

Verslagen 2024

Internationale congressen

Energie- en transportveiligheid





Nederlands Instituut Publieke Veiligheid
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2025

Auteur(s) N. Rosmuller, H. Brans, T. Hessels, J. Reinders
Met medewerking van D. Kuijjer-Slobbe, L. Essink
Contactpersoon N. Rosmuller

Datum Februari 2025

Foto's T. Hessels

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.

| | |
|--|-----------|
| Voorwoord | 4 |
| 1 World Fire Congress | 5 |
| 2 7^e Tunnel Safety Officer Forum (TSO) | 7 |
| 3 Faraday Institution Conference 2024..... | 9 |
| 4 DNV 'H2-awareness training' | 17 |
| 5 UL ESRI congres..... | 20 |
| 6 Bezoek LFB en FABIG congres..... | 26 |
| 7 Focal point meeting EU OSHA | 34 |
| 8 Energy Transition Safety Forum 2024 | 36 |

Voorwoord

Als lectoraat heb je een belangrijke rol in kennis ontwikkelen. Dat doen we door middel van onderzoek. Een van de manieren van onderzoek doen is het bestuderen van rapporten en artikelen van andere onderzoekers. Dat betekent dat we als lectoraat energie- en transportveiligheid goed op de hoogte moeten zijn wat er in binnen- en buitenland op ons vakgebied aan kennis wordt ontwikkeld. Hiertoe maken we gebruik van databases, journals, internet, maar ook van wetenschappelijke bijeenkomsten/congressen. Op dergelijke bijeenkomsten snijdt het mes aan meerdere kanten. Ten eerste presenteren we ons werk aan andere experts en krijgen hier reacties op. Ook dit is een belangrijke rol voor een lectoraat in het kennislandschap: het uitdragen van de opgedane kennis. Ten tweede spreken we de collega-onderzoekers in binnen- en buitenland (netwerk) en weten we zo wat er bij hen speelt en wat de stand van zaken is op het gebied van veiligheidskennis omtrent transport en de energietransitie. En hiermee kom ik bij een derde belangrijke rol van een lectoraat, namelijk kennis ontsluiten (van ons zelf, maar ook van anderen).

De kennis die we in 2024 hebben opgedaan op internationale congressen/ kennisbijeenkomsten willen we met de voorliggende rapportage (gebundeld) ontsluiten. Hiermee geven we invulling aan de ontsluiting en verdere verspreiding van kennis, en ook niet onbelangrijk, leggen we verantwoording af over onze buitenlandse activiteiten.

Nils Rosmuller, lector Energie- en transportveiligheid bij het NIPV, februari 2025

1 World Fire Congress

Datum: 7-8 mei 2024

Locatie: Washington, USA

Auteur: N. Rosmuller

Het eerste World Fire Congress (WFC), georganiseerd door de USFA¹ werd bezocht door meer dan 300 vertegenwoordigers vanuit brandweer en politiek uit meer dan 70 landen. Vanuit Nederland waren er vertegenwoordigers vanuit het NIPV en de brandweer.

Tijdens het congres werden door verschillende internationale sprekers presentaties gegeven op de volgende vier inhoudelijke thema's:

- Structure Fire and Firefighter Response
- Climate Change Impacts
- Fire Risk of Emerging Technologies
- Firefighter Health & Safety

Het lectoraat Energie- en Transportveiligheid van het NIPV kon het onderzoek over de veiligheid van de energietransitie presenteren binnen het thema 'emerging technologies'. Omdat de presentatieduur over het algemeen kort was, geven de presentaties in de meeste gevallen de volledige inhoud van de presentatie weer. Daarom volgt hieronder een korte samenvatting en wordt voor de volledige inhoud naar de presentaties verwezen.

Structure Fire and Firefighter Response

(Zie de presentatie [hier](#))

Gebouwbranden veranderen van karakter door andersoortige materialen, hoger, dieper en complexer. Hierdoor nemen de risico's voor brandweermensen steeds verder toe.

Climate Change Impacts

(Zie de presentatie [hier](#))

Enkele onderzoeken naar grote natuurbranden, waaronder de fatale natuurbrand op Hawaii (2023), worden gepresenteerd. De conclusie is dat het klimaat dusdanig verandert, dat ook de brandbestrijdingstechnieken mee moeten ontwikkelen. Klimaatverandering ligt ook aan de basis voor de overstromingen zoals die in het Ahr-dal (Duitsland, 2021), waar we in Nederland, Luxemburg en België ook mee van doen hebben gehad.

Fire Risk of Emerging Technologies

(Zie de presentatie [hier](#))

In de emerging technology sessie lag de focus op batterij/energie (on)veiligheid. Dhr. S. Kerber (Underwriter Laboratories (UL) Research Institutes) benadrukte de toename van het aantal branden met li-ion batterijen, als ook de moeilijkheden met het blussen ervan. Dhr. N. Rosmuller heeft aan de hand van de databases AAV² en zonnepanelen Nederlandse incidentcijfers gepresenteerd. Zijn slotpleidooi was de oproep om met de hulpdiensten te praten in plaats van hen de final line of defence in de schoenen te schuiven. Dhr. M.

¹ US Fire Administration (USFA)

² alternatief aangedreven voertuigen

Abraham (Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms, and Explosives Fire Research Laboratory) vervolgde met beeldmateriaal van incidenten met li-ion energiedragers. Dhr. A. Barowy (UL Research Institutes) benadrukte de behoefte aan beter en meer testen, met name op het gebied van heat release rate, vervuild bluswater en vrijkomende (toxische en explosieve) gassen bij thermal runaway. Tot slot presenteerde dhr. L. Young Ern (Deputy Commissioner (Operations & Resilience) Singapore Civil Defence Force) de li-ion issues in Singapore. In zijn presentatie gaf hij aan dat de blusdeken daar bij Battery Electric Vehicle (BEV) branden waar de batterij bij betrokken is, wordt gebruikt om de verspreiding van brand en de uitstoot van giftige gassen te vertragen, om tijd te winnen terwijl er een waterstraal wordt voorbereid. Maar ook penetratietechnieken, waaronder de ultrahogedruk (uhd) snij- en blussystemen, waar het NIPV in de zomer van 2024 twee levensechte brandproeven mee heeft gehouden.

Firefighter Health & Safety

(Zie de presentatie [hier](#))

In de twee presentaties op dit thema is nader ingegaan op de gezondheidsrisico's voor brandweermensen. Er is steeds meer bewijs dat brandweermensen verhoogd risico op kanker lopen als gevolg van toxische verbrandingsproducten. Daarnaast staat ook de mentale gezondheid van brandweerpersoneel onder druk als gevolg van traumatische beelden, verwondingen, slachtoffers onder collegae en eigen fysieke gezondheidsklachten.

Follow up van deze dagen

- Er is een intentieverklaring getekend door de vertegenwoordigers van alle landen om verder samen te werken op de genoemde vier thema's. Vanuit Nederland heeft de directeur van het NIPV, dhr. IJ. Stelstra, deze verklaring getekend.
- Intentie tot het inrichten van communities of practice, waaronder die naar climate safety en emerging technology
- Een blog vanuit de lector Energie en Transportveiligheid, dhr. N. Rosmuller is [hier](#) te vinden.

2 7^e Tunnel Safety Officer Forum (TSO)

Datum: 30-31 mei 2024

Locatie: Lyon, Frankrijk

Auteur: N. Rosmuller

Wegtunnels als onderdeel van het Trans-Europese transportnetwerk (TEN-T) hebben verplicht een functionaris die onafhankelijk de veiligheid ervan beschouwt, de tunnel veiligheidsfunctionaris, in Nederland genaamd de veiligheidsbeambte (tunnel safety officer, TSO). Het doel van deze bijeenkomst was om de kennis tussen EU-tunnel safety officers te delen en met elkaar na te denken over veiligheidsrelevante tunnelontwikkelingen. Dit heeft gestalte gekregen door op de eerste dag enkele plenaire lezingen te houden, gevolgd door parallelle presentatie-sessies in de middag. De presentaties zijn [hier](#) te vinden.

Op de tweede dag zijn bezoeken afgelegd aan een verkeerscentrale bij een tunnel en aan een tunnel.

Dhr. Rosmuller heeft een lezing verzorgd over de toekomstige brandbestrijding in tunnels, met de volgende hoofdlijnen:

- Het wagenpark verandert: er is sprake van grote auto's, alternatief aangedreven voertuigen met een ander brandverloop en meer ICT.
- De tunnels veranderen: er zijn meer camera- en monitormogelijkheden. Tunnels zijn onderdeel van vitale infrastructuur.
- De Brandweertekniken en -hulpmiddelen veranderen: denk aan de cold cutter, fire blanket, O-bundels, robots en drones.
- De houding van de brandweer verandert: defensiever en daarmee meer offensief buiten in plaats van offensief binnen.
- Conclusie: branden worden te groot, te complex, te vies, te riskant. Daarom hebben branden meer maatschappelijke impact. Er moet daarom gericht worden op het klein houden van branden, wat vraagt om een heroverweging van bestaande procedures. Te denken valt aan vaste brandbestrijdingssystemen. Op dit moment hebben in Nederland slechts twee tunnels een vast brandbestrijdingssysteem, omdat het door Rijkswaterstaat als niet kosteneffectief wordt gezien (RWS, 2004).
- De heroverweging van hierboven is ook aan de orde in de UK en Frankrijk. En vaste brandbestrijdingssystemen zijn in andere landen veel vaker in gebruik dan in Nederland.

De volgende punten kwamen ter sprake in de deelsessies:

- Stadstunnels worden steeds meer aangepast en gecombineerd met fiets- en voetgangerstunnels als gevolg van het autoluw maken van binnensteden
- De taakuitvoering van de TSO is nu in de handreiking beschreven in een document van het PIARC³

³ Permanent International Association of Road Congresses

- Een goede crisiscommunicatie is belangrijk voor de veiligheid van tunnelgebruikers, zowel wanneer geëvacueerd moet worden, als wanneer zij op de huidige plek moeten blijven bij bijvoorbeeld tunnelbranden
- De site-visit (dag 2) ging naar het traffic centre van de noordelijke rondweg van Lyon, met een tunnel van circa 40 km. Het traffic centre is behoorlijk vergelijkbaar met traffic centra in Nederland. Daarna volgde een presentatie over Incidentbestrijding bij een kleine vrachtwagenbrand in een 1-rijrichting wegtunnel, waarbij sprake was van een vastgelopen rem en een kleine brand in een tunnel als gevolg van een klapband. Men werkte volgens de procedure met transversale ventilatie en rookextractie om vervolgens met tweezijdig ventileren de rook 'stil te laten staan' en dan af te zuigen. Bluspogingen van de chauffeur en automobilisten mislukten. Er trad back layering op en er was amper zicht bovenstrooms.

Reflectie op dit concept, deze werkprocedure:

- Lastig concept van rookventilatie, waarom in één rijrichting van de tunnelbuis. In Nederland wordt met volle kracht de rook kolom weg geventileerd naar de uitgang voorbij het incident en dat werkt uitstekend.
- De opgetreden back layering lijkt mede het resultaat van het ventilatieconcept. Dan is vervolgens de vraag wat je moet doen met weggebruikers die niet weg kunnen bij het incident (door beknelling of handicap).

3 Faraday Institution Conference 2024

Datum: 10-13 september 2024

Locatie: Newcastle, UK

Auteur: H. Brans

De doorbraak in batterijen: van onderzoek, tot opschaling, tot productie.

Dag 1, 10 september 2024

Plenair

Klik [hier](#) voor het plenaire deel van de eerste dag van deze conferentie.

Mw. K. Persson (University of California) verzorgt een presentatie over methodieken om SEI-formatie beter te begrijpen. Ze vertelt over een grote variëteit aan complexe methodieken waarmee haar onderzoeksgroep tot op detailniveau begrip wil krijgen van de achterliggende mechanismen bij de vorming van het Solid Electrolyte Interphase (SEI). In de presentatie wordt de complexiteit van dit proces benadrukt, waarbij tot wel duizenden potentiële reactiecombinaties op atoomniveau zijn betrokken.

