is een milieubelastende activiteit (mba). Bij mba's moeten BBT-richtlijnen in acht worden genomen. In Nederland zijn de meeste PGS'en aangewezen als BBT. Afwijking daarvan, zowel door de aanvrager als de vergunningverlener, kan/mag alleen onder bijzondere omstandigheden en goed gemotiveerd. Hierbij mag gebruik worden gemaakt van het gelijkwaardigheidsprincipe, waarbij de te realiseren situatie ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau moet waarborgen. Dit is dus specifiek maatwerk en kan geen generieke oplossing zijn want dan stond hij wel in de PGS. Hoewel PGS 37-2 die gaat over batterij opslag nog niet als BBT is aangewezen en niet is verankerd in het Bal heeft het ministerie al wel aangegeven dat de PGS 37-2 als zodanig alvast mag worden gebruikt op basis van de zorgplicht. In het rapport staat niet waarom/ hoe met de voorgestelde maatregelen de brand even bestrijdbaar is én geen groter effect heeft op de omgeving, als een maximaal oppervlakte van 2500 m². Voor de veiligheidsregio's/brandweer is het beheersen en bestrijden van dit soort branden lastig of onmogelijk. Grotere branden leiden tot grotere en langdurigere maatschappelijke impact en kunnen wij onderverdelen in vier (sub)categorieën:

1. Rookoverlast voor omwonenden:

Gevolgen kunnen zijn o.a. : irritatie van de ogen en de luchtwegen, ook het zicht belemmeren en leiden tot roetaanslag en stank die nog lang kan blijven hangen, rookoverlast kan zorgen dat bewoners in een dorp of woonwijk (langdurig) ramen en deuren gesloten moeten houden;

2. Economische schade:

Gevolgen kunnen zijn o.a.: Branden kunnen op verschillende manieren leiden tot congestie van verkeer en beperking in de bedrijfsvoering bij bedrijven;

3. Schade aan collectieve voorzieningen:

Gevolgen kunnen zijn o.a. : Onderwijs en gezondheidszorg zijn collectieve voorzieningen, net als telecommunicatie, elektriciteit en andere nutsvoorzieningen. Wanneer scholen of ziekenhuizen als gevolg van brand niet meer normaal kunnen functioneren, of wanneer telefoonverkeer of elektriciteitsvoorziening uitvalt, worden deze collectieve voorzieningen aangetast en is er dus sprake van een maatschappelijke impact;

4. Inbreuk op waarden:

Gevolgen kunnen zijn o.a. : De inbreuk op bepaalde diep gekoesterde waarden, zoals de veiligheid en het welzijn van dieren en de waarde van cultureel erfgoed, is meer en groter dan puur economisch.

De brandweer zal bij brand in een opslag van lithium-ion batterijen, net als bij veel andere branden, een defensieve bestrijdingstactiek toepassen aan de buitenzijde van de opslag. Het betreden van een opslagruimte waarin brand woedt past niet in die tactiek zo lang er geen redding hoeft plaats te vinden. Als brandweer richten wij ons op drie doelen bij de defensieve bestrijdingstactiek:

- 1. het voorkomen van uitbreiding naar belendingen;*
- 2. het voorkomen van milieuschade;*
- 3. het beperken van de effecten van rook.*

Omdat een brand in opslag met lithium-ion energiedragers volgens de brandweer niet beheersbaar is zal in veel gevallen de opslagruimte afbranden.

Hoe dan ook kan het verkenningrapport een bijdrage leveren aan het gesprek tussen bedrijf, bevoegd gezag en veiligheidsregio. In de basis is onze suggestie: zorg voor kleinere brandcompartimenten. Dit beperkt de risico's op onbeheersbare, langdurige en overlast gevende branden. Dit is bovendien beter voor de bedrijfscontinuïteit van het bedrijf.

Tot slot willen wij graag de volgende gedachte uit het rapport onderschrijven: "Deze verkenning doet geen uitspraken of een voldoende veilige opslag van lithium-ion energiedragers in compartimenten groter dan 2500 m² mogelijk is. Deze beoordeling is namelijk maatwerk en sterk afhankelijk van de specifieke situatie."

Bijlage 2: Regelgeving opslag lithium-ion batterijen

In deze bijlage is op basis van het rapport *Verkenning regelgeving veiligheid batterijen* (Royal Haskoning DHV, 2021) een analyse gemaakt van regelgeving die raakvlakken heeft met de opslag van lithium-ion batterijen. Waar nodig geactualiseerd in verband met gewijzigde wet- en regelgeving per 1 januari 2024. De bijlage is opgedeeld twee paragrafen: de Europese wet- en regelgeving en Nederlandse- wet en regelgeving. Daarbij wordt per relevant(e) wet of wetsartikel geanalyseerd hoe deze wet of dit wetsartikel kan bijdragen aan een veilige opslag van batterijen.

B2.1 Europese wet- en regelgeving

In deze paragraaf worden de geldende Europese regelgeving gepresenteerd volgens een vaste structuur: eerst wordt de gehele naam van regelgeving genoemd, waarna een korte analyse wordt uitgevoerd van de inhoud van de regelgeving.

B2.1.1 Richtlijn 2006/66/EG

RICHTLIJN 2006/66/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 6 september 2006 inzake batterijen en accu's, alsook afgedankte batterijen en accu's en tot intrekking van Richtlijn 91/157/EEG

Analyse

Deze richtlijn stelt vooral eisen met een milieudoelstelling zoals het verbod op bepaalde stoffen, de terugneembaarheid en recycling. In Nederland is de richtlijn in de afvalstoffenwetgeving omgezet (Royal Haskoning DHV, 2021). De analyse van de afvalstoffenwetgeving gaat hier verder op in.

B2.1.2 Richtlijn 2001/95/EG

RICHTLIJN 2001/95/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 3 december 2001 inzake algemene productveiligheid

Analyse

De algemene veiligheidsbepalingen uit de Europese Richtlijn productveiligheid bepalen dat de producenten uitsluitend veilige producten op de Europese markt mogen brengen. Specifieke eisen met betrekking tot productveiligheid zijn echter niet geïmplementeerd binnen Nederland (Royal Haskoning DHV, 2021). De analyse van de Algemene Warenwet hieronder gaat hier verder op in. Er zijn dus momenteel nog geen specifieke Europese of landelijke normen vastgesteld die ingaan op de productveiligheid van lithium-ion batterijen.

B2.1.3 Toekomst Batterijenverordening

Analyse

Binnen Europa zijn de batterijen een strategische markt geworden. Op 9 december 2022 hebben het Parlement en de Raad een voorlopig akkoord bereikt om de regels inzake batterijen te herzien. Dit moet ervoor zorgen dat batterijen duurzamer zijn en langer

meegaan. Zodra de nieuwe regels formeel door beide instellingen zijn goedgekeurd, treden ze direct in werking.

De huidige Europese wetgeving gaat momenteel vooral in op productveiligheid bij het inzamelen en hergebruiken van batterijen die niet meer werken en de vervoersveiligheid. De inname van batterijen met (brand)schade met mogelijke herontsteking is niet geregeld bij wet. Mocht de Europese regelgeving een hoger ambitieniveau gaan aanhouden zoals is voorgesteld door de commissie, dan zal er normering komen over de gehele levenscyclus van batterijen. De voorgestelde verordening zal de problemen die inherent zijn aan de huidige situatie ondervangen; zij zal namelijk:

- > de werking van de interne markt verbeteren
- > de milieueffecten, waaronder de broeikasgasemissies, beperken en de ecologische en sociale risico's terugdringen. Het voorkomen van kinderarbeid en conflictfinanciering zijn hier voorbeelden van.