Bij nieuwe batterijen met hogere voltages, boven de +5 Volt, speelt vorming van het Cathode Electrolyte Interphase (CEI) een rol, aan de andere kant (kathodekant) van de batterij. Een ander aspect waarmee rekening gehouden moet worden, is dat het oplosmiddel ethyleencarbonaat (EC) oxidatie vertoont vanaf +5V, waardoor zuurstof vrijkomt.

Op de vraag naar de context van het onderzoek en waar de winst zit voor batterijontwikkeling om een beter begrip te krijgen van het SEI-mechanisme antwoordt mw. Persson dat in de afgelopen tien tot twintig jaar veel van de ontwikkeling van geschikte elektrolyten gebaseerd was op trial-and-error. Het doel is om een elektrolytsamenstelling te ontwikkelen waarbij een goed SEI wordt gevormd. Dat kan jaren duren. Met een beter en gedetailleerd begrip van het SEI-mechanisme kan dit ontwikkelingsproces voor nieuwe materialen sneller en meer doordacht plaatsvinden. Zo heeft het SEI een rol in de veiligheid en stabiliteit en dit zijn ook redenen om het mechanisme beter te willen begrijpen.

Op de vraag of er ook onder normale gebruiksomstandigheden waterstoffluoride (HF) wordt gevormd in de batterijcel, is het antwoord dat er inderdaad een (kleine) hoeveelheid waterstoffluoride (HF) voorkomt in het (vloeibare) elektrolyt als gevolg van deze reactie. In welke mate de reactiemechanismen verschillen met die tijdens de faalsituatie van een thermal runaway behoort niet tot het onderzoek.

Deelsessies Nieuwe Generaties Batterijchemie en Technologie (deel 1)

Mw. M. Titirici (Imperial College Londen), Ontwikkeling van Anodes voor Na-ion en K-ion batterijen.

Mw. Titirici vertelt over lopende wetenschappelijke uitdagingen bij de ontwikkeling van drie nieuwe batterijtypen.

1. Sodium-ion / Natrium-ion (Na-ion): Er wordt verteld over het onderzoek naar hard carbon als anodemateriaal. De uitdaging is om hard carbon met de juiste eigenschappen te vinden en een gecontroleerd proces te vinden voor de opname van Natrium. Er wordt ingegaan op het carbonisatieproces van glucose of biomassa tot hard carbon onder hoge temperaturen. Een ideaalbeeld is waarbij oude petflessen tot hard carbon kunnen worden gevormd. Tenslotte wordt begrip van het SEI-mechanisme als grootste uitdaging benoemd.
2. Potassium-ion / Kalium-ion (K-ion): Kalium-ion wordt gezien als kandidaat, omdat kalium redelijk goed opgenomen in grafiet, het huidige anodemateriaal van Li-ion batterijen.
3. Multivalente Batterijen (Al-ion, Mg-ion en Ca-ion): Er is een road-map met de stand van zaken gedeeld. Calcium-ion is extreem uitdagend.

Dhr. D. Auger (Canfield University), Simulatietesten van Lithium-Zwavel batterijen

Dhr. Auger vertelt over zijn onderzoek naar Lithium-Zwavel batterijcellen, een vrij lichte batterijcel. Er wordt ingegaan op de uitdagingen om een passende 'Battery Management System' (BMS) te maken. Huidige technieken, Coulomb Counting en Open-circuit voltage, waarmee voltage kan worden afgeleid of berekend, werken niet goed bij Lithium-Zwavel. Er is sprake van een vrij complexe redoxreactie. Hij laat zien hoe met simulatiesoftware de batterijen worden gesimuleerd alsof ze in een elektrische bus of vliegtuig zitten om de performance te testen. Gemeten laadcycli van huidige batterijen worden dan gesimuleerd op de nieuwe Lithium-Zwavel batterijcel. Huidige uitkomsten zijn dat de cellen nog te snel verouderen.

Dhr. R. Mitchell (CPI), Innovatie in R&D proces

Dhr. Mitchell vertelt over benodigdheden die nodig zijn voordat batterijen klaar zijn om de markt op te gaan. Investeringsnemen toe naarmate een nieuwe stap is gezet, van idee, proof of concept, prototypen en grootschalige toepassingen. Verder gaat hij in op de stappen in de productie van batterijcellen. In dit hele proces doet hij suggesties hoe ze mogelijk efficiënter kunnen verlopen met als credo "fail faster and learn more".

Dhr. S. Niblett (University of Cambridge), Ontwikkeling van zouten voor het elektrolyt van Sodium-ion batterijen

Dhr. Niblett vertelt over onderzoek naar geschikte elektrolyten voor Sodium-ion batterijen. Een zout dat wordt gebruikt in onderzoek is NaPF_6 , maar er zijn ook andere zouten mogelijk. Er lijkt een grote variatie te zijn in de geleidbaarheid van de zouten, welke geoptimaliseerd dienen te worden. Hij laat verschillende experimenten en simulaties zien waarmee dit kan worden gemodelleerd. Deze gaan in op de statistische mechanica (samenspel van bewegingen) van de individuele moleculen op microniveau.

Dhr. L. Johnson (University of Nottingham), Wordt elektrisch vliegen mogelijk met toekomstige lithium-air batterijen?

Dhr. Johnson vertelt dat veelal te optimistisch wordt geschreven over de toepassingen van lithium-air in de luchtvaart. Tegelijkertijd heerst er in andere kringen een sterke mate van pessimisme. Er wordt benadrukt dat lithium-air een ademende batterij is. Een lithium-air kan werken door zuurstof uit de lucht op te nemen, waaraan lithium zich bindt en Li₂O₂ vormt. Li₂O₂ is echter een elektrochemisch onhandig materiaal. 500 – 600 Wh per kg batterijpakket is mogelijk. De beste huidige Li-ion batterijen halen net 200 Wh per kg. Om grote passagiersvliegtuigen op batterijen te laten vliegen, is 1000 Wh per kg nodig. Het is de vraag of dit ooit met een batterij te bereiken is. Misschien dat 800 – 900 Wh per kg in zicht is, waarmee we dichtbij kunnen komen. Dus blijft het potentieel beperkt tot 1000 mijl met 70 passagiers. Dhr. Johnson benoemt de grootste problemen en uitdagingen voor de ontwikkeling van Lithium-air batterijen.

Dag 2, 11 september 2024

Plenair

Klik [hier](#) voor het plenaire deel van de tweede dag van deze conferentie.

Op de tweede dag wordt het plenaire deel gestart met een introductie op AESC Batterijfabrikant. AESC is een Japanse batterijenproducent opgericht in 2007 en heeft fabrieken verspreid over de hele wereld. Het is een marktleider voor de productie van batterijen. Het produceert LFP (lithium ferrophosphate) en NCM (nickel, cobalt, manganese), pouch prismatisch en cilindrische cellen voor elektrische voertuigen, grid-scale en commerciële 'battery energy storage systems' (BESS). Het heeft BESS geïnstalleerd over 60 landen.

Vervolgens ging Mw. L. Emilsson van Nidec Energy, een bedrijf dat helpt bij de installatie van BESS, in op de uitdagingen bij batterij-industrialisatie in Europa. Zo zijn er beperkte vaardigheden en capabiliteit voor de fabricage, veel vertragingen en is het krijgen van bekostiging zeer moeizaam. Vaak zijn de tijdlijnen veel te optimistisch en ook is technologie snel verouderd. Bovendien zijn Chinese batterijcellen in de afgelopen jaren aanzienlijk goedkoper geworden. In Europa worden ook Chinese fabrieken gebouwd. De grootste productie vindt plaats in Duitsland met 353 GWh. Voor de gehele productielijn van elektrodeproductie, cell assembly en cell finishing is er een grote afhankelijkheid van Aziatische expertise. In de presentatie wordt verteld waarom BESS nodig zijn voor de energietransitie. In de UK worden momenteel NMC (nickel, cobalt, manganese), NCA (nickel cobalt aluminium) en LFP (lithium ferrophosphate) toegepast en verwachten ze sodium-ion in de komende tien jaar.

Mw. A. Wise (Nyobolt) geeft een presentatie over de reis van laboratorium naar de markt van de Nyobolt batterijcel. Nyobolt heeft een anodemateriaal en eigen 'Battery Management System' (BMS) ontwikkeld waarmee sneller laden mogelijk wordt. Er worden snelladers getoond, een robotstofzuiger die kan snelladen zonder oververhit te raken en een elektrische auto met Nyobolt batterijcellen die in zes minuten zou kunnen opladen.

Dhr. S. Leaper (Watercycle Technologies) geeft een presentatie over de winning van ruwe mineralen. Hij benoemt zijn vijf pijlers voor een circulaire economie: Zero Emissie, Hernieuwbare grondstoffen, hernieuwbare energie, verantwoord landgebruik en

instandhouding van kennis. Op dit moment is er onvoldoende winning van ruwe mineralen om de globale behoefte voor een zero emissie economie te verwerklijken. Watercycle maakt systemen waarmee mineralen kunnen worden gewonnen uit (afval)water, pekkel of afgedankte batterijen.

Mw. M. Marinescu (Imperial College Londen en Ionetic) geeft een presentatie over de ontwikkeling van batterijoplossingen voor eindproducten. Haar onderzoeksgroep werkt aan diverse onderwerpen omtrent batterijen. Er leven vraagstukken op schaalgrootten van atoom, (poeder)deeltje, elektrode, cel, module en systeem. Probleem voor investeerders of klanten is dat beide mogelijkheden voor een batterijpack suboptimaal zijn.

1. Batterijontwikkeling voor een eigen batterij duurt lang, is risicovol en vraagt een grote investering.

2. Bestaande batterijen uit voorraad zijn duur in inkoop per stuk en kunnen niet geoptimaliseerd worden voor hun specifieke product.

Haar onderzoek en startup beoogt in dit gat te springen door te differentiëren tussen maatwerk en standaard batterijoplossingen.

Dhr. K. O'Regan (About:Energy) vertelt over zijn startup die hij is begonnen na zijn promotieonderzoek. Hij dacht aanvankelijk dat ondernemerschap alleen over geld verdienen ging, maar ontdekte dat je met een eigen onderneming juist het verschil kan maken. In ondernemerschap kun je toepassingen bedenken voor de output van wetenschappelijke kennis.

Dhr. T. Heenan (Gaussion) praat over de interne weerstand in batterijen en de ionische geleidbaarheid. Dit zijn relevante eigenschappen voor snelladen en levensduur van batterijen. Zijn bedrijf heeft het MagLiB systeem ontwikkeld dat dit kan bevorderen met behulp van magnetische velden. Het is een add-on die op huidige batterijen kan worden aangebracht.

Dhr. M. Lumsden (Connected Energy) vertelt dat er door de grote vraag naar elektrische voertuigen ook een grotere aanvoer van second-life batterijen op ons afkomt. Zijn bedrijf heeft de E-stor ontwikkeld, een EOS in een zeecontainer met tweedehands batterijen uit Renault batterijpakketten. Hun systemen zijn geschikt voor grid service en ze zullen in 2025 een MW-applicatie installeren. Hij benadrukt de uitdaging om te kunnen blijven concurreren en een goed businessmodel te maken, waarbij je met veel stakeholders te maken hebt. Het bedrijf draagt alle risico in elke stap van ontwikkeling tot aftersales.

Deelsessies Duurzaamheid, Recycling en Hergebruik (deel 2)

Klik [hier](#) voor de breakout 2 – dag 2

Mw. I. Stephens (University of Birmingham), Relevante aspecten bij zoektocht naar duurzame energie

Een duurzame toekomst ligt veel breder dan alleen een focus op CO₂-emissies.

Dhr. C. Evans (Arcadis), Advisering over de energiestroom bij de ontwikkeling van grote batterijfabrieken

Arcadis adviseert bij het bouwen van grote batterijfabrieken. Dhr. Evans gaat in op het energieverbruik van zo'n fabriek. 28% van de energie gaat op in anode en kathode coating, 25% voor schone en droge kamers en 23% voor formations. Het energieverbruik voor

formations omvat alle stappen vanaf de verse batterijcel zoals opladen, ontladen, testen, dompelen en koelen totdat je een complete batterijmodule hebt. Hij benoemt het belang van monitoring (benchmarking) van energieverbruik.

Dhr. J. Darr (University College Londen), Energiereductie bij de productie van batterijen

Dhr. Darr legt uit dat je voor de productie van batterijen energie en chemicaliën nodig hebt en afval achterlaat. Het begint bij de productie van slurry vanuit de chemicaliën waarbij veel hitte nodig is.

Mw. M. Rhodes (University of Edinburgh), Analyse van lithiumhoudende mineralen

Mw. Rhodes vertelt over jadarite / $\text{LiNaSiB}_3\text{O}_7(\text{OH})$ als een nieuw analysemateriaal voor lithium. Het is vrij moeilijk om een geschikte analysetechniek voor lithium te vinden, omdat lithium een klein atoom is. Een techniek waarmee ze werkt is muonic X-ray emission spectroscopy, waarmee muonen op lithiatomen worden geschoten. Als gevolg hiervan wordt specifieke röntgenstraling uitgezonden, welke wel gedetecteerd kan worden.

Mw. A. Kendall (University of California Davis), Levenscyclus van lithium-ion batterijen

Er worden verschillende analysekaders getoond waarmee de levenscyclus van een lithium-ion batterij in kaart kan worden gebracht. Gezien de belangrijke rol van batterijen in de nabije toekomst, zal ook de emissie van de gehele cyclus rondom batterijen toenemen. Buiten emissies spelen ook zaken rondom mineraalwinning een rol. Denk hierbij aan de maatschappelijke impact in de landen van oorsprong. Bijna driekwart van het kobalt komt uit Congo, waar mensenrechten structureel worden geschonden. Verder zijn er zorgen of er genoeg mineralen zijn. Het is de vraag of de mineralen op het juiste moment beschikbaar zijn en vraag en aanbod in balans blijven. Hiervoor heeft ze verschillende scenario's gemodelleerd tot 2050. Uit haar analyse blijkt dat verschillende scenario's verwachten dat 46 tot 85 nieuwe lithiummijnen nodig zijn. Een forse uitbreiding in de zogeheten Lithium-triangle rondom het noorden van Chili en Argentinië is belangrijk. Ook brengt ze de exportmarkt van tweedehands elektrische voertuigen onder de aandacht, vanuit Europa, VS, Korea, China naar midden en lage-inkomen landen. Hierover is nog weinig data bekend. In deze landen blijven de uiteindelijk afgedankte voertuigen achter en verdwijnen de materialen uit de kringloop, omdat daar geen recycling plaatsvindt.

Dag 3, 12 september 2024

Deelsessies Batterijveiligheid dag 3

Klik [hier](#) voor de breakout 2, dag 3

Dhr. B. Schumacher (Columbia University), Interne kortsluiting door lithiummetaal

Er wordt getoond hoe dendrieten van lithiummetaal worden gevormd en interne kortsluiting vormen, waardoor interne verhitting ontstaat en de batterijcel in thermal runaway raakt. Met een experiment is de weerstand gemeten van dendrieten in een testopstelling die lijkt op een batterij met de kathode van een LCO batterijcel. De brandstof hierbij is LIPF6 (lithiumzout) en oplosmiddelen ethyleencarbonaat EC en dimethyl-carbonaat DC. Hierin is de interne hittestroom gemeten en benaderd met adiabatische condities. Doel was berekenen welke

weerstand (grootte) een dergelijke dendriet moet hebben om de batterij in thermal runaway te laten gaan.

Dhr. W. Huang (Imperial College Londen), Bijdrage van vonken bij thermische propagatie

Dhr. Huang legt het fenomeen thermal runaway uit. Hij legt uit dat in modellen vaak alleen de cel-naar-cel hittestroom wordt gemodelleerd. In zijn onderzoek bestudeert hij de invloed van weggeschoten gassen, vonken en deeltjes (ejecta), door aan een dummy batterij te meten. Uit zijn metingen blijkt dat de lucht (tot boven de 450 graden Celsius) in het batterijpakket een hogere temperatuur heeft dan het oppervlak van de batterijcellen. Om de ejecta te modelleren gebruikt hij voor de gasstroom een Euler model en de deeltjes een Lagrange model. De deeltjes blijken een significante bijdrage te leveren aan de thermische propagatie. Tenslotte vertragen de achtergebleven deeltjes de cooling stage na afloop van de thermal runaway.

Op de vraag of deze ejecta een indicator kunnen geven, in relatie tot mobiele telefoons als mogelijke brandoorzaak antwoordt dhr. Huang ja. Als early warning model heeft hij naar gassen gekeken en dat leek te werken.

In antwoord op een vraag naar de aanwezigheid van plasma en effect op geleidbaarheid. en de opmerking dat er inmiddels batterijcellen met het ventilatieopening aan de bodem omdat ze de bijdrage van ejecta kunnen beperken, merkt dhr. Huang op dat deeltjes en gas de aanwezigheid van plasma doen bevorderen. Er is plasma gezien in pouch cel modules. Plasma lijkt een bron te zijn van de dampwolk. Er zijn plannen voor vervolgonderzoek naar de manier waarop dit verandert bij betrokkenheid van meerdere cellen.

Mw. L. Turner (Ilika Technologies), Lithium-ion Solid-State Batterijcellen

Ilika Technologies werkt aan de ontwikkeling van solid-state batterijen. Mw. Turner vertelt over de cell-to-pack ratio. De energiedichtheid Wh per kg neemt af van batterijcel tot batterijpakket. Dat wil zeggen dat de energiedichtheid van een batterijpakket in termen van Wh per kg lager is dan die van een individuele batterijcel. De ratio hiervan wordt cell-to-pack ratio genoemd. Bij solid-state batterij zal de cell-to-pack ratio beter zijn, omdat er minder behuizingsmateriaal nodig is. Daardoor zullen solid-state batterijen in verhouding “lichter” zijn dan de huidige batterijen. Er wordt een nail penetration getoond van een prototype Ilika solid-state batterijcel. Hierbij is slechts een geringe temperatuuroename te zien.

Op de vraag of het een all solid-state batterijcel betreft en of er al overcharging en externe hitte testen zijn gedaan, antwoordt mw. Turner dat ze bezig zijn met een composietmateriaal. De genoemde testen zijn nog niet gedaan, maar er staan nog testen gepland. Bij navraag wordt bevestigd dat de cel operationeel was.

Mw. C. Gaya (Ineris), Onderzoek naar batterijveiligheid bij Ineris

Ineris is een publiek kennisinstituut voor omgevingsveiligheid en industriële veiligheid en risicobeheersing. Ineris beschikt over een laboratorium waarin batterijmodules in thermal runaway kunnen worden getest. Hiermee toont zij haar ambitie om experimenten uit te voeren en inzicht te verkrijgen op alle schaalniveaus die bijdragen aan de veiligheid van batterijpakketten – van het atomaire niveau, via het materiaal- en celniveau, tot op het niveau van complete batterijpakketten.

Uit onderzoek bleek dat nanodeeltjes een groter explosierisico hebben dan microdeeltjes in het geval van lithium kathodemateriaal. In ander onderzoek is het brandgevaar van

lithiumzout LiPF₆ met natriumzout NaPF₆ vergeleken. De Heat Release Rate bleek nagenoeg gelijk te zijn en voornamelijk van oplosmiddelen af te hangen. Echter, de gassamentelling leek te verschillen en afhankelijk van zowel oplosmiddelen als de chemie van het zout. Zo bleek het fluor uit natriumzout eerder in vaste fluorhoudende stoffen te vormen en bij lithiumzout meer gasvormig waterstoffluoride te vormen.

Bij een brandtest uit 2012 tussen een EV⁴ en conventioneel voertuig bleek dat de Piek Heat Release Rate gelijk was, evenals massaverlies en total heat released. De gassamenstelling vertoonde overeenkomsten. Alleen HF⁵ kwam in hogere concentraties vrij.

Verder bleek dat water nog steeds het beste bestrijdingsmiddel is, maar wel toegepast in grote volumes. Water is vervuild met nikkel, mangaan, kobalt, lithium en aluminium met koolstofhoudende stoffen. Verder kunnen oplosmiddelen uit het elektrolyt ook vrijkomen in het water.

Tenslotte worden twee modellen getoond voor de degradatie van batterijcellen

Op de vraag of, bij bestrijding van batterijbranden met water of laten uitbranden, een vergelijking is gemaakt voor de milieubelasting van vervuild water of toxische gassen, antwoordt mw. Gaya dat ze in Corsica metingen hebben gedaan naar de rookpluim en naar water. Bij bestudering van de bodem bleek de bodemvervuiling significant. Het is omgevingsafhankelijk. Een giftige rookpluim is in een centrum onwenselijk, maar wellicht beter in een dunbevolkt gebied. De volledige impact is nog niet in beeld.

Mw. E. Sutcliffe (EV Firesafe), Incidentbestrijding Li-ion batterijen

EV FireSafe houdt zich bezig zijn met incidentbestrijding en houdt daarover een database bij. Hierin staan 575 thermal runaways in elektrische voertuigen geregistreerd. In essentie is het een vrij klein gedeelte van het totaal aantal elektrische voertuigen op de weg. In 2021 en 2022 was er een kleine piek door de productiefout bij de LG cellen.

Oorzaken zijn 199x aanrijding, 28x auto te water, 45x batterijfout, 22x externe brand en de overige 51% is onbekend. Uit de data van het NIPV blijkt dat de batterij in de meeste gevallen niet betrokken is bij een elektrische voertuigbrand. Elektrische voertuigbranden zijn zeldzaam, maar wel zorgelijk voor incidentbestrijders. Hulpverleners hebben geen training of bewustzijn van het incidenttype en voelen zich onveilig rondom deze voertuigen.

Er zijn 24 vapour cloud explosions geregistreerd. Identificatie van elektrische voertuigen gaat moeizaam. Ook projectielen zijn bij batterijen in het algemeen een probleem. EV's zijn stil en kunnen onverwachts bewegen, omdat er geen motorgeluid is. Verder is er ook na een incident nog een gevaar op herontsteking en staat er nog spanning op batterijen. Verder is de branddriehoek niet geldig bij thermal runaway, ook onder water kan een thermal runaway door blijven gaan. Er worden dodelijke ongevallen met LEV⁶'s getoond.

Plenair

Klik [hier](#) voor het plenaire deel, dag 3

Dhr. S. Komaba (Kyoto University) vertelt over onderzoek naar nieuwe batterijtypen Na-ion en K-ion. Er wordt een uitgebreid overzicht gegeven van alle onderzoeken van Kyoto

⁴ elektrisch voertuig

⁵ waterstoffluoride

⁶ lichte elektrische voertuigen

University en partners naar geschikte materialen voor Sodium-ion / Natrium-ion en Potassium-ion / Kalium-ion batterijen. Experimenteel onderzoek met onder meer Machine Learning wordt hier extensief uitgevoerd om tot geschikte materialen te komen met de juiste eigenschappen. Interessant punt voor de veiligheid is dat het smeltpunt van natriumionen (97,8 degC) en kaliumionen (63,4 degC) lager ligt dan dat van lithiumionen (180,5 degC). Dendrieten kunnen fuseren door Joule's heat als gevolg van interne kortsluiting.

Tot slot vertelt mw. C. Grey (University of Cambridge) over onderzoek naar anode- en kathodematerialen. Om batterijprestaties te verbeteren en nieuwe technologie te ontwikkelen is een grondig begrip nodig van alle chemische en mechanische processen over de gehele lengteschaal van atoom- tot celniveau. Bij de ontwikkeling van nieuwe NMC varianten bleek dat degradatie toeneemt als het potentiaalverschil (capaciteit) toeneemt. Er wordt een aantal reactiemechanismen getoond die in de afgelopen jaren zijn bestudeerd in dit vakgebied met daarbij de experimentele technieken die nodig zijn bij dit onderzoek. Ook laat mw. Gray iets zien over kristalvorming en cracking, dat bij te snel laden kan voorkomen. In dit onderzoek worden laadcycli onderzocht om het degradatieproces beter te begrijpen.

Degradatiemechanismen zijn bijvoorbeeld degradatie van oplosmiddelen, zoutformatie en metal dissolution. Uit het onderzoek blijkt dat bij een volle laadcyclus sneller degradatie optreedt dan wanneer je bij hoge voltages (SoC) op- en ontlad.