Daarnaast zal de verordening een aantal belangrijke indirecte voordelen met zich meebrengen in de vorm van nieuwe banen in de productie- en recyclingsector voor lithium-ion batterijen. Productregels gaan in de nieuwe Batterijenverordening veel uitgebreider worden dan in de huidige Batterijenrichtlijn. De huidige Batterijenrichtlijn kent geen specifieke eisen betreffende veiligheid bij inzameling, verwerking en recycling van afgedankte batterijen. Ook stelt de huidige richtlijn geen veiligheidseisen voor refurbished batterijen. De nieuwe richtlijn stelt echter als eis dat er gerecycled dient te worden volgens de Europese wetgeving op het gebied van gezondheid, veiligheid en afvalbeheer. Ook eist de richtlijn dat producenten in de lidstaten een inzamelingssysteem opzetten. In tegenstelling tot de voorgestelde Batterijenverordening is het in de huidige situatie, wanneer er geen levensvatbare eindmarkt is, nog wel toegestaan om draagbare accu's en batterijen die cadmium, kwik of lood bevatten te storten of ondergronds op te slaan. Gezien de negatieve gevolgen voor het milieu en de omgeving is dat in de nieuwe verordening uitgesloten. Dat geldt uiteraard pas vanaf het moment dat de verordening van kracht is.

De opslag en overslag van batterijen met (brand)schade met kans op mogelijke herontsteking of op thermal runaway is niet geregeld in de huidige en nieuwe Europese wetgeving. De nationale overheden dienen hier zelf invulling aan te geven. Uiteraard zal een Europees wettelijk verankerd hoog productveiligheidsniveau direct of indirect een positieve invloed hebben op de tussenliggende op- en overslag van lithium-ionbatterijen.

B2.2 Nederlandse wet- en regelgeving

In deze paragraaf wordt de geldende Nederlandse wet- en regelgeving besproken. Achtereenvolgens wordt ingegaan op de warenwet, de Omgevingswet, het Besluit bouwwerken leefomgeving, de wet veiligheidsregio's, het besluit brandveilig gebruik en basishulpverlening, het besluit activiteiten leefomgeving, de vervoersregelgeving en PGS 37-2.

Eerst wordt de kern van de betreffende regelgeving en, waar nodig, de gehele naam van regelgeving genoemd of het relevante artikel gepresenteerd. Daarna wordt een analyse gegeven van deze regelgeving. Vervolgens wordt per onderdeel van de regelgeving

aangegeven hoe het kan worden meegenomen in dit onderzoek naar de brandveilige grootschalige opslag van batterijen.

B2.2.1 Warenwet

De Warenwet regelt met bijbehorende besluiten en regeling dat een product de gezondheid en veiligheid van consumenten niet in gevaar mag brengen. De Warenwet geldt voor alle producten die consumenten gebruiken, zowel levensmiddelen als niet-levensmiddelen. De Warenwet geeft algemene regels over:

- > volksgezondheid
- > veiligheid van producten
- > eerlijke handel
- > goede voorlichting.

Artikel 18: Onverminderd het bij of krachtens de voorgaande artikelen bepaalde is het verboden: waren, niet zijnde eet en drinkwaren, te verhandelen waarvan degene die deze waren verhandelt, weet of redelijkerwijs moet vermoeden dat zij bij het gezien hun bestemming te verwachten gebruik bijzondere gevaren kunnen opleveren voor de veiligheid of gezondheid van de mens, of indien het technische voortbrengselen betreft, tevens voor de veiligheid van zaken;

Analyse

Dit specifieke verbodsartikel regelt dat bedrijven die handelen in lithium-ion batterijen die gevaren kunnen opleveren zoals een thermal runaway, deze niet mogen verhandelen. In de toelichting van de wet wordt aangegeven dat wanneer het om het vermoeden van het in gevaar brengen van veiligheid gaat, de toezichthoudende overheid kan optreden tegen een product, ook indien (en voor zover) het voldoet aan voornoemde nationale normen (artikel 4, vierde lid). Dit kan noodzakelijk zijn als zou blijken dat de geharmoniseerde Europese norm bepaalde risico's niet of onvoldoende afdekt.¹² Een overheid zal echter goed beslagen ten ijs moeten komen om (voor de rechter) aannemelijk te maken dat een product dat in overeenstemming is met normen toch als onveilig moet worden beschouwd. Een lidstaat die in bovengenoemde zin optreedt tegen een product, zal aan de Europese Commissie onderbouwd moeten aangeven waar de norm(en) in kwestie tekortschieten.

B2.2.2 Omgevingswet

De Omgevingswet richt zich op het bereiken en in stand houden van een veilige en gezonde fysieke leefomgeving en een goede omgevingskwaliteit (vastgelegd in artikel 1.3). In de Omgevingswet worden het Besluit bouwwerken leefomgeving aangestuurd (Bbl) met daarin voorschriften waaraan alle bouwwerken in Nederland tenminste moeten voldoen alsmede het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) met daarin voorschriften die zich onder andere richten op het waarborgen van de veiligheid en het beschermen van het milieu.

Met betrekking tot het bieden van een juridisch kader voor veiligheid en gezondheid is vooral de zorgplicht in afdeling 1.3 van belang met daarin artikel 1.6 en artikel 1.7. Deze artikelen luiden als volgt:

¹² Een norm is immers altijd een momentopname van een veiligheidsniveau uitgaande van de bij het vaststellen van de norm voorhanden zijnde stand van de techniek. Niet elke uitkomst van een dergelijk overleg zal naar tevredenheid van een (toezichthoudende) overheid hoeven te zijn.

Artikel 1.6 (zorgplicht voor een ieder):

Een ieder draagt voldoende zorg voor de fysieke leefomgeving.

Artikel 1.7 (activiteiten met nadelige gevolgen)

Een ieder die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat zijn activiteit nadelige gevolgen kan hebben voor de fysieke leefomgeving, is verplicht:

- a. alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevraagd om die gevolgen te voorkomen,*
- b. voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen: die gevolgen zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken,*
- c. als die gevolgen onvoldoende kunnen worden beperkt: die activiteit achterwege te laten voor zover dat redelijkerwijs van hem kan worden gevraagd.*

Analyse

Aan de zorgplicht kan doorgaans worden voldaan door te voldoen aan de voorschriften die zijn gegeven in de besluiten die zijn aangestuurd door de Omgevingswet (o.a. Besluit bouwwerken leefomgeving en Besluit activiteiten leefomgeving).

Wanneer echter aantoonbaar kan worden gemaakt dat er een gevaar ontstaat door de opslag van lithium-ion batterijen, kan het bevoegd gezag de eigenaar van het object op basis van de zorgplicht in de Omgevingswet of onderliggende besluiten maatregelen opleggen om het gevaar weg te nemen.

B2.2.3 Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)

Het Besluit bouwwerken leefomgeving bevat voorschriften voor veiligheid, gezondheid, duurzaamheid, bruikbaarheid, toegankelijkheid en bouwwerkinstallaties. De voorschriften uit het oogpunt van veiligheid richten zich onder andere op de constructieve veiligheid, gebruiksveiligheid, brandveiligheid en sociale veiligheid.

- > De constructieve voorschriften moeten ervoor zorgen dat een bouwwerk niet geheel of gedeeltelijk instort of omvalt door de werkende krachten binnen het bouwwerk. Dit gaat voornamelijk over de sterkte en stabiliteit van het bouwwerk, en geldt ook in bijzondere of extreme situaties zoals explosies of overstromingen.
- > De gebruiksveiligheid heeft voornamelijk als doel om ongevallen binnen een bouwwerk zo veel mogelijk te voorkomen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een minimum hoogte voor een hekje, om ervoor te zorgen dat iemand niet zomaar naar beneden kan vallen. Deze eisen hebben vooral betrekking op afscheidingen bij randen en vloeren, en de afscheidingen zelf. Andere voorbeelden zijn trappen, hellingbanen of de posities van ramen en deuren zodat vluchtroutes veilig gebruikt kunnen worden.
- > De brandveiligheidsvoorschriften hebben alleen betrekking op de bouwkundige aspecten en hebben onderstaande doelen:
 - brandgevaarlijke situaties voorkomen
 - ontwikkeling van brand beperken
 - uitbreiding van de brand beperken
 - verspreiding van rook beperken
 - ontstaan van rook beperken
 - uit een gebouw op veilige wijze kunnen vluchten of gered worden
 - beperken van ongevallen bij brand.

De brandveiligheid van een gebouw wordt niet alleen bepaald door de bouwkundige eisen, maar ook door gebruiksbepalingen. Deze hebben onder andere betrekking op de bereikbaarheid voor brandweervoertuigen, beschikbaarheid van bluswater, aanwezigheid van brandmelders, en de restrisico's met betrekking tot brandgevaar en ontwikkeling van brand.

Artikel 6.4 (specifieke zorgplicht: brandveilig gebruik van bouwwerken).

Degene die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat als gevolg van het gebruik een van de volgende situaties kan ontstaan, is verplicht alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs kunnen worden gevraagd om te voorkomen dat:

- a. brandgevaar wordt veroorzaakt;*
- b. bij brand een gevaarlijke situatie wordt veroorzaakt;*
- c. de melding van, alarmering bij of bestrijding van brand wordt belemmerd;*
- d. het gebruik van vluchtmogelijkheden bij brand wordt belemmerd;*
- e. het redden van personen of dieren bij brand wordt belemmerd; en*
- f. er op een andere manier gevaar voor de brandveiligheid ontstaat of voortduurt.*

Analyse

Bbl bevat in artikel 6.4 een zorgplichtbepaling over het brandveilig gebruik waarin niet is voorzien door de andere voorschriften van het Bouwbesluit.

In de Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers is aangegeven dat het artikel als handvat kan dienen voor de beoordeling of wordt voldaan aan de brandveiligheidseisen uit het Bbl en kan worden gebruikt bij de invulling van de handhavingsbevoegdheid in relatie tot 6.4 van het Bbl (grotendeels het voormalige artikel 7.10 Bouwbesluit 2012) (Royal Haskoning DHV, 2021). Indien er brandgevaar wordt veroorzaakt met de opslag van lithium-ion batterijen en dit kan worden vastgesteld, dan kan op basis van het zorgplichtartikel een advies worden gegeven door de veiligheidsregio op bestrijdbaarheid en zelfredzaamheid.

De zorgplicht binnen het toekomstig Besluit bouwwerken leefomgeving is terug te vinden in de artikelen 2.6, 3.5, 3.6, 3.6a, 3.7, 4.5, 4.6, 4.7, 5.3, 5.3a, 6.4, 6.5, 7.4 en 7.5.

B2.2.4 Wet veiligheidsregio's

Bij wet is geregeld dat het bestuur van een veiligheidsregio verantwoordelijk is voor het instellen en in stand houden van de brandweer, de GHOR, de voorbereiding op branden en het organiseren van de rampenbestrijding en crisesbeheersing, zodat burgers beter beschermd worden tegen de risico's van brand, rampen en crises.

Analyse

De studie van Royal Haskoning DHV zegt over de Wet veiligheidsregio's in relatie tot de opslag van lithium-ion batterijen: "De veiligheidsregio's hebben een aantal wettelijke adviestaken, waaronder adviseren over de verantwoording van het groepsrisico op grond van het Bevi bij omgevingsvergunningen milieu en ruimtelijke plannen (artikelen 12 en 13 Bevi) en het adviseren over ontplofbare stoffen in het kader van een aanvraag om een omgevingsvergunning milieu (artikel 6.3 Bor). De Veiligheidsregio's hebben op grond van artikel 10, lid b, van de Wet op de veiligheidsregio's ("Wvvr") tot taak om overheden te adviseren over de risico's van branden, rampen en crises indien dat in de wet- en regelgeving bepaald is (wettelijke adviestaken), of in de gevallen die in het beleidsplan van

de veiligheidsregio zijn bepaald (niet-wettelijke adviestaken). Daarnaast is in artikel 25 Wvvr als taak opgenomen: het adviseren van andere overheden en organisaties op het gebied van brandpreventie, brandbestrijding en het voorkomen, beperken en bestrijden van ongevallen met gevaarlijke stoffen. Gelet op het vorenstaande geven de veiligheidsregio's advies aan onder meer het bevoegd gezag over (brand-)veiligheidsaspecten op het gebied van bouw, milieu, brandveilig gebruik etc. onder andere ten behoeve van omgevingsvergunningen, ruimtelijke ontwikkelingen, visies en plannen, (landelijke) richtlijnen, beleidsregels en handreikingen. Het kan gaan om nieuwe ontwikkelingen waar nog geen toereikende regelgeving voor bestaat (bijv. EOS en installaties van alternatieve energiebronnen)" (Royal Haskoning DHV, 2021, p. 34).

Indien er aantoonbaar brandgevaar wordt veroorzaakt met de opslag van lithium-ion batterijen en dit kan worden vastgesteld, dan kan op basis van het zorgplichtartikel bij brand een gevraagd of ongevraagd advies worden gegeven door de veiligheidsregio. Wel dienen het risico en de mogelijke effecten op basis van onderzoek, incidenten of expert judgement te worden onderbouwd.

B2.2.5 Besluit brandveilig gebruik en basishulpverlening overige plaatsen

Het betreffende besluit geeft regels over het brandveilig gebruik over voor mensen toegankelijke plaatsen, voor zover daarin niet bij of krachtens enige andere wet is voorzien. Tevens bevat dit besluit regels over de basishulpverlening op die plaatsen. De grondslag voor dit besluit is artikel 3, derde lid, van de Wet veiligheidsregio's.

Artikel 6.1. Belemmeringen en hinder

Deze verbodsbepaling («kapstokartikel») heeft betrekking op brandveilig gebruik waarin niet is voorzien door de andere voorschriften van dit besluit. Hiermee heeft het bevoegd gezag een mogelijkheid om in een specifiek geval in te grijpen, óók indien het gebruik op zich voldoet aan de voorschriften van dit besluit.

Onverminderd het bij of krachtens dit besluit bepaalde is het verboden in, op, aan of nabij een plaats voorwerpen of stoffen te plaatsen, te werpen of te hebben, handelingen te verrichten of na te laten, werktuigen, middelen of voorzieningen te gebruiken of niet te gebruiken of anderszins belemmeringen op te werpen of hinder te veroorzaken waardoor:

- a.brandgevaar wordt veroorzaakt;*
- b.bij brand een gevaarlijke situatie wordt veroorzaakt;*
- c.melding van, alarmering bij of bestrijding van brand wordt belemmerd;*
- d.het gebruik van vluchtmogelijkheden bij brand wordt belemmerd, of*
- e.het redden van personen of dieren bij brand wordt belemmerd.*

Analyse

Indien er aantoonbaar kan worden vastgesteld dat een gevaarstelling (dus brandgevaar) wordt veroorzaakt door de opslag van lithium-ion batterijen, dan kan op basis van het zorgplichtartikel bij brand een gevraagd of ongevraagd advies worden gegeven door de veiligheidsregio aan de eigenaar, gebruiker en het bevoegd gezag. Daarmee sluit deze aanbeveling aan bij de artikelen uit de Wet veiligheidsregio's.

B2.2.6 Vervoersregelgeving

De Wet vervoer gevaarlijke stoffen (Wvgs) is een vervoerswetgeving en bevat regels voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. De Wvgs is een integrale kaderwet en heeft als doel het

bevorderen van de openbare veiligheid bij het vervoer van gevaarlijke stoffen. Daarnaast valt onder de vervoersregelgeving ook de Wet basisnet. Deze Wet heeft als doel een evenwicht te creëren tussen de belangen van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de hoofdwegen, binnenwateren en de hoofdspoorwegen, de fysieke ruimtelijke en bebouwde omgeving en de veiligheid van omwonenden.