4 DNV 'H2-awareness training'

Datum: 30 september – 1 oktober 2024

Locatie: Spadeadam, UK

Auteur: J. Reinders

Inleiding

DNV is een van oorsprong Noors bedrijf dat zich onder meer bezighoudt met veiligheids- en risicostudies en praktijktests van installaties waarin gevaarlijke stoffen worden gebruikt of opgeslagen. Ook maken ze hiervoor software.

Het bedrijf, waarmee het NIPV een samenwerkingsovereenkomst heeft, organiseerde een tweedaagse H2-awareness training voor partijen, veelal klanten, die betrokken zijn bij de overgang van fossiele brandstoffen, met name aardgas, naar waterstof. Locatie was Spadeadam in Noord-Engeland. Spadeadam is van huis uit een testlocatie van de RAF⁷, maar al vele jaren wordt deze ook gebruikt voor civiele doeleinden, in het bijzonder grootschalige tests met gevaarlijke stoffen. DNV maakt hier al lang gebruik van en het bedrijf heeft onlangs een nieuwe trainingsfaciliteit geopend op de locatie. Daar werd de training gehouden.

Activiteiten op de twee trainingsdagen

De groep aanwezigen bestond voor een groot deel uit vertegenwoordigers van de Gasunie (ca. 10). Verder enkele vertegenwoordigers van netbeheerders, British Gas, wat onderzoeksinstelling en overheid.

De awareness training bestond, naast een deels audiovisuele rondgang door en over de faciliteit, uit een drietal presentaties en drie demonstraties buiten.

De rondgang gaf een beeld van het belang dat DNV hecht aan experimenteel werk. Dit om computermodellen te valideren (DNV brengt de risico- en effectmodellen Safeti⁸ en Phast uit), maar ook voor tests van installaties en installatieonderdelen, zoals geschiktheid van gebruikte materialen, om in wetenschappelijke kennisleemtes te voorzien (bijv. gedrag van CO₂ in pijpleidingen) en voor trainingen en demonstraties.

De drie presentaties gaven theoretische achtergrond:

1. Overzicht van de fysisch-chemische eigenschappen van waterstof, met name in vergelijking met aardgas; vooral belangrijk in verband met veiligheid: lichter, lagere ontstekingsenergie (gemakkelijker te ontsteken) en hogere energiedichtheid.
2. Belangrijke aspecten van waterstofinstallaties (in huis; nieuw of omgebouwd vanuit aardgas). Bottom line hier was dat het van groot belang is om gasconcentraties in woningen als gevolg van lekken zeer laag te houden (<10-15 vol%) om explosies te voorkomen. Detectie en ventilatie (in bijv. meterkast) zijn dus belangrijk. Bij lagere

⁷ Royal Air Force, de Engelse luchtmacht

⁸ Safeti.nl is een (via RIVM) op Nederland toegespitste versie, die wordt voorgeschreven voor kwantitatieve risicoanalyses (QRA's) bij grote chemische bedrijven (Seveso-bedrijven) in Nederland.

concentraties is de ontstekingsenergie hoger en is de kracht van de explosie veel geringer.

3. Een lezing over de Deflagratie naar Detonatie Transitie (DDT). De studie naar dit fenomeen werd geïnitieerd na het Buncefield incident in 2005. Hierbij werd een opslagtank met benzine overvuld. Door de wijze waarop de tank was geconstrueerd kon de benzine die over de rand van de tank naar beneden liep zich als een soort spray verspreiden in de omgeving. Het was windstil en er ontstond een mist van benzinedamp rondom het tankpark. Toen de dampwolk ontstoken werd was de explosie veel zwaarder dan waarmee men rekening had gehouden: het was in de open lucht, dus geen ingesloten mengsel waardoor relatief weinig drukopbouw werd verwacht. Uit de studie bleek dat de veel hogere druk een gevolg was van de DDT die in de dampwolk kon optreden doordat de vlam zich na ontsteking met veel grotere snelheid door de gaswolk verspreidde dan gedacht. DDT is een gevolg van vlamversnelling die kan worden geïnduceerd als de vlam om obstakels (congestion) heen beweegt. Als de vlamsnelheid hoger wordt dan de geluidssnelheid in de gaswolk zal een schokgolf ontstaan die het mengsel vóór het drukgolffront zoveel samenperst en dus verhit dat dit vanzelf ontsteekt, met zeer hoge drukken als gevolg. De schokgolf houdt zichzelf in stand en loopt door de hele gaswolk.

De demonstraties waren erop gericht om een beeld en "gevoel" te geven van de impact:

1. In de eerste demonstratie werd in een metalen rechthoekige container van ca. 4 x 4 x 8 m een mengsel ca. 4 kg propaan (ongeveer een barbecuefles) in lucht tot ontploffing gebracht. Eén kopse kant was open gelaten (d.w.z. deze was alleen afgedicht met een dun stuk plastic om het gas binnen te houden). Hierdoor kon de druk ontsnappen. We stonden op 20-30 m naast de container. De explosie was zeer luid (ik schrok er van ondanks oordopjes en de waarschuwing dat deze 165 dB zou zijn!). De hitte en drukgolf (ca 100 mbar) waren goed voelbaar. Opgemerkt werd dat ditzelfde effect met slechts enkele honderden gram waterstof zou kunnen worden bereikt.
2. Een jettfire van 3,8 kg/s aardgas uit een 8 cm diameter pijp. Ook nu stonden we weer op zo'n 20-30 m afstand. Wat meteen opviel was het enorme lawaai. De jetlengte was naar schatting ongeveer 20-30 m. De warmte was heel goed voelbaar (DNV: 1-2 kW/m²).
3. DDT. In een Kubus van dun plastic van 2 x 2 x 2 m werd H₂ ontstoken. We stonden nu op zo'n 40-50 m afstand. Ook nu was er een enorme klap en de drukgolf en warmte waren goed voelbaar.

Tenslotte werd een bezoek gebracht aan modelwoningen die worden gebruikt om het gedrag van waterstof in woningen te monitoren (alook om commerciële waterstofketels te testen). Uit deze experimenten was onder meer gebleken dat lekkend waterstof zich naar hogere woonlagen zal begeven dan aardgas, Dit is van belang bij bijvoorbeeld etagewoningen of flats.

Conclusie

Gedurende het bezoek werd men duidelijk bewust gemaakt van de risico's van waterstof en dat deze anders zijn dan van aardgas. Niettemin gaf DNV ook aan dat de risico's beheersbaar zijn met de juiste maatregelen.

Al met al kan DNV / Spadeadam voor het NIPV nuttig zijn, bijvoorbeeld om:

- Een reality check uit te voeren op (onze, EFFECTS) modellen
- Eventueel experimenten mee op te zetten (op Spadeadam)
- Een beeld of gevoel te krijgen van de impact van incidenten die niet alledaags zijn (meer dan een auto- of woningbrand).
- Inhoudelijke kennis op te doen (bijv. over explosies)
- Te netwerken / informatie uit te wisselen met andere organisaties die met gevaarlijke stoffen / energietransitie bezig zijn.

5 UL ESRI⁹ congres

Datum: 8-9 oktober 2024

Locatie: Petten, Nederland

Auteur: H. Brans en T. Hessels

Dag 1, 8 oktober 2024

Opening en introductie

Opening: dhr. C. Cramer en mw. C. Framer (Underwriters Laboratories (UL) Research Institutes)

In Chicago is in 1895 Underwriters Laboratories opgericht nadat een jonge onderzoeker zich zorgen maakte om gebouwen die in brand vlogen. Er is een jaarlijkse begroting is van 100 miljoen dollar verspreid over verschillende instituten in de Verenigde Staten.

Introduction: mw. J. Jeevarajan (Environmental Systems Research Institute (ESRI), UL Research Institutes) en dhr. A. Pfrang (Joint Research Centre (JRC))

Het Joint Research Centre (JRC) is een onafhankelijk onderzoeksinstituut voor de Europese Commissie. Het doel is om politiek te voorzien van goede wetenschappelijke kennis.

Het Electrochemical Safety Research Institute (ESRI) heeft bijgedragen aan standaarden voor publieke veiligheid, zoals de International Civil Aviation Organization (ICAO) in de luchtvaart. Het Battery Safety Council is opgericht na de lithium-ion batterijbrand in een Boeing 787 in Boston. Het Energy Storage Safety Summit wordt jaarlijks georganiseerd sinds 2014.

Er zijn vier vakgebieden op het gebied van *safety research* naar nieuwe energievormen zoals waterstof, flowbatterijen, simulation/modeling en nieuwe materialen voor batterijen. Er wordt getoond dat er een database is met ongelukken van Battery Energy Storage System (BESS) en branden in ondergrondse parkeergarages. Er ontstaan ook branden in recyclingfaciliteiten. Verder blijkt uit inbrandende batterijbranden het belang van batterijveiligheid.

We hebben batterijen nodig voor een emissieloze toekomst en het faciliteren van elektrische voertuigen. Het Joint Research Centre (JRC) doet onderzoek naar veiligheid en degradatie van batterijcellen. In Petten staat een batterijlab, verder zijn in Italië en Spanje onderzoeken naar de ecologische footprint en recycling van batterijen. Een van de doelen van nieuwe batterijregelgeving is om een goede kringloop te faciliteren.

⁹ Electrochemical Safety Research Institute (ESRI) van Underwriters Laboratories (UL)

Presentaties

Mw. J. Jeevarajan (UL) - Gevaren van Energie Opslagsystemen.

Mw. Jeevarajan vertelt dat de grootte van batterijpakketten steeds groter wordt, van tientallen Wh, naar kWh en MWh. Ze legt het verschil uit tussen thermische, mechanische en elektrische faaloorzaken. Deze informatie is bij het NIPV bekend in onze onderzoeken.

Een nieuw onderwerp is de veiligheid van opladers. De oplader dient de eigenschappen van de batterijcel te herkennen. Er bestaan namaak batterijcellen van een lagere kwaliteit.

Dhr. M. Rasmussen (RI.SE Sweden) - Nieuw Batterijlab van RI.SE

Het Research Institutes of Sweden (RI.SE) heeft een nieuw batterijlab geopend dat sterk genoeg is om tegen explosies van flinke batterijpakketten (100kWh) te kunnen. In het laboratorium van RI.SE kunnen testen van vibratie en andere faaloorzaken worden onderzocht. De veiligheid in het lab is een belangrijk punt van aandacht. Ook handling, opslaan, opladen, prepareren, testen, afvoeren en schoonmaken heeft aandacht.

Dhr. F. Larsson (Green Option Technology AB) - Experimenten naar batterijcellen

Dhr. Larsson heeft de afgelopen twintig jaar experimenten uitgevoerd naar hitte, gassen, openscheuren van cellen, explosies en branden met batterijen.

De gasproductie komt al op gang voor de echte thermal runaway, onder de 100 graden Celsius. De gassen die als eerste vrijkomen zijn lastig te detecteren. Vanuit industrieel oogpunt wordt een afweging gemaakt tussen veiligheid en andere eigenschappen van de batterijcellen, een goede risicostudie is hierbij van belang.

Bij lithium-ijzer-fosfaat batterijen (Engels: lithium-iron-phosphate (LFP)) komt minder hitte vrij, dat resulteert in meer onverbrande gassen. Hierdoor is het explosiegevaar bij LFP wat hoger. Batterijveiligheid vereist een holistische aanpak, waarbij ook de omgeving in beschouwing dient te worden genomen.

Dhr. V. Premnath (UL Research Institute) - off-nominal testing

Testen zijn mogelijk op celniveau en moduleniveau. Voor het testen is een risk-assessment nodig. Verder zijn persoonlijke beschermingsmiddelen belangrijk.

Dhr. Premnath heeft testen in een testkamer uitgevoerd, waarin hij de batterijen in een *blast chamber* heeft geplaatst die is aangesloten op ventilatie. Hij wacht nog twee uur nadat de test is afgelopen voordat hij de testkamer betreedt. Het is van belang dat ventilatie blijft lopen en je persoonlijke beschermingsmiddelen draagt. Verder wordt het belang van het opstellen van veiligheids- en testprotocollen voor een experiment benadrukt.