Analyse

Gevaarlijke stoffen vervoeren is risicovol. Om gevaarlijke stoffen te vervoeren moeten vervoerders zich houden aan veiligheidseisen. Transportroutes en de omgeving rond de transportroutes moeten eveneens aan speciale eisen voldoen. Het Basisnet maakt dat de risico's voor omwonenden van een 'acceptabel niveau' zijn. In 2015 is de wijzigingswet vervoer gevaarlijke stoffen in werking getreden (Wet basisnet) (Infomil, n.d.-b). De Wet basisnet voegt een nieuw hoofdstuk toe aan de Wet vervoer gevaarlijke stoffen. Deze toevoeging omvat regels voor het vaststellen van het maximaal toegestane risico door het vervoer van gevaarlijke stoffen. Het Basisnet stelt verder regels aan het vaststellen en beheersen van de risico's voor het vervoer van gevaarlijke stoffen (vervoerskant).

'Binnen internationale Handelsverdragen en in het bijzonder de Europese Unie is het vrij verkeer van personen, goederen en diensten een belangrijk uitgangspunt'.

Het betreffende uitgangspunt heeft geresulteerd in een vergaande mate van harmonisering van regels over goederenvervoer, waaronder het transport van gevaarlijke stoffen ook valt, door de EU landen. Nationaal is vervoer van gevaarlijke stoffen verder geborgd in de Wet vervoer gevaarlijke stoffen en Wet luchtvaart. In het onderstaand overzicht is per vervoersmodaliteit aangegeven welk internationaal- en nationaalrecht van toepassing is. (Royal Haskoning DHV, 2021).

Vervoer	Europese regelgeving	Nationaal recht
Weg	ADR	Wet vervoer gevaarlijke stoffen Wet Basisnet
Spoor	RID	Wet vervoer gevaarlijke stoffen Wet Basisnet
Zeevaart	IMDG-Code	Wet vervoer gevaarlijke stoffen
Luchtvaart	Luchtvaart ICAO (Annex 18 & TI)	Wet luchtvaart
Binnenvaart	ADN	Wet vervoer gevaarlijke stoffen Wet basisnet

Bron: Royal Haskoning DHV, 2021, p.5.

De transportregelgeving stelt regels over alle productfasen van lithium-ionbatterijen om de veiligheid tijdens het vervoer zo goed mogelijk te kunnen waarborgen en escalatie van een voorval te voorkomen. De te vervoeren batterijen moeten altijd worden getest volgens het 'UN Handboek beproevingen en criteria, deel III, subsectie 38.3'. De lithium-ion batterijen worden getest op het gebied van hitte, trilling, schokken, kortsluiting, impact, overlading en geforceerde ontlading. Indien lithium-ion batterijen beschadigd of defect zijn, dan dient men de (vervoers)verpakkingsinstructie te gebruiken die de meeste bescherming biedt, de zogenaamde bergingsbepakking. Deze retourverpakkingen dienen volgens de verpakkingsregel P908 een binnen- of buitenverpakking te bezitten. Deze dient lek dicht te

zijn. Daarnaast dient ieder(e) batterij, of apparaat met batterij, individueel omsloten te zijn met niet-brandbaar en niet-geleidend schokabsorberend isolatiemateriaal. Ook dient de verpakking getest te zijn op het voorkomen van warmteontwikkeling. Indien niet kan worden voldaan aan de verpakkingsregeling P908 dan dient er toestemming te worden aangevraagd bij de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). Deze verleent de toestemming namens de minister van Infrastructuur en Waterstaat.

Verpakkingen zoals containers, vaten of koffers dienen hermetisch afgesloten te zijn met een overdrukventiel. Voor grotere hoeveelheden of zware batterijen kunnen ook IBC's (Intermediate Bulk Container) met dezelfde verpakkingseisen ingezet worden. Deze verpakkingen dienen in alle gevallen UN-gekeurd te zijn conform verpakkingsgroep II voor gevaarlijke stoffen. In bijzondere gevallen zijn er regels gesteld die het vervoer door absolute of relatieve verboden beperken of niet toestaan. Denk hierbij over het transport van de lithium-ion batterijen door de lucht, over water of door tunnels. (Royal Haskoning DHV, 2021).

Afhankelijk van het type lithiumcel of -batterij en de toepassing worden deze ingedeeld in een van de onderstaande UN-nummers:

UN3166 Voertuig met brandstofcel, door brandbare vloeistof aangedreven

UN3171 Apparaat of voertuig met accuvoeding

UN3090 Batterijen met metallisch lithium

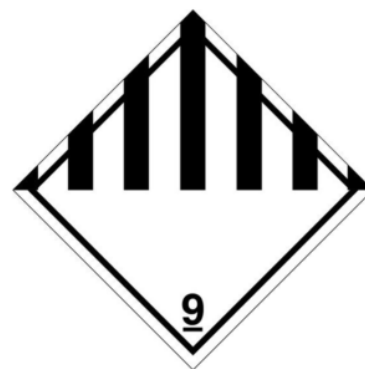
UN3091 Batterijen met metallisch lithium in/verpakt met apparatuur

UN3480 Lithium-Ion-batterijen

UN3481 Lithium-Ion-batterijen in/verpakt met apparatuur

UN3536 Lithiumbatterijen ingebouwd in laadeenheid.

Iedere zending moet voorzien zijn van een lithium-ion batterijsticker waarop het UN-nummer wordt weergegeven voorafgegaan door de letters 'UN'. Bij lithium-ion cellen of batterijen is dit UN 3480. Indien de cellen of batterijen zijn opgenomen in of verpakt met apparatuur dan moet het UN-nummer 3481 vermeld worden.



Afbeelding B2.1 Links: UN3480 lithium-ion batterijmarkering (kleine verpakking), rechts: Class 9 ADR transport

Opladbare lithium-ion batterijen, niet-opladbare lithium(-metaal) batterijen en -cellen en lithium-hydridecellen en -batterijen zijn gevaarlijke stoffen als ze door de lucht, over de weg, over het spoor of over het water worden vervoerd. Indien deze lithiumbatterijen en -cellen zijn ingedeeld in vervoerklasse 9 moet de opslag hiervan voldoen aan de eisen van PGS 37-2 (Inspectie Leefomgeving en Transport, n.d.).

B2.2.7 Arbeidsomstandighedenbesluit

Artikel 3.5g. Gevaar voor verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand of explosie

1. Indien kan worden vermoed dat de atmosfeer op een plaats of in een ruimte in zodanige mate stoffen bevat dat daardoor gevaar bestaat voor verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand of explosie, mag de werknemer zich alleen bevinden op die plaats of in die ruimte indien uit onderzoek blijkt dat het gevaar niet aanwezig is.

2. Indien uit het onderzoek, bedoeld in het eerste lid, blijkt dat gevaar voor verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand of explosie aanwezig is, worden doeltreffende maatregelen genomen, zodat de werknemer zich zonder gevaren op die plaats of in die ruimte, bedoeld in het eerste lid, kan bevinden.

3. Er is in ieder geval sprake van:

- a. gevaar voor verstikking indien de atmosfeer minder dan 18 volumeprocent zuurstof bevat;*
- b. gevaar voor bedwelming of vergiftiging indien de concentratie van de betreffende stoffen in de atmosfeer hoger is dan de grenswaarden, bedoeld in artikel 4.3;*
- c. gevaar voor brand of explosie indien in de atmosfeer de concentratie van zuurstof hoger is dan 21 volumeprocent of de concentratie van brandbare gassen of dampen hoger is dan 10 volumeprocent van de onderste explosiegrens.*

4. Indien het niet mogelijk is om de maatregelen, bedoeld in het tweede lid, te nemen en het noodzakelijk is om zich in de gevaarlijke atmosfeer, bedoeld in het eerste lid, te begeven, dan wordt de werknemer permanent geobserveerd en worden doeltreffende maatregelen genomen om deze werknemer:

- a. te beschermen tegen het gevaar, bedoeld in het tweede lid;*
- b. bij direct gevaar onmiddellijk op doeltreffende wijze hulp te bieden.*

Artikel 5

1. Bij het voeren van het arbeidsomstandighedenbeleid legt de werkgever in een inventarisatie en evaluatie schriftelijk vast welke risico's de arbeid voor de werknemers met zich brengt. Deze risico-inventarisatie en -evaluatie bevat tevens een beschrijving van de gevaren en de risico-beperkende maatregelen en de risico's voor bijzondere categorieën van werknemers.

2. In de risico-inventarisatie en -evaluatie wordt aandacht besteed aan de toegang van werknemers tot een deskundige werknemer of persoon, bedoeld in de artikelen 13 en 14, of de arbodienst.

3. Een plan van aanpak, waarin is aangegeven welke maatregelen zullen worden genomen in verband met de bedoelde risico's en de samenhang daartussen, een en ander overeenkomstig artikel 3, maakt deel uit van de risico-inventarisatie en -evaluatie. In het plan van aanpak wordt tevens aangegeven binnen welke termijn deze maatregelen zullen worden genomen.

4. De risico-inventarisatie en -evaluatie wordt aangepast zo dikwijls als de daarmee opgedane ervaring, gewijzigde werkmethoden of werkomstandigheden of de stand van de wetenschap en professionele dienstverlening daartoe aanleiding geven.

5. Indien de werkgever arbeid doet verrichten door een werknemer die hem ter beschikking wordt gesteld, verstrekt hij tijdig voor de aanvang van de werkzaamheden aan degene, die de werknemer ter beschikking stelt, de beschrijving uit de risico-inventarisatie en -evaluatie van de gevaren en risicobeperkende maatregelen en van de risico's voor de werknemer op de in te nemen arbeidsplaats, opdat diegene deze beschrijving verstrekt aan de betrokken werknemer.

6. De werkgever zorgt ervoor dat iedere werknemer kennis kan nemen van de risico-inventarisatie en -evaluatie.

Bijlage 3: Casussen

Casus 1: Arvato Heijen

Geïnterviewde partijen

De volgende partijen zijn geïnterviewd:

- > Arvato – afdeling Health, Safety & Environment, interviewdatum 20-01-2023
- > Veiligheidsregio Limburg-Noord – Adviseur Industriële Veiligheid, interviewdatum 26-01-2023

Met het bevoegd gezag, de gemeente Gennep, is meermaals contact gezocht, maar dit heeft niet geresulteerd in een interview. Wel is per e-mail door het bevoegd gezag het volgende aangegeven: “(..) niet de inhoudelijke kennis hiervoor in huis en zijn afhankelijk van externe. Dat is voor ons de veiligheidsregio (...).”

Locatiekenmerken

Het betreft een logistiek centrum met zestiental modules (brandcompartimenten) met een totaaloppervlakte van 187.164m². De batterijen liggen hoofdzakelijk opgeslagen in twee van de compartimenten en beperkt in enkele andere compartimenten. Deze compartimenten kennen een wisselend vloeroppervlakte van ten minste 10.000m². Het opgeslagen goed betreft diverse soorten tech- en healthcareproducten, waarvan enkele duizenden tonnen losse batterijen en batterijen in producten zijn.

Verkregen informatie

De volgende informatie is verkregen over de opslag van lithium-ion batterijen binnen het object:

Tabel B3.1 Verkregen informatie Arvato Heijen

Indicatoren	Brandweer	Bevoegd gezag	Initiatiefnemer
Wettelijke kaders	- Uitgangspunt niet afwijken van PGS37-2 - Bouwbesluit	-	- Bedrijf is BEVI-inrichting - FM 8.1 norm voor sprinkler
Doelstelling(en)		-	Beheersbaar houden van brand in stelling
Bouwkundige maatregelen	- Bouwkundig compartimenteren (wand optrekken inclusief bijbehorende detaillering) tot 2500 m ² - Interne veiligheidsafstanden	-	- Vloeistofkerende vloer - (Blus)wateropvang in de loading docks door automatische sturing van kleppen - Inpandige quarantainekast met WBDBO 90 minuten
Installatietechnische maatregelen	- Brandweer moet kunnen aansluiten op sprinkler - CO-detectie vlak boven de racks	-	- (In-rack) sprinklerinstallatie met standtijd langer dan vier uur. Sprinklerinstallatie was aanwezig op basis van

			beheersbaarheid van brand, de verlengde standtijd was een keuze van het bedrijf. - CO-detectie (in overweging)
Organisatorische maatregelen	State of Charge opgeslagen batterijen niet boven 30-35 %	-	- Werkinstructies voor werknemers - Visuele controle batterijen bij inklaring - Controle vrachtwagen op basis van 7-punten check - Beschadigde batterijen worden apart in quarantainecontainer geplaatst. - Expeditie gebied voor losse batterijen maximaal 40m² per opslagvak, 2.4m tussen de vakken. Batterijen maximaal tot einde van de 'dienst' op expeditie gebied. - State of Charge opgeslagen batterijen maximaal 30 %
Repressieve maatregelen	Afnamepunten bluswater in object	-	- Bedrijfsnoodplan met thermal runaway als scenario. Hierin is beschreven hoe een pallet met (mogelijk) instabiele batterij naar buiten wordt geleid. - Volgelaatsmasker met filterbus geschikt voor lithium-ionrook voor eigen personeel.

Daarnaast zijn bij de interviews een aantal (casusoverstijgende) afwegingen en denkrichtingen meegegeven rondom het grootschalig opslaan van batterijen.

De volgende overwegingen zijn aangegeven door het bedrijf:

- > Bij veel scenario's is de aanname dat een sprinkler de brand beperkt houdt tot één pallet. De brandweer houdt dan, waar nog nodig, de brand onder controle. Het personeel van het bedrijf of een particuliere bedrijfsnoodorganisatie kan dan met ademlucht met een heftruck naar binnen om de pallet naar buiten te brengen.
- > Laat een bedrijf steekproefsgewijs de 'state of charge' van binnengekomen producten controleren en neem dit op in een logboek in het kader van de controleerbaarheid.
- > Probeer het type batterij mee te nemen in de afweging over gelijkwaardigheid: fietsaccu's zijn iets anders dan gehoorapparaten.

De volgende overwegingen zijn meegegeven door de brandweer:

- > Overweeg een brandgang van tien meter in een brandcompartiment om zo afstand te creëren als bouwkundige compartimenten niet mogelijk is.

- > Een heftruck die een pallet uit een stelling moet halen moet zijn uitgerust met flexiglas ter bescherming van de chauffeur, zowel tegen mogelijk wegschietende batterijcellen, als tegen het water van de sprinkler.
- > De sprinkler moet voldoende lang water kunnen geven om het proces van het naar buiten brengen van de batterij te organiseren, of totdat de pallet is uitgebrand.

Casus 2: AWL Moerdijk

Geïnterviewde partijen

De volgende partijen zijn geïnterviewd:

- > Veiligheidsregio Midden-West Brabant - adviseurs Industriële Veiligheid, interviewdatum 06-02-2023
- > Omgevingsdienst Midden-West Brabant – vergunningsverleners BRZO & externe veiligheid, interviewdatum 06-02-2023
- > AWL Moerdijk - projectmanager, interviewdatum 06-02-2023.

AWL is ook met andere regio's in gesprek over de oprichting van logistieke warehousing.

Locatiekenmerken

Het bedrijf is een BRZO-inrichting. Binnen het pand vindt opslag plaats van enkele tientallen tonnen aan batterijen, onder andere nieuwe autobatterijen, in één brandcompartiment van 14.000m². Naast de opslag van batterijen vindt er ook opslag plaats van ADR 8 en 9 plaats. Dit gebeurt in een apart brandcompartiment. Er wordt niet opgeladen en ook wordt er maar tot maximaal twee verpakkingseenheden hoog gestapeld.