Dhr. S. Holz (Fraunhofer, Ernst-Mach Institute)

Off-nominal tests zijn testen waarin een product wordt blootgesteld aan omstandigheden die afwijken van de normale gebruiksomstandigheden en dit zijn bijvoorbeeld crush- en shocktesten en thermal runaway. Bij Fraunhofer hebben ze optische, X-Ray en CT-scans om het te analyseren. Hij laat filmpjes zien van *nail penetration* met een live CT-scan, zodat je binnenin de cel kunt kijken. Ze hebben een nieuw lab geopend genaamd TEVLIB. Ook werken ze aan simulaties, omdat je niet alle mogelijkheden kunt testen.

Mw. C. Mair (Virtual Vehicle Research GmbH)

Virtual Vehicle Research GmbH doet onderzoek naar de veiligheid van batterijen. Er is een lab bestaande uit een testkamer en een controlekamer. Er worden testen gedaan naar

bijvoorbeeld noodkoeling en thermal runaway van verschillende subtypen. Ook onderzoeken ze vlambogen en doen ze analyse van roetdeeltjes.

Dhr. A. Bordes (Ineris)

Het Institut National De L'environnement Industriel Et Des Riques (Ineris) levert technische en wetenschappelijke kennis voor het ontwikkelen van regelgeving. Er wordt ingegaan op de omgang met veiligheid bij Ineris. Zo compartimenteren ze de opslag van batterijen, hebben ventilatiesystemen, en slaan op bij SoC¹⁰ onder de 50%. Ze slaan de batterijen die nog gebruikt moeten worden apart op van de al geteste batterijen.

Ook voor het transport na een test zijn regels, met name voor deels uitgebrande batterijen zijn deze strenger. Je kunt dan de batterij volledig laten doorreageren of uitbranden om het gevaar te verminderen. Ze wachten 12 uur na de test tot ze de testkamer weer binnentreden. Waar mogelijk ontladen ze voordat ze de batterij manipuleren. Men werkt altijd in tweetallen.

Dhr. N. Böttcher (Federal Institute for Materials research and testing)

Dhr. Böttcher vertelt welke vereisten er zijn aan de testfaciliteiten van BAM¹¹. Zo heeft BAM een testkamer in een bunker staan met gasmeters HF, H₂ en CO. Ook zijn er continu bewakingsbeelden. Hij laat hun testfaciliteiten zien op foto's. Tot slot wordt goede scholing van de laboranten benadrukt over de risico's van hoogspanning.

Dhr. M. Paiss (Pacific Northwest National Laboratory, PNNL)

Dhr. Paiss vertelt over de preventie van deflagraties. Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) doet performancetesten en de testen van de spreker zijn gefocust op pre-certificatie. In het lab worden nieuwe *grid storage* technieken getest, zodat de VS voorop kan blijven lopen met energieopslag. In het lab zijn twee gedeelten. De eerste voor batterijen tot circa een tiental kWh en flowbatterijen. In de tweede testruimte zijn zes kamers waarin grotere batterijsystemen getest kunnen worden.

Matthew laat zien hoe ze bijdragen aan systemen om deflagratie tegen te gaan, zoals ventilatienormen en ook SIL verificatie voor systeemveiligheid. Hij noemt het vaststellen van de gasproductiesnelheid een uitdaging.

Mw. N. Lebedeva (Joint Research Centre (JRC)) - Experiment naar roetdeeltjes na lithium-ion batterijbranden

Er komen veel verschillende gassen vrij bij lithium-ion batterijbranden. Er is weinig data over de aerosolen die vrijkomen, de zwarte rook. Mw. Lebedeva noemt slechts twee wetenschappelijke artikelen. Daarom heeft ze een experiment opgezet. De roetdeeltjes heeft ze met Röntgenstraling (X-rays) geanalyseerd, meer specifiek betrof dit de technieken XRD-analysis (X-ray diffraction analysis) en SEM/EDX (Scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray spectroscopy). In het roet vindt ze koolstof, fosfor, zuurstof, fluor deeltjes, metalen nikkel, kobalt, mangaan. Verder variëren ze in hun vorm, en hebben een ordegrootte van micrometer, soms nanometer. Ze laat microscoopbeelden zien van de roetdeeltjes van de metalen.

Dhr. C. Lopez (Stress Engineering Services) - Testen van BESS (digitale presentatie)

Stress Engineering Services is een ingenieursbureau met meerdere locaties in de VS. Dhr. Lopez probeert met zijn onderzoek systeemontwerpers te ondersteunen om veiliger

¹⁰ state of charge

¹¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

systemen te maken. Hij laat filmpjes zien van verschillende abuse-tests. Hiermee krijgen ze inzicht in het gedrag tijdens een faalsituatie. Veiligheid begint bij het ontwerp van de test. Verder laat hij passieve en actieve veiligheidsmaatregelen zien.

Mw. W. Si Tang (ESRI, ULRI) - Veiligheidsoverwegingen bij ontwikkeling van een batterijlab.

Er wordt een plaatje getoond van een vlamtest van een separator ondergedompeld in elektrolytvloeistof. Vlampunt is een aspect van materiaalveiligheid, verder zijn er thermische eigenschappen. Verder wordt gevraagd na te denken over hoe je je sample opzet. Een nieuw project is het 3D-printen van batterijen, maar dit staat nog helemaal in het begin.

Dhr. B. Mellander (Chalmers University of Technology) - Veiligheid in het lab

Het komt nog wel eens voor dat de veiligheid onvoldoende is in een laboratorium. Stel dat aan alle standardeisen voor een chemisch lab is voldaan, welke aanvullende veiligheidsissues zijn er dan met batterijen? In Zweden is een explosie van een e-scooter door de politie verward met als gevolg een verdenking van een illegale bommenfabriek. Voordeel is dat batterijcellen relatief gezien vrij klein zijn.

Nadelen in het lab:

- Onervaren gebruikers.
- Veiligheidsapparatuur in commerciële batterijen kan afwezig zijn, geen BMS, geen current interruptive device.
- Nieuwe veiligheidsrisico's bij nieuwe systemen.

Men probeert de risico's te verminderen door voorlichting van laboranten, procedures en goede materialen en middelen. Daarnaast een risk-assessment voor elke test om een goede risico-inschatting te maken. Er worden plaatjes getoond van een e-bike in thermal runaway in een lift.

Dhr. P. Vie (Institute for Energy Technology, IFE)

Het 'Institute for Energy Technology' (IFE) is een onderzoekslab in Noorwegen. Bij IFE willen ze onderzoek doen naar alle ketens in de levenscyclus van batterijen. Het heeft eigen labfaciliteiten. Onlangs is onderzoek gedaan naar veroudering van cellen.

Dhr. O. Böse (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, ZSW)

Het 'Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg' (ZSW) werkt aan veel nieuwe energiebronnen binnen de energietransitie. Ze hebben er drie bunkers voor testen.

Dhr. M. Borner (Westfälische Wilhelms-Universität (WWU), Münster)

Bij nieuwe materialen is het niet vanzelfsprekend dat ze veilig zijn. Daarom wil je in een vroeg stadium de veiligheid van nieuwe materialen testen, eerst in grammen dan in coatings tot uiteindelijk pilottesten met sample batterijcellen. Vaak zie je dat veiligheidsonderzoek pas wat later in de ontwikkelingscyclus begint.

Dhr. U. Vijay (Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides (LRCS), Frankrijk)

Er wordt een VR-training voor nieuwe studenten getoond over de veiligheid van het lab.

Dag 2, 9 oktober 2024

Opening Remarks - dhr. A. Kriston (JRC)

Bij een terugblik op de eerste dag is vooral veiligheid van labtesten van belang. De spreker doet de suggestie om te komen tot een standaard hoe een batterijlab veilig kan worden ingelicht.

Presentaties

Dhr. O. King (Tesla)

Bij Tesla werken meer dan 100 werknemers aan batterijtesten. Uit de cijfers blijkt dat Tesla's brandveilig zijn dan andere voertuigen op de weg op basis van het Amerikaans gemiddelde. Dhr. King laat zien hoe Tesla zijn batterijpakketten ontwerpt. Daarin worden modellen gemaakt waarmee wordt getracht om de thermal runaway tot één cel te beperken. Deze modellen worden vervolgens met praktijktesten bevestigd of ontkracht. Ook laat hij voorbeelden zien van verschillende testen, zoals de bestendigheid tegen een benzine plasbrand of beschadigingen aan de onderkant van het batterijpakket.

Dhr. A. Garcia (Universitat Politècnica de Valencia)

Deze presentatie betreft een videopresentatie. Dhr. Garcia licht toe wat voor soort experimenten ze doen, veelal vergelijkbaar met de eerdere presentaties die we hebben gezien. Hij licht de PBM's toe die het personeel moeten gebruiken om veilig in het batterijenlab te werken.

Mw. J. Middelkoop (Fire Department of Amsterdam in Netherlands)

Mw. Middelkoop vertelt over de uitdagingen van batterijen voor de brandweer, die al beginnen met het herkennen van überhaupt het soort batterij (loodaccu, lithium-ion, etc.). Ze geeft aan dat de uitdaging is dat de thermal runaway gassen op (witte) rook lijken, maar juist een brandbaar gas zijn. Ze vraagt zich af: hoe trainen we brandweerpersoneel daarin? Vervolgens heeft ze het over de uitdagingen van batterijen in relatie tot de brandweerinzet. Daarna vertelt ze over de uitdagingen die elektrische voertuigbranden met zich meebrengen. Op dit moment wordt er veelal gedompeld, maar brandweerpersoneel moet daarbij goed kijken of de batterij betrokken is. Als de auto dan gedompeld is, of bijvoorbeeld de e-bike accu, zijn er nog steeds uitdagingen, zoals vervuild bluswater. Vervolgens wordt de Viking Gymir casus gepresenteerd, waarbij de spreker zelf als AGS ter plaatse was. Vervolgens licht ze een casus toe uit Aalsmeer (5 juni 2020), waar een elektrische bus schade had opgelopen omdat het viaduct lager was dan de buschauffeur had ingeschat. Les van die casus was dat technici vooral weten hoe om te gaan volledige batterijpakketten, niet met beschadigde.

Dhr. K. Vollmacher (Energy Safety)

Het risico van de thermal runaway gassen en het explosierisico wat deze met zich meebrengen wordt benadrukt. Dhr. Vollmacher laat zien dat in de energietransitie gebruikte gassen, zoals waterstof en ethyleen, een ander brandgedrag kennen dan propaan en methaan. Hij presenteert enkele voorbeelden van cases waarin een explosie is geweest, waarbij te zien is dat bij waterstof een ander schadebeeld is dan bij aardgas. We kunnen nieuwe technologieën nodig hebben voor de energietransitie, maar dit moet wel veilig gaan. Hij stelt ook aan dat incidentbestrijding mogelijk moet zijn: als technologie faalt, moet er een mogelijkheid zijn tot ingrijpen. Uren wachten tot iets is uitgebrand is niet altijd acceptabel.

Dhr. M. van den Berg (Fire Department of Rotterdam in Netherlands)

Dhr. Van den Berg benadrukt nog een keer de uitdagingen voor de brandweer en sluit af met AI video over brandveiligheid van EOS'en in de toekomst.

Dhr. M. Planells (IDIADA Automotive)

Dhr. Planells laat zien hoe om te gaan met afvalwater en afval na batterijtesten.

Dhr. G. Cotogno (Vehicle Emission Laboratory (VELA))

Er wordt uitleg gegeven over ISO-standaarden. ISO 9001 gaat over algemene eisen voor kwaliteitsmanagement; ISO 17025 gaat voor testen en kalibratie van laboratoria; ISO 17020 gaat over andere aspecten. VELA is ontstaan als onderzoeksbureau en voert nu ook testen en inspecties uit voor de ISO-accreditatie. Ook personeelsmanagement en betrokkenheid is van belang voor goede prestaties in een bedrijf. Verder zijn er nog uitdagingen voor wat betreft de kosten van testen, en ook de andere mindset van een accreditatietraject. Je moet ook kunnen vergelijken met andere externe laboratoria.