Verkregen informatie

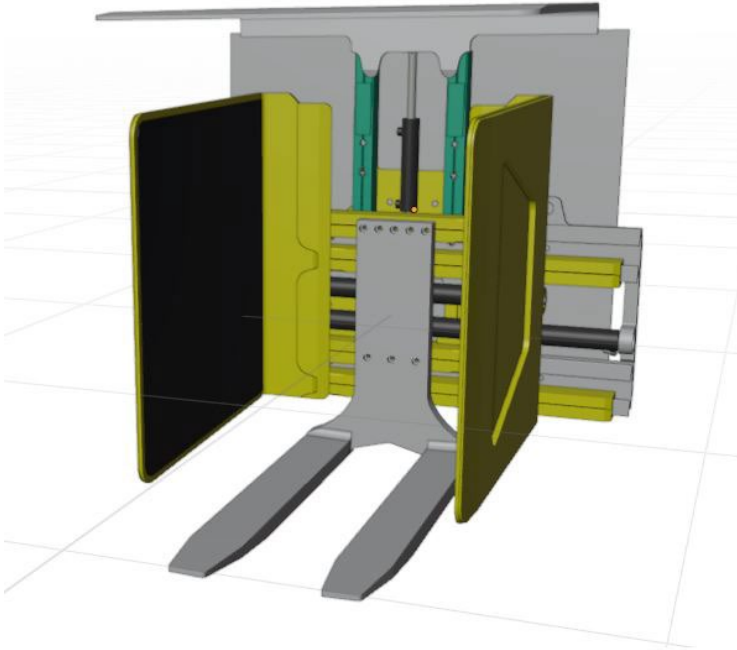
De volgende informatie is verkregen rondom de opslag van lithium-ion batterijen binnen het object:

Tabel B3.2 Verkregen informatie AWL Moerdijk

Indicatoren	Brandweer	Bevoegd gezag	Initiatiefnemer
Wettelijke kaders	- Gelijkwaardigheid in het kader van bouw (beheersbaarheid brand) - BRZO	- Gelijkwaardigheid in het kader van bouw (beheersbaarheid brand) - PGS 15	- Bouwbesluit
Doelstelling(en)	Beheersbaar houden van de brand		
Bouwkundige maatregelen	-Bluswateropvang in loading dock -Dubbele liggers in stellingen.	Bluswateropvang voor 60 minuten sprinklerwater	
Installatietechnische maatregelen	-Sprinkler o.b.v. ESFR.	-Geschikte sprinklerinstallatie	Calamiteitencontainer die van bovenaf kan

	-Sprinkler conform UPD geschikt om batterijbranden beheersbaar te houden. -Sproeitijd van 120 minuten -Aansluiting om watertank te vullen -Dubbele sprinklerpomp -Pyrotech systeem om warmte te detecteren -Off-gasdetectie	-Warmtedetectie mobiel en stationair	worden afgesloten, water is rond-pompbaar; mogelijkheid voor het plaatsen van blusgas.
Organisatorische maatregelen	-State of charge van maximaal 30 % -Inklaringsprocedure/ ingangscontrole bij het expeditiegedeelte. De procedure is uitgeschreven en maakt onderdeel uit van de risicoanalyse -Heftrucks buiten de opslagloods plaatsen -Alarmopvolging buiten kantoor tijden. Binnen 15 minuten iemand ter plaatse, binnen uur iemand ter plaatse om de vorkheftruck te bedienen -Maximaal twee lagen stapelen -Vakgroottes van maximaal 40 m². -Afstand tussen de vakken van 3,5 meter	-Maximale opslag van maximaal 4,6 meter hoog in stellingen en blokopslag -Afstanden tussen vakken om brandoppervlakte te beperken -Aanwezigheid van een noodplan -Geen opslag van lithium-ion met andere gevaarlijke stoffen -Schuimkunststoffen niet als verpakkingsmateriaal toepassen. - Het percentage elektrolyt in de batterij moet minder dan 20 % zijn	-Verwijderen van verpakking voor opslag i.h.k.v. goede detectie/ brandontwikkeling. -Persoonlijke beschermingsmiddelen zoals ademlucht -Opgeleid personeel -24/7 iemand aanwezig op de locatie
Repressieve maatregelen	- Bluswatervoorziening op eigen terrein. (2x 90 m³) - Eigen personeel ademlucht opgeleid - Heftruck met overdruk, voorzetstuk/paardenbox, - Camera in lepels - Eigen personeel haalt lithium-ion batterij welke in thermal runaway is uit het pand. -Dompelbak	-Quarantaineruimte op buitenterrein -Speciale dompelcontainer met wateraansluiting	- Heftruck met overdrukcabine, gecombineerd met een speciaal voorzetstuk

Aanvullend op de informatie in bovenstaande tabel heeft het bedrijf onderstaande afbeelding aangeleverd van het ontwerp van de voorzetapparatuur op de heftruck:



Afbeelding B5.2 Voorzetapparatuur heftruck (foto: AWL Moerdijk)

Door de omgevingsdienst zijn de volgende casusoverstijgende overwegingen meegegeven:

- > Zoveel mogelijk aansluiten bij PGS 37-2.
- > Afstanden tussen opslagvakken om brandoppervlakte te beperken.
- > Verschil tussen nieuwbouw en bestaande bouw: voor nieuwbouw 2.500 m² aanhouden; bij bestaande bouw is er vaak al sprake van grote brandcompartimenten.
- > Kijk ook naar PGS15. Je kan batterijen als aanverwante stof meenemen.
- > Veiligheidsbeheerssysteem voor BRZO-bedrijven. Voor niet-BRZO bedrijven wordt het maatwerk.
- > Arbeidsinspectie wordt altijd om advies gevraagd. Bij BRZO-bedrijven is dit ook verplicht.
- > Gezien de hoeveelheid producten (koopmansgoederen) met batterijen is een bedrijf al snel vergunningsplichtig. Overal zit een batterij in. Elk bedrijf dat meer dan tien ton aan batterijen aanvraagt, is een BEVI-inrichting. Daarmee zal een QRA moeten worden opgesteld.
- > Er dient rekening te worden gehouden met het type batterij en de state of charge.
- > Betrouwbaarheid van batterijen is wel een discutabel punt: hoe stabiel is een batterij en hoe groot is de kans dat deze ontbrandt?

Door het bedrijf zijn de volgende overwegingen en vragen meegegeven:

- > Het is lastig is om te voldoen aan de richtlijnen uit PGS 37-2, onder andere omdat het bedrijf wordt overspoeld door de markt. De vrees bestaat dat er veel batterijen in de illegaliteit verdwijnen.
- > Er is overwogen om met drone te vliegen met een warmtebeeldcamera om de batterijen in de gaten te houden. De actieradius van de drone bleek echter te beperkt.
- > Wie gaat de batterijen op stellinghoogte eruit halen?

- > Vanuit de arbeidsinspectie is het niet wenselijk dat personeel onnodig risico loopt. Wanneer er sprake is van een thermal runaway dienen er al aanvullende maatregelen te worden getroffen om de medewerkers te beschermen.
- > Gasdetectie heeft niet veel zin, omdat de batterijen in kisten zitten.
- > Er is weinig verschil tussen brandcompartimenten van 15.000 en 25.000 m². Allebei zijn ze groot en is er sprake van een langdurige brand.
- > Het bedrijf gaat ervan uit dat een line of defense (LOD) ook daadwerkelijk werkt. Het falen van een LOD is dan ook een restrisico. Het werken van een LOD moet zijn geregeld in een vergunning.
- > Het bedrijf acht het risico acceptabel wanneer het bedrijf is gelegen op een industrieterrein.
- > Vanuit het bedrijf wordt met name de opslaghoogte als een veiligheidsprobleem gezien, en niet zozeer de oppervlakte. De veiligheidsregio sluit zich bij dit standpunt aan. De hoogte is maatgevend (maximaal 4,6 meter) om met een heftruck een brandende batterij uit een magazijnstelling te kunnen halen. De sprinkler is niet uitgelegd om hoger te mogen opslaan. Hoe kleiner de oppervlakte is voor de opslag van batterijen (kleiner dan het sproeivlak, in dit geval 40 m²), hoe langer de sproeitijd (> 120 minuten).