Dhr. J. Stewart (UL Solutions)

Dhr. Stewart vertelt over de veiligheid van lithium-ion batterijen tijdens transport. Hij vertelt dat er vanuit de Verenigde Naties aanbevelingen zijn voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. Dit is het framework voor richtlijnen met betrekking tot het vervoer van gevaarlijke stoffen, zoals de ADR voor wegtransport, IMDG Code voor scheepvaart en de ICAO-richtlijnen voor luchtvaart. Lithium-ion batterijen zijn geclassificeerd als een 'Class 9 dangerous good'. Voordat batterijen getransporteerd kunnen worden, dienen ze testen te hebben volstaan, zoals een hoogtestimulatie onder lagere luchtdrukken, en thermische- en vibratietesten. Deze staan in artikel 38.3 van UN Manual of Tests and Criteria. Ook zijn er eisen aan de verpakking van batterijen voor transport.

Naar aanleiding van een vraag uit het publiek wat dhr. Stewart vindt van State of Charge-eisen (het laadniveau van batterijen) voor land- en zeetransport, vertelt hij dat hij hier niet bij is betrokken en het vooralsnog niet ziet gebeuren. Er is enige weerstand tegen. Men zegt dat het nu eenmaal wenselijk is om bepaalde apparatuur met een volle batterij te transporteren, zoals medische apparatuur bijvoorbeeld.

Mw. K. Sann-Ferro (VDE German Commission for Electrical, Electronic and Information Technologies)

Aan de Harmonized Standards is recentelijk een teststandaard toegevoegd over de thermische propagatie.

Samenvatting en Afronding

Mw. J. Jeevarajan, Vice President & Executive Director, Electrochemical Safety Research Institute (ESRI), UL Research Institutes en Dhr. A. Kriston, Scientific Officer, European Commission, Joint Research Centre (JRC)

In de slotsom wordt de conclusie getrokken dat er veel overeenkomsten zijn tussen de labs over hoe zaken worden aangepakt. Met name de inzichten over hoe met de veiligheid van testen van nieuwe materialen wordt omgegaan zijn erg waardevol. De inzichten van de aanwezige brandweer geven wetenschappers een beeld van wat er buiten gebeurt en waar hun werk aan bijdraagt om de risico's te verminderen.

6 Bezoek LFB en FABIG¹² congres

Datum: 22-24 oktober 2024

Locatie: Londen, UK

Auteur: T. Hessels

Dag 1, 22 oktober 2024: bezoek London Fire Brigade (LFB)

Tijdens dit werkbezoek, met enkele afgevaardigden van de London Fire Brigade (LFB), die zich veelal bezighouden met zowel brandpreventie als incidentbestrijdingsaspecten van lithium-ion batterijen, is kennis uitgewisseld tussen de twee organisaties.

Op dit moment is er in Londen sprake van een flinke hoeveelheid branden met e-bikes en e-steps. Alleen in 2024 zijn er in de stad al meer dan 250 branden met lithium-ion batterijen geregistreerd. Na een dodelijke brand ten gevolge van een lithium-ion batterij enkele jaren terug is er een flinke publiekscampagne gestart om burgers bewust te maken van de risico's van batterijen: <https://www.london-fire.gov.uk/safety/lithium-batteries/>

Daarnaast heeft Transport for London (TfL) een verbod geïntroduceerd op e-scooters naar aanleiding van enkele branden in de metro en metrostations. Dit heeft niet geleid tot bestuurlijke problemen of openlijke klachten van inwoners van de stad.

Op dit moment heeft de LFB ook veel contacten met bezorgbedrijven om ze bewust te maken van de risico's van lithium-ion batterijen, omdat er op dit moment een toename is van branden bij deze bedrijven.

Een opkomend zorgpunt zijn de toenemende hoeveelheid elektrische vrachtwagens en bussen en de beperkte mogelijkheden tot incidentbestrijding. Waterstof, en in het verlengde daarvan ammoniak, staan op dit moment niet op de radar van de LFB.

Afgesproken is om de contacten met de LFB warm te houden. Vanuit de LFB is de wens uitgesproken te komen tot een Memorandum of Understanding met het NIPV. Dit wordt nu opgepakt.

¹² London Fire Brigade (LFB)/Fire and Blast Information Group (FABIG)

Dag 2, 23 oktober 2024: FABIG dag 1

The role of human factors in future energy systems – dhr. D. Keane (Risktec)

De presentator vertelt dat Risktec Human Factors (HF) belangrijk worden gevonden omdat ze invloed hebben op de veiligheid. Door de Engelse Health & Safety Executive is tevens een lijst opgesteld van HF-onderwerpen die zij belangrijk vinden.

De presentator geeft aan dat activiteiten worden bestudeerd op de mate van betrokkenheid van mensen. Vervolgens wordt gekeken naar welke handelingen mensen moeten verrichten en welke human factors invloed hebben op deze handelingen. Dan wordt gekeken hoe de kans op een failure bij deze handelingen kan worden beperkt (preventive measurements). Een analyse van de werklust kan daar aan bijdragen. Veel van de huidige HF aspecten in de fossiele sector kunnen worden toegepast voor toekomstige energiesystemen

Accidental deflagration research and H2 gas turbine enclosure application – Mw. V. Bisio (Imperial College London & Baker Hughes)

Er is onderzoek gedaan naar de drukgolf op kleine objecten met behulp van CFD¹³-modellen. Tevens is er onderzoek gedaan naar de rol van *flame propagation* in relatie tot overdruk. Doel was een model te ontwikkelen voor een snelle voorspelling. Met dit model kan overdruk door een uitbreidend vlamfront worden bepaald. De presentator vertelt dat in een vierhoekige ruimte, volgens het model de omvang van de gaswolk meer invloed heeft op overdruk dan de ontstekingslocatie.

Tevens is er onderzoek gedaan naar waterstof-gasturbines. Dit omdat er alleen nog richtlijnen zijn voor turbines op aardgas, niet voor waterstof. In dit project is gekeken wat de invloed is van incidentele lekkages van waterstof op de verschillende *flux* modellen. Daarnaast is er een flux model gemaakt van waterstofgasturbines om te kijken hoe bij kleine lekkage overdrukluiken zich gedragen als het tot explosie komt. Uit de discussie komt naar voren dat bij detonatie van het waterstofmengsel een explosieluik nog zou moeten functioneren.

Vervolgstep van de onderzoekers is om te kijken of de CFD-modellen van drukgolven op te schalen zijn naar complexe modellen, zoals van een waterstofgasturbine. Ook komt er vervolgonderzoek om voorspelling te doen wanneer een waterstofmengsel van deflagratie naar detonatie gaat.

Extending a long history of natural gas for heating safety to a possible hydrogen future – dhr. D. Allason (DNV)

De presentator start met een stuk duiding, waarbij hij ingaat op dat we met aardgas af en toe ook (dodelijke) explosies met verwoeste huizen tot gevolg hebben. Hij vertelt hoe een incident verloopt: het start met een lekkage, vervolgens is er sprake van vrijkomen van een stof (uitstroom, verspreiding, ophoping), en dan vindt ontbranding of vertraagde ontsteking van deze stof plaats.

Bij de uitstroom is het van belang hoeveel energie er uit de pijp komt. Dit is noodzakelijk om de effecten te kunnen bepalen (brand, explosie). Waterstof komt sneller vrij dan aardgas, dus een incident is ook sneller afgelopen bij eenzelfde hoeveelheid gas in een pijpleiding.

¹³ Computational Fluid Dynamics

DNV heeft testen gedaan met begraven pijpleidingen. Uitgaande van zelfde diameter van het gat en dezelfde druk dan geldt voor waterstof in vergelijking met aardgas:

- > 20% meer laminaire uitstroom,
- > 80% meer turbulente uitstroom,
- > 10% meer laminaire uitstroom in de grond.

DNV heeft testen gedaan met lekkages in woningen. Bij vergelijkbare druk en uitstroom wordt ongeveer 20% meer waterstof in woningen gemeten dan bij aardgas. In het verleden zijn er ook experimenten gedaan met vertraagde ontsteking met flinke (48 inch) aardgas leidingen. Met waterstof nog niet, maar de wens is er bij DNV wel. Waterstof heeft 7x snellere brandsnelheid (m/s) dan aardgas bij hogere concentraties.

Ook zijn er experimenten gedaan rondom explosies in besloten ruimtes: zowel met een waterstof- als met een aardgasmengsel. Bij aardgas met 10% concentratie ontstond een overdruk van 150/160 millibar. Bij waterstof bij lage concentratie (10%) zijn er relatief kleine overdrukken gemeten, bij waterstof met 20% concentratie is er meer dan 1 bar overdruk gemeten. Ter vergelijking: de ruit knalt er uit bij aardgas, bij waterstofgas ook de muur eromheen. Aangegeven wordt dat 1 bar overdruk voldoende is om een huis te doen instorten. De onderzoeksresultaten worden binnenkort gepubliceerd.

Dhr. Allason doet de oproep voor grootschalige testen met waterstof in flinke gebouwen om impact explosie te bepalen. Op het einde komt de presentator terug op de aardgasexplosie: bij een explosie in een woning is bij waterstof eenzelfde mate van schade te verwachten, perceptie voor het publiek is echter wel een ding.

Heating with hydrogen in Canada: A safety case for Alberta's first hydrogen home – dhr. S. Greg (Arup)

De presentatie gaat over een pilotproject van een lokale projectontwikkelaar en de netbeheerder. Het pilothuis is 100% verwarmd met waterstof, waarbij wordt gekeken of verwarmen met waterstof een realistische case is. De waterstof wordt aangeleverd door een trailer in de achtertuin.

Het verwarmingssysteem is geplaatst in de kelder (gebruikelijk in Canada) en werkt op een druk van 0.25psi. De enige plek waar waterstof binnen komt is de technische ruimte in de kelder. Warme lucht wordt verspreid door het huis vanaf die kamer. Dit betekent dus ook dat een eventuele lekkage van waterstofgas wordt meegevoerd door het luchtsysteem.

Er is voor dit project een QRA¹⁴ gemaakt waarbij gekeken wordt naar doden per risico per huis. Daarbij zijn er meerdere veiligheidsmaatregelen getroffen in pilothuis:

- > Waterstofveiligheidscontrolesysteem
- > Ventilatie in technische ruimte (6x per uur ververs het de lucht in die ruimte)
- > Zelfsluitende deur technische ruimte
- o Noodstop van waterstofsysteem.

Er zijn voor het huis 14 scenario's uitgewerkt. Daarbij is telkens gekeken naar: oorsprong lekkage, verspreiding vanaf lekkageruimte en ontsteking. Variabelen in de scenario's waren: deur technische ruimte open of dicht, ventilatie technische ruimte aan of uit, warmtesysteem aan of uit.

¹⁴ Quantitative Risk Assessment

Ook is er een frequentieanalyse gemaakt: gebaseerd op lekkagedata aardgas van de netbeheerder. Slecht 6% van de lekkages was te wijten aan falen van het leidingensysteem.

Ook is er in het project effectmodellering gedaan voor instorting, drukgolf en afstand voor rondvliegend puin. Daarbij geldt dat het huis een houten constructie heeft (houtbouw): daardoor wordt puin veel meer weggeslingerd door relatief zwakke constructie vergeleken met stenen bouw. Dit fenomeen ziet men ook al bij aardgas.

Gehele veiligheidsniveau: er is volgens de presentator sprake van een factor 1000x lager risico dan een normaal huis verwarmd met aardgas. De ventilatie voor de technische ruimte draagt daar flink aan bij, net als het feit dat het een showhuis is en dus amper wordt bewoond.

Vraag uit het publiek: kan je het niet beter op zolder plaatsen met explosieluiken? Antwoord: kan het overwegen waard zijn, bijvoorbeeld voor een vervolgstap. Met een 30% concentratie waterstof op zolder kan een explosie nog steeds catastrofale gevolgen hebben voor het huis.

Designing for safety: Integrated energy systems in industrial and non-industrial settings – dhr. A. Mohiuddin (Thomas Tomasetti)

Als eerste gaat de spreker in op energiesystemen. Hij ziet dat er in de niet industriële omgeving een grotere spreiding is van energiebronnen (zon, wind, turbines, waterstof) dan binnen de sector industrie (fossiel, nucleair). In de niet industriële setting zijn deze bronnen vaak dichterbij bewoond gebied dan in de industriële setting. Ook vallen deze qua omvang vaak in een lagere categorie regelgeving, terwijl het risico wel dichterbij bewoond gebied is (zoals een EOS). Nieuwe technologieën zien ze vaak terug in daarvoor gemaakte verpakkingen, bijvoorbeeld omgebouwde containers. Deze verpakkingen hebben passieve en actieve veiligheidsvoorzieningen.

Dolphyn hydrogen - Safety and regulatory challenges in the offshore production of hydrogen from wind – mw. L. Bond & dhr. S. Baker (ERM)

De presentatie ging over waterstofproductie direct bij windturbines op zee. Het project maakt gebruik van bestaande technologieën en heeft daardoor een hoog technology readiness level. Doel is om de waterstof per pijpleiding aan land te brengen in plaats van elektriciteit aan land te brengen. Hierdoor kan men verder landuitwaards de zee in met windturbineprojecten, omdat er minder verlies van stroom is (stroom verlies je over grote afstanden, waterstof niet).

Het eerste pilotproject is nu afgerond, men gaat nu opschalen naar de eerste commerciële projecten. Er is geen wet- of regelgeving voor. Er wordt veel gebruik gemaakt van andersoortige regelgeving die hierop wordt geprojecteerd. Men vermindert het risico door ontstekingsbronnen weg te halen en zowel de waterstofopslag in de turbine als de benodigde apparatuur minimaliseren. Scheepsaanvaring wordt als belangrijk risico gezien. Ook zijn ontsnappingsroutes uit de nacelle extra belangrijk in verband met aanwezigheid van waterstof. Er zullen ook batterijen of vergelijkbare systemen aanwezig zijn in de nacelle voor een black start als de kleine waterstofbuffer op is.

Safety studies required for the life cycle of renewable energy projects – dhr. H. Kareshki & dhr. V. Foroughi (Fluor)

Veelal zijn technologieën nieuw voor de operator, daardoor is er extra focus nodig op veiligheid. Daarbij komen de presentatoren in projecten zowel onder- als overschatting van de risico's tegen. Ze zien daarbij twee veelvoorkomende misverstanden bij ammoniak:

- Ammoniak is gebaseerd op water.
- Ammoniak is niet brandbaar.

Developing a safe plot plan for hydrogen facilities in the absence of recognised or standardised separation distances – dhr. J. Hocquet (Technip Energies)

Veel van het werk van Technip Energies focust zich steeds meer op energietransitie gerelateerde projecten. Zij zeggen dat een plot plan een belangrijke veiligheidsmaatregel is: afstand is een erg betrouwbare barrière, installatietechnische of organisatorische maatregelen altijd minder effectief. Het plot plan zorgt vaak voor discussie tussen diverse stakeholders: iedereen stelt andere eisen. Vaak is het plot plan een compromis van de wensen van alle stakeholders. Huidige plot plans (van klassieke bedrijven) zijn vaak gebaseerd op jarenlange ervaring en daardoor werkt men inmiddels met vaste afstanden.

Oude afstanden zijn niet meer 1 op 1 toepasbaar op nieuwe ontwikkelingen. Het plot plan moet vaker gebaseerd worden op veiligheidsstudies en risk assessment. Belangrijkste is daarbij je doel bepalen. Hoe je volgens de presentator hiermee start:

- > Bepaal veiligheidsdoel voor je plot plan en welke risico's je daarbij accepteert.
- > Voer de studies uit: QRA of scenario-analyse (worst case - credible case)

Oproep: als veiligheidsmensen hebben we een cruciale rol om te laten zien dat bestaande methodes niet meer voldoen om een veilig plot plan te maken, maar dat extra aandacht hiervoor nodig is.

Dag 3, 24 oktober 2024: FABIG dag 2

Review of ammonia incidents and update on ongoing research activities on ammonia safety – dhr. S. Gant (Health and Safety Executive), dhr. A. Pearson (Star Refrigeration), dhr. E. Sullivan (Ricardo's National Chemical Emergency Centre)

In deze presentatie wordt ingegaan op ammoniak. Deze stof heeft vrij hoge brandbaarheidsgrenzen en is dodelijk bij 2700ppm. Ter referentie: chloor al bij 50ppm. Bij atmosferische druk op - 33 graden Celsius wordt ammoniak vloeibaar: dit wordt veelal gebruikt voor grootschalige opslag. Bij 7 of 8 bar wordt het ook vloeibaar: dit wordt meestal gebruikt bij weg- of railvervoer. Bij lekkage van ammoniak koelt het de lucht af waardoor een witte wolk zichtbaar wordt die relatief laag bij de grond blijft.

Veel van de door hen verzamelde incidenten met ammoniak komen uit de Verenigde Staten: het wordt daar veel in de landbouw gebruikt, in combinatie met een strenge meldingsplicht van incidenten. De VS heeft hierdoor een goede manier van dataverzameling. Hierdoor worden veel incidenten geregistreerd, maar helaas is de ingevoerde data wel van slechte kwaliteit. Leestip van deze spreker: What went wrong - Kletz and Amyotte, in dit boek staan meerdere ammoniak incidenten.

De tweede spreker focust zich op ammoniak in koelsystemen. Ammoniak wordt veel als koelmiddel gebruikt, omdat het gebruiksvriendelijk is en weinig impact heeft op het milieu. Voor koelmiddelen is materiaalgebruik belangrijk: bijvoorbeeld de juiste staalkeuze. Filterbussen als persoonlijk beschermingsmiddel zijn voldoende voor onderhoud in koelsector: ademluchtflessen geven vaak meer gedoe door gebruik van ademluchttoestel e.d. Hij gaat in op dodelijk letsel ten gevolge van ammoniak in de koelsector. Hij vertelt dat dat vooral de onderhoudsman is. Zelden heeft een incident in deze sector impact op de burens.

De derde spreker, dhr. Sullivan, geeft een perspectief vanuit de *incident commander* rol. Incidenten met gevaarlijke stoffen vragen behoorlijk wat inzet van materieel en mensen. De sturingsdriehoek wordt gepresenteerd, met het advies aan aanwezige bedrijven contact op te nemen met het lokale brandweerkorps. Hij benadrukt het belang van proportionaliteit voor de inzetstrategie: is het een fles, jerrycan, IBC of tankwagen? Dat vraagt namelijk om een andere inzetstrategie. Ook vertelt hij over vier lopende onderzoeksprojecten rondom ammoniak:

- > Jack Rabbit III door US Homeland Security and Defense willen grootschalige testen doen met ammoniak.
- > ARISE: gaan ammoniak lekken uit schip om te kijken hoeveel ammoniak wordt opgenomen door water.
- > SafeAm - SINTEF, lab scale experimenten van lekken van ammoniak in water.
- > SH2IFT-2

Alleen Jack Rabbit gaat daarbij in op de inzet van hulpdiensten.

Introducing risk analysis and safety distances in Hydrogen Refuelling Station (HRS) design – dhr. B. Truchot (INERIS)

Met liquefied petroleum gas (LPG) was er in Frankrijk destijds angst voor het gebruik ervan. Men moet voorkomen dat dat nu ook ontstaat voor waterstof. Van belang is daarom regelgeving te ontwikkelen voor waterstoftankstations. Hiertoe heeft INERIS onderzoek uitgevoerd. Daarbij zijn verschillende scenario's ontwikkeld op basis van enkele typische waterstoftankstations. Er zijn testen uitgevoerd op verschillende drukhouders om te kijken wanneer deze falen. INERIS heeft ook diverse testen uitgevoerd met een jettfire op een betonnen muur (celbetonblokken) om te kijken wat de invloed van een dergelijke muur is om de effecten van een jettfire te beperken. Publicatie wordt volgend jaar verwacht. De presentator geeft aan dat het afleiden van faalfrequenties lastig blijft: er zijn geen eenduidige frequenties beschikbaar. INERIS gaat ook onderzoek doen naar vloeibaar waterstof en gaat hier modellen voor uitwerken.

MultHyFuel - Risk assessment review of hydrogen refuelling stations in a multi-fuel context - Hazardous area classification example for a hydrogen dispenser – dhr. D. Torrado (ITM)

Deze presentatie is vergelijkbaar met de vorige. Ook hier zijn meerdere scenario's uitgewerkt, met name op het gebied van bevoorrading van de tankstations: vloeibaar waterstof, waterstof onder druk en waterstofproductie ter plaatse. De presentatie is met name gericht op procesmodellering en de te hanteren normen.

Technological risk management for multi-energy service stations – dhr. D. Quang Do – (TotalEnergies)

Voor Total is het belangrijk de risico's te managen van de nieuwe brandstoffen. Total krijgt steeds meer brandstoffen op hun tankstations, met allerlei nieuwe c.q. andere technieken ten opzichte van conventioneel. Complicerend voor hen is dat de regelgeving wisselt per land. Vervolgens wordt ingegaan op de risico's van de verschillende aanwezige modaliteiten. Liquefied natural gas (LNG) heeft de risico's die gepaard gaan met een cryogene installatie, daarnaast zijn er diverse pompen en compressoren. Loss of containment tijdens bevoorraden wordt bij LNG als grootste risico gezien.

Bij CNG is er het risico op een explosie en een fakkelbrand. Bij waterstof vindt de bevoorrading vooralsnog veelal per tubetrailer plaats. Vervolgens wordt het onder hoge druk opgeslagen en bevoorradt aan voertuigen. Hier zijn een explosie, fakkelbrand en wolkontbranding de grootste risico's. Voor waterstof geldt dat er te weinig data is om een goede loss of containment te bepalen.

Elektrische voertuigen (EV): brengen zowel laders, cooling units, transformatoren en EOS'en met zich mee. Men verwacht propagatie naar andere voertuigen binnen vijf minuten in geval van brand. Er zijn 2 parkeerplaatsen afstand tussen voertuigen nodig om brandoverslag te voorkomen. In Frankrijk is binnen 30 minuten brandweer ter plaatse. Dan is er de kans dat 10 voertuigen in brand gaan. TotalEnergies wil als doelstelling voor de brandveiligheid dat er bij laadpunten maximaal 4 voertuigen in brand gaan. Per 4 voertuigen komt daarom een betonnen muur ertussen. Dit nodigt visueel alleen niet erg uit. Daarom kijkt men naar glazen brandwerende scheidingen met een betonnen onderkant voor de jettfires uit de batterij. Dit wordt in Frankrijk uitgerold, niet in Nederland

Voor LNG, CNG en waterstof is qua risicomanagement LNG / CNG / H2 risicomanagement landelijke wetgeving leidend. Daarbij wil men vanuit TotalEnergies soms aanvullende maatregelen treffen. Zij proberen met afstanden aan te sluiten bij industriële sites. Er wordt altijd uitgegaan van maximale druk in systemen om risico's en daarmee afstanden te bepalen.

Data sharing - The key to cost-effective risk assessments for the low carbon industries – dhr. I. Fossan (Safetec)

De presentator benadrukt dat incidentdata noodzakelijk zijn: binnen het Joint Industry Project waar hij aan werkt (genaamd SAFEN) wordt getracht data te verkrijgen om uiteindelijk bijvoorbeeld faalfrequenties te kunnen afleiden. Deze incidentdata zijn daar erg belangrijk voor. Dhr. Fossan doet meermaals de oproep data te delen met het project. Data hebben is niet genoeg: je moet het ook kunnen duiden en begrijpen wat er mis is gegaan.

Het risico van de ouderwetse manier van faalfrequenties modelleren is dat de connecties tussen onderdelen verloren gaan. Wanneer praktisch wordt omgezet in wiskunde is dat veelal gebaseerd op aannames. Ook bestaat het risico van appels met peren vergelijken als je data van één sector gebruikt voor een andere sector. Dat heeft invloed op de kwaliteit van je berekening en de uitkomst hiervan.

Modelling source terms for battery-related hazards dhr. C. Gold (Gexcon)

De meeste vraagstukken die Gexcon krijgt over batterijen richten zich op EOS'en. Hij noemt vonk-generatoren als manier om van de brandbare gaswolk bij een EOS af te komen,

bijvoorbeeld een bougie in de rookgasafvoer. Afstand is een belangrijke manier om brandoverslag binnen een EOS en van een EOS naar een ander EOS te voorkomen. FLACS en EFFECTS kunnen gebruikt worden om:

- > Impact van toxische gassen op de omgeving te bepalen.
- > Explosie van brandbaar gas te modelleren.