Casus 3: GXO Schiphol

Geïnterviewde partijen

De volgende partijen zijn geïnterviewd:

- > Veiligheidsregio Kennemerland – specialist brandpreventie, interviewdatum 24-01-2023
- > Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied – vergunningsverleners milieu, interviewdatum 03-03-2023

Met het bedrijf GXO is meermaals contact gezocht, zowel telefonisch, per mail, als via de begeleidingscommissie, maar dit heeft niet geresulteerd in een interview.

Locatiekenmerken

Het bedrijf is gelegen op een industrieterrein aan zuidoostzijde van Schiphol. Het betreft een overslaglocatie waar de goederen vaak niet meer dan 24 uur aanwezig zijn. In de locatie vindt tijdelijke opslag van alleen nieuwe lithium batterijen (UN3480) plaats. Het betreft daarbij maximaal twee ton lithium-ion batterijen die permanent aanwezig zijn. Daarnaast is er ook vijf tot zes ton lithium-ion batterijen voor maximaal drie tot zes uur per dag aanwezig (geadresseerd aan derden). In totaal is er nooit meer dan tien ton totaal aan verpakt gevaarlijke stoffen binnen het brandcompartiment (unit 4-5) aanwezig.

Het bedrijf bestaat uit één brandcompartiment met een vloeroppervlakte van 14.500m². Gemiddeld zijn circa vijf tot zes ton lithium-ion batterijen als dagvoorraad aanwezig, met een maximum van tien ton tegelijk. In het brandcompartiment vindt eveneens opslag van andere gevaarlijke stoffen plaats (ADR 8 zuren en basen).

Verkregen informatie

De volgende informatie is verkregen rondom de opslag van lithium-ion batterijen binnen het object:

Tabel B3.3 Verkregen informatie GXO Schiphol

Indicatoren	Brandweer	Bevoegd gezag	Initiatiefnemer
Wettelijke kaders	Gelijkwaardigheid in het kader van bouw (beheersbaarheid brand)	- Gelijkwaardigheid in het kader van bouw (beheersbaarheid brand) - PGS15	-
Doelstelling(en)	Beheersen brand	Beheersen van brand	-
Bouwkundige maatregelen		-Aparte zone dicht bij een deur -Tijdelijke opslag in aparte opslaglocatie	-
Installatietechnische maatregelen	-Sprinkler -Monitoring	Sprinkler conform FM 8-9 en FM 8-1	-
Organisatorische maatregelen	-Opslag van lithium-ion alleen in beperkt gedeelte van de hal -Quarantainevoorziening -SOC van max. 60 % (uitgangspunt van FM global) - Max. 20 % electrolyt in batterij - Max 41 ampère uren per batterij	- F500 blusmiddel - Opgeleid personeel: vijf personeelsleden met aanvullende training werken met gevaarlijke stoffen - Operationeel noodplan	-
Repressieve maatregelen	- Informatie in de MDT - Aangepast bedrijfsnoodplan: hoe te handelen bij een calamiteit	Metalen vaten om beschadigde batterij in te doen en af te vullen met vermiculiet	-

Door de omgevingsdienst zijn de volgende overwegingen meegegeven:

- > Men ziet het liefst vroegtijdige detectie en de betrokken batterijen vervolgens in bak water dan een sprinkler.
- > Er is geen discussie geweest over of er een apart brandcompartiment moest komen voor de opslag van batterijen. Het betrof een bestaande situatie die niet aangepast zou worden. Het is een gegeven vanuit aanvrager en bevoegd gezag dat het brandcompartiment groter is dan 2500 m².
- > Vanuit de sprinklernorm de batterijen niet hoger dan 4,5m stapelen.
- > Aangezien er al locaties zijn waar batterijen worden opgeslagen zonder dat er al wetgeving is, hebben omgevingsdiensten het gevoel achter de feiten aan te lopen. Zij hebben het gevoel dat achteraf 'reparatie' van een bestaande situatie naar een vergunbare situatie plaats moet vinden.

Door de brandweer zijn de volgende overwegingen meegegeven:

- > Vraagstuk is wie de pallet naar buiten gaat halen. Als je vooraf weet dat het een scenario is, dient het bedrijf zich hierop voor te bereiden.
- > De verwachting is dat de sprinkler een brand onder controle houdt op basis van de FM-normen en afgeleide doelstellingen (niet de doelstellingen uit de PGS). Van deze normen is niet afgeweken.
- > De 'richtlijnen' volgens FM 8-1 (versie januari 2023) zijn vooralsnog de enige houvast waar het gaat om de opslag van lithium-ion batterijen.

Casus 4: Nissan Motor Parts Center Amsterdam

Geïnterviewde partijen

De volgende partijen zijn geïnterviewd:

- > Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland – adviseurs Industriële Veiligheid & brandpreventie, interviewdatum 27-02-2023
- > De Gezamenlijke Brandweer Amsterdam – medewerker GBA, interviewdatum 27-02-2023
- > Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied – vergunningsverleners milieu, interviewdatum 03-03-2023
- > Nissan Motor Parts Center – manager warehouse, interviewdatum 27-02-2023.

Locatiekenmerken

NMPC ligt in het Westelijk Havengebied in Amsterdam. Het bedrijf heeft een vloeroppervlakte van 90.000m², verdeeld over een zestal brandcompartimenten. De batterijen – enkele tientallen tonnen, en NMPC heeft de ambitie om deze hoeveelheid te laten groeien – liggen opgeslagen in één brandcompartiment met een vloeroppervlakte van 18.000m².

Verkregen informatie

De volgende informatie is verkregen rondom de opslag van lithium-ion batterijen binnen het object:

Tabel B3.4 Verkregen informatie Nissan Motor Parts Center Amsterdam

Indicatoren	Brandweer	Bevoegd gezag	Initiatiefnemer
Wettelijke kaders	-	-	-
Doelstelling(en)	-	-	-
Bouwkundige maatregelen	-	-	-
Installatietechnische maatregelen	-	-	- Sprinkler - Warmtebeeldcamera (in overweging) - In-rack sprinkler (in overweging) - Plaatsing van batterijen op verhoogde stellingen als aanrijdbeveiliging
Organisatorische maatregelen	-	-	- Eens per twee weken controle met warmtebeeldcamera - Dagelijks visuele inspectie - Opleiding voor personeel - Gang afgesloten aan een zijde: alleen heftruckverkeer voor batterijen toegestaan in betreffende gangen
Repressieve maatregelen	-	-	- Dompelbak - Personeel ademlucht-dragend opgeleid

De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is over deze casus bevraagd, maar geeft aan onvoldoende op de hoogte te zijn van de (maatregelen bij de) opslag van lithium-ion batterijen bij NMPC om inhoudelijk aan dit onderzoek bij te dragen.

Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland geeft eveneens aan onvoldoende op de hoogte zijn van de (maatregelen bij de) opslag van lithium-ion batterijen bij NMPC om inhoudelijk deze locatie te bespreken. Wel heeft zij de volgende casusoverstijgende overwegingen meegegeven:

- > Een sprinklersysteem zal een brand beheersen, maar niet blussen. In veel gevallen wordt er naar de brandweer gekeken om de accu's naar buiten te halen, maar zodra er materieel hiervoor ingezet moet worden anders dan een palletwagen, zijn de mogelijkheden voor de brandweer (zeer) beperkt.
- > Overweeg een sprinkler per opslagplaats, ofwel een hoge mate van sprinklerdichtheid.
- > Laat opslag in bakken plaatsvinden die zich bij activering door een sprinkler vullen met water.
- > Brandwerende isolatie tussen lagen van stellingen kan mogelijk branduitbreiding beperken.
- > De bemensing voor het uithalen van batterijen moet 24/7 op orde zijn om de uithaal van batterijen in thermal runaway binnen de standtijd van de sprinkler te regelen.
- > De noodorganisatie moet op orde zijn: het bedrijf moet brandende pallet met het juiste materieel kunnen weghalen.

Door het bedrijf is de volgende casusoverstijgende overweging meegegeven:

- > Er zijn risico's verbonden aan beweging: idealiter is het aantal bewegingen naar andere ruimtes beperkt, omdat er een kans is op een aanrijding bij verplaatsing.

Casus 5: GXO Eindhoven

Geïnterviewde partijen

De volgende partijen zijn geïnterviewd:

- > Veiligheidsregio Brabant-Zuidoost – specialisten milieu, interviewdatum 24-01-2023
- > Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant – senior vergunningsverlener, interviewdatum 24-01-2023

Met GXO is meermaals contact gezocht, zowel telefonisch, per mail, als via de begeleidingscommissie, maar dit heeft niet geresulteerd in een interview.

Locatiekenmerken

GXO ligt op een industrieterrein in het noordwesten van de stad in de buurt van de A2/N2. Het bedrijf heeft een vloeroppervlakte van circa 33.000m², dat is opgedeeld in een drietal brandcompartimenten van elk 11.000m². Het bedrijf is voornemens circa 900 ton nieuwe lithium-ion batterijen op te slaan: per brandcompartiment 40 ton losse batterijen (120 ton losse batterijen in totaal), en verder batterijen die verpakt zijn met apparatuur. Men is voornemens tot maximaal 4,5 meter hoogte op te slaan op basis van FM 8-1. Verder liggen er diverse koopmansgoederen in de loods. Gebruikte batterijen worden buiten opgeslagen.

Verkregen informatie

De volgende informatie is verkregen rondom de opslag van lithium-ion batterijen binnen het object:

Tabel B3.5 Verkregen informatie GXO Eindhoven

Indicatoren	Brandweer & Bevoegd gezag ¹³	Initiatiefnemer
Wettelijke kaders	Gelijkwaardigheid in het kader van bouw (beheersbaarheid brand)	-
Doelstelling(en)	-	-
Bouwkundige maatregelen	-	-
Installatietechnische maatregelen	- In-rack sprinkler (conform FM8.1) - CO / H ₂ detectie	-
Organisatorische maatregelen	- Specifieke opslagvakken voor lithium-ion - Bij voorkeur opslag op de grond - Controle ingekomen producten - State of charge onder 40 %	-

¹³ De brandweer en het bevoegd gezag hebben aangegeven samen op te trekken in deze casus en zijn tegelijk geïnterviewd. Zodoende is hun informatie in één kolom weergegeven.

**Repressieve
maatregelen**

Het bedrijf haalt instabiele batterijen naar buiten -
en neemt dit op in het noodplan

Casus 6: Bedrijf X

Geïnterviewde partijen

De volgende partijen zijn geïnterviewd:

- > Veiligheidsregio Midden-West Brabant – adviseur industriële veiligheid, interviewdatum 27-03-2023
- > Omgevingsdienst Midden-West Brabant – adviseur externe veiligheid, interviewdatum 06-02-2023
- > Bedrijf X – manager & specialist HSE, interviewdatum 02-05-2023.

Locatiekenmerken

Het bedrijf ligt op een industrieterrein aan de rand van een stad. De bedrijfslocatie kent een omvang van circa 17.500m² en bestaat uit één brandcompartiment. In de bedrijfshal ligt voor circa tachtig ton aan actieve¹⁴ lithium-ion energiedragers opgeslagen. Dit betreffen voornamelijk lithium-ion batterijen voor voertuigen en batterijen voor thuisopslag. Het bedrijf is een BEVI-inrichting

¹⁴ Met 'actieve' wordt bedoeld het daadwerkelijk elektrochemische deel van de batterij. Verpakkingsmateriaal, omhulsel e.d. zijn daarbij buiten beschouwing gelaten.

Verkregen informatie

De volgende informatie is verkregen rondom de opslag van lithium-ion batterijen binnen het object:

Tabel B3.6 Verkregen informatie Bedrijf X

Indicatoren	Brandweer	Bevoegd gezag	Initiatiefnemer
Wettelijke kaders	Gelijkwaardigheid in het kader van bouw (beheersbaarheid brand)	Gelijkwaardigheid in het kader van bouw (beheersbaarheid brand)	
Doelstelling(en)		Een brand (en/of thermal runaway) binnen een uur beheersbaar hebben	- Vergroten omgevingsveiligheid - Overslagreductie tussen opslagvakken beperken
Bouwkundige maatregelen	-	-	-
Installatietechnische maatregelen	- ESFR sprinkler met standtijd van 60 minuten - Vorm van detectie boven de opslag van gebruikte batterijen	- Sprinkler (aangesloten hydrant) - Detectie	- Sprinklerinstallatie - Mezzanine met sprinklerinstallatie (verlaagd sprinkler-plafond) - Rook- / warmtetectiecamera's (in overweging)
Organisatorische maatregelen	- SoC batterijen maximaal 30 % - Opslag batterijen op de vloer - Opslag in vakken - Afhankelijk van opgeslagen product vier à vijf meter afstand tussen stapels - Ingangscontrolle op State of Charge en beschadigingen.	- Registratieplicht voor incidenten met batterijen. - Opslagvakken van maximaal 20m², 3m hoog, met omliggende bufferzone - Tussen elke opslageenheid 15cm rookruimte	- Overdag monitoring door personeel, in avonduren door beveiliging. - Hanteren opslagvakken - SoC batterijen maximaal 30 %
Repressieve maatregelen	- Externe bedrijfsnoodorganisatie voor uithalen batterijen (indien nodig) - Waterbak op locatie om onderdamping mogelijk te maken - Incidentregistratie om op deze manier data te vergaren	- Quarantainebak buiten gebouw - Batterij-incidentbestrijdingsprocedure	- BHV personeel heeft filtermaskers - Personeel intern getraind in lithium-ion incidenten

Door de brandweer zijn de volgende (casusoverstijgende) overwegingen meegegeven:

- > Er is een mismatch tussen het FM Global onderzoek (2016) en diverse opgeslagen goederen, ook bij deze casus.
- > Neem in de vergunning op dat de brandweer het noodplan van het bedrijf moet goedkeuren.
- > Discrepancie tussen de beschikbaarheid van een heftruck en het gebruik van ademlucht in geval van calamiteiten. Er zijn bedrijven die de batterijen middels een heftruck buitenhalen, maar de personeelsleden die dit doen, dragen geen ademlucht. De brandweer draagt wel ademlucht, maar kan geen heftruck bedienen. Het is echter wel nodig ademlucht te dragen om accu's veilig buiten te krijgen.
- > Uitgangspunt is dat door de sprinkler of brandweer werkbare situatie wordt gecreëerd, waarna een bedrijf de batterijen naar buiten haalt.
- > De factor zicht speelt grote rol: idealiter is er een rook-warmte afvoer aanwezig.
- > De detectie en sprinkler bevinden zich idealiter zo laag mogelijk boven de accu's.

Door het bedrijf zijn de volgende (casusoverstijgende) overwegingen meegegeven:

- > Het bedrijf slaat altijd hetzelfde product op, technische doorontwikkeling uitgezonderd.
- > Het bedrijf heeft brandtesten uitgevoerd met de batterijen, waarbij blijkt dat een thermal runaway startend in één cel niet zorgt voor uitbreiding buiten de opslagomkisting. Daarmee meent het bedrijf aan te kunnen tonen dat de kans op brandoverslag niet aanwezig is.
- > Gelaagdheid van opslag maakt het lastig een thermal runaway goed te bestrijden en detecteren: de cel zit in een module, die in een metalen pakket zit, dat weer in een houten omkisting zit.
- > De kans op een incident met nieuwe batterijen is laag.
- > Opslagvakken zijn een werkbare oplossing, maar zorgen ervoor dat de hoogte van de loads niet meer van invloed is op het opslaan van producten. Immers, deze hoogte wordt niet meer gebruikt. Deze hoogte is wel deel van de kosten.
- > Opslaan in racks zorgt voor risicoverhoging, omdat een brand zich makkelijker in hoogte kan uitbreiden. Daarbij zijn in-rack sprinklers gevoelig voor (aanrij)schade.
- > In geval van een calamiteit zal de brandweerinzet erop gericht zijn het risico zover te reduceren dat bedrijf X, of een externe calamiteitendienst, de accu's naar buiten kan rijden.