Daarbij geldt dat garbage in = garbage out: de parameters moeten wel goed zijn. Dit op basis van goede data. De modellen kunnen gebruikt worden voor:

- > Afstandsbepaling
- > Ontwerp ventilatiesysteem
- > De effectiviteit van maatregelen bepalen, zoals explosieluiken

Onzekerheden bij het modelleren zijn de onbekendheid van samenstelling van gasmengsel. De UL9540a geeft goed inzicht in de vrijgekomen gassen en die data is goed bruikbaar voor een analyse.

7 Focal point meeting EU OSHA¹⁵

Datum: 21 november 2024

Locatie: Brussel, België

Auteur: N. Rosmuller

EU-OSHA

In Europa is er een Europees Occupational Safety and Health Agentschap (EU-OSHA) dat op het gebied van arbeidsveiligheid de Europese richtlijnen opstelt. Tevens coördineert EU-OSHA de uitwisseling van kennis en ervaringen tussen de EU-member states (27). Elke EU-lidstaat heeft een OSH contactpersoon, focal point. Die focal point (nationale arbeidsveiligheidscoördinatoren) komen periodiek bij elkaar om toekomstige ontwikkelingen met impact op arbeidsveiligheid en -gezondheid te bespreken, de zogenaamde *emerging risks* (Klik [hier](#) voor meer informatie)

Het artikel

Het proces

EU-OSH heeft drie experts gevraagd een [artikel](#) te schrijven, en deze aan de coördinatoren te presenteren.

Dhr. N. Rosmuller

Het artikel van dhr. Rosmuller, een van de experts, is gereviewd door deskundigen en van tevoren toegestuurd aan alle coördinatoren. Alle focal points van de EU-lidstaten kregen de gelegenheid om het artikel te lezen en er commentaar op te leveren, vanuit hun nationaal perspectief.

Onderwerp van het artikel was duurzaam transport, in dit geval de minder vervuilende brandstoffen (in verband met diesel en benzine): CNG, LNG, Waterstof en batterij-elektrisch en de impact ervan op de arbeidsveiligheid en -gezondheid van chauffeurs, onderhoudsmedewerkers en hulpverleners.

In dit artikel en zijn presentatie heeft hij stilgestaan bij de 'nieuwe'/duurzame brandstoffen: CNG¹⁶, Ammoniak, waterstof, LOHC¹⁷'s en LNG¹⁸. Hij heeft de OSH¹⁹-risico's voor drie

¹⁵ European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA)

¹⁶ compressed natural gas (gecomprimeerd aardgas)

¹⁷ Liquid organic hydrogen carriers

¹⁸ liquefied natural gas (vloeibaar gemaakt aardgas)

¹⁹ Occupational Safety and Health

werknemers (voertuigbestuurders, reparatie-, service- en onderhoudspersoneel en eerstehulpverleners) in twee situaties (open lucht en besloten ruimtes) nader toegelicht.

Klik [hier](#) voor bijbehorende LinkedIn Post

Voor dhr. Rosmuller was dit een mooie manier om de veiligheidskennis rond de energietransitie te verspreiden en te bespreken naar een voor hem minder bekend domein. Risicobeoordelingen op de werkplek moeten bijvoorbeeld (her)overwogen worden als er elektrische voertuigen op batterijen worden toegevoegd aan, en uiteindelijk in plaats van, benzineauto's.

Dhr. J. Bolte en dhr. S. Aerts

De andere twee experts, dhr. Bolte en dhr. Aerts (lector resp. onderzoeker bij de Haagse Hogeschool) hebben een bijdrage gedaan over elektromagnetische velden en klimaatongemak. Elektromagnetische velden ontstaan bij elektrische toepassing zoals zendmasten, hoogspanningskabels, maar ook bij kleinere elektrische toepassing zoals die in het kader van de huis- tuin en keuken energietransitie. Elektromagnetische velden kunnen invloed hebben op arbeiders.

Mw. A. Tepperi

Mw. Tepperi (professor bij het Finse Instituut voor Occupational Health (FIOH)) presenteerde werk over klimaatongemak. In haar werk gaf ze aan dat arbeiders soms gebukt gaan onder de zorgen die ze hebben over klimaatverandering. Daarnaast veranderen ook arbeidsomstandigheden als gevolg van klimaatveranderingen. Zo wordt het bijvoorbeeld warmer en vochtiger in Scandinavië waardoor klassieke kleding en klimaatbeheersing niet meer volstaan.

8 Energy Transition Safety Forum 2024

Datum: 2-4 december 2024

Locatie: Helsinki, Finland

Auteur: T. Hessels

Dag 1, 2 december 2024: bezoek brandweer Helsinki

Op 2 december heeft T. Hessels een bezoek gebracht aan de brandweer van Helsinki. De brandweer in Helsinki, verantwoordelijk voor de veiligheid van de ca. 600.000 inwoners van de stad, heeft 12 kazernes, 4 reddingsstation voor op zee en een eigen opleidingscentrum. De brandweer verzorgt in de stad ook de ambulancezorg.

In Helsinki wordt de opkomsttijd bepaald door de eerst aankomende brandweereenheid. Zodoende hebben vier van de kazernes alleen een Snel Interventie Voertuig (SIV), waardoor men sneller ter plaatse is en de opkomsttijden laag blijven. Vier tankautospuitten en het officiersvoertuig beschikken over een drone, waardoor snel een beeld van de incidentlocatie kon worden verkregen.



Figuur 1 Drone van de brandweer Helsinki. (Foto: Tom Hessels)

Tijdens het bezoek haakte de dienstdoende Officier van Dienst aan. Deze had zich gespecialiseerd in lithium-ion batterijen. Door het nogal oude wagenpark in Finland – auto's zijn gemiddeld dertien jaar oud – zijn er nog relatief weinig elektrische voertuigen (EV) op de

weg. Hierdoor is de praktijkervaring nog beperkt en zijn er slechts enkele EV-branden in Finland geweest. Het aantal EV's zal naar verwachting de komende jaren toenemen. Daarom is de brandweer zich op dit moment aan het voorbereiden op deze incidenttypes. Zo hebben ze bijvoorbeeld een mobiele sprinkler aangeschaft voor onder een voertuig en zijn ze aan het verkennen of ultrahogedruk-blussing een optie kan zijn.

Dag 2, 3 december 2024: Congresdag 1

Opening

Dhr. T. Timonen, hoofd opleidingen van de Finish Association of Fire Officers, opent het congres. Hij benadrukt dat regelgeving altijd achterloopt op ontwikkelingen in de praktijk. Hij onderstreept daarom het belang om kennis uit te wisselen, reden voor de Finish Association of Fire Officers om dit congres te organiseren.

Presentaties

Dhr. M. Rasmussen (RI.SE): Fires in lithium-ion batteries & electric vehicles - should we be worried?

Dhr. Rasmussen vertelt over het brandlab van RI.SE voor batterijen. Oorspronkelijk werden brandtesten in het reguliere brandlab uitgevoerd. Lithium-ion batterijen hebben echter een specifiek veiligheidsrisico. Daarom is een nieuw lab gebouwd dat met name bestand is tegen het explosierisico.

Dhr. Rasmussen introduceert de werking van de lithium-ion batterij en licht toe waar deze wordt toegepast. Vervolgens gaat hij in op de risico's van de lithium-ion batterij. Ook gaat hij in op de claim dat LFP-batterijen (uit lithium-ijzer-fosfaat) veiliger zijn dan NMC-batterijen (uit nikkel, mangaan en kobalt). Hij wil LFP-batterijen niet omschrijven als veiliger, maar ze hebben een hogere thermische stabiliteit. Vervolgens gaat hij in op de opbouw: van cel, tot module, tot een volledig batterijpakket van een elektrisch voertuig.

Dhr. Rasmussen presenteert een onderzoek naar de data die RI.SE heeft verzameld rondom branden met elektrische voertuigen. In Noorwegen is het aantal branden met elektrische voertuigen ten opzichte van voertuigen met een conventionele aandrijving (ICE) een factor 8 lager, in Zweden nagenoeg een factor 10. Er is volgens Rasmussen meer data nodig is om hier goed inzicht in te krijgen. Ook geeft hij aan dat een elektrisch voertuig verhoudingsgewijs nieuwer is dan een ICE, waarbij niet bekend is wat veroudering met het brandrisico van batterijen gaat doen.

Er wordt een aantal risico's benoemd van de branden met light electric vehicles (LEV): het aantal incidenten is veel groter en er is sprake van een groot brandrisico in huizen.

Onderzoek van RI.SE laat zien dat er tussen ICE en EV geen grote verschillen in brandvermogen zitten. Het is vooral de HRR²⁰ die de afgelopen dertig jaar flink is toegenomen door enerzijds de toegenomen hoeveelheid kunststoffen en anderzijds de omvang van voertuigen. Dhr. Rasmussen benadrukt dat de brandweer altijd goed moet beschouwen of de batterij betrokken is.

Als laatste vertelt hij dat onderzoek van RI.SE laat zien dat een sprinkler HF²¹ grotendeels uit de rook 'wast'.

²⁰ heat release rate

²¹ Waterstoffluoride

Dhr. M. Lakkonen - Institute of Applied Fire Safety Research (IFAB) - Impact of e-micromobility on public transportation and related infrastructure

Het Institute of Applied Fire Safety Research (IFAB) doet diverse accreditatietesten en consultancyprojecten rondom brandveiligheid. In zijn presentatie focust Dhr. Lakkonen zich op e-micromobility (zoals e-steps, e-bikes en e-skateboards), in Nederland ook wel lichte elektronische voertuigen (LEV's) genoemd. Toename van deze vorm van mobiliteit is grotendeels gedreven door politiek. Het gebruik van dit soort mobiliteit in combinatie met het openbaar vervoer (OV) wordt aangemoedigd. In Finland is er nieuwe regelgeving voor deze voertuigen om de verkeersveiligheid te vergroten. De productstandaarden blijven volgens dhr. Lakkonen achter op de technologische ontwikkelingen van deze voertuigen. Bovendien zijn de bouwregelgeving en -normen volgens hem niet ingericht op de toename van deze vervoersmiddelen en bijbehorende brandrisico's.

In sommige landen wordt het aangemoedigd LEV's mee te nemen in het openbaar vervoer, terwijl in andere landen verboden komen om LEV's mee te nemen, met name in de metro. Deze laatste trend, het verbod, krijgt de overhand. In het OV is veel aan standaarden onderhevig, zoals bijvoorbeeld bekleding, en die standaarden zijn niet ingericht op deze nieuwe brandrisico's.

Er worden cijfers gepresenteerd over incidenten met LEV's wereldwijd. In New York waren er in 2023 268 batterijbranden in gebouwen met als gevolg 18 doden en 150 gewonden. IFAB heeft in 2021 testen gedaan om inzicht te krijgen in brandrisico's bij LEV's, waarbij deze testen gebaseerd waren op standaarden voor treinen. Binnen één minuut vond branduitbreiding plaats van de e-bike naar de treinbekleding. In 2022 is een tweede serie testen uitgevoerd om de brandcurve van LEV's vast te stellen. De Heat Release Rate piekt op ongeveer één MegaWatt, wat volgens dhr. Lakkonen behoorlijk is. De gemeten temperaturen leiden tot branduitbreiding. Ze hebben op basis van de testen een design fire cure opgesteld.

Dhr. N. Rus - Zavod za Gradbeništvo (ZAG), Slovenië - Solutions for fire risk reduction of rooftop PV systems

Dhr. Rus geeft een presentatie over de brandrisico's van PV²²-systemen op daken. Hij laat zien dat er jaarlijks een grote groei in PV-systemen plaatsvindt. Dit wordt enerzijds gedreven door de markt, anderzijds door overheidsprikkels die deze systemen aanmoedigen. Ook de oorlog in Oekraïne heeft daaraan bijgedragen. Met de toename van PV-systemen neemt ook de hoeveelheid branden met deze systemen toe. Het is lastig om de statistieken internationaal te vergelijken: elk land heeft een andere methode van dataverzameling. Vervolgens wordt ingegaan op zowel de faaloorzaken als de gevolgen van deze branden. De Clean Energy Association heeft in 2023 600 PV-systemen bezocht. 97% had op zijn minst één fout die kon leiden tot brand. Duits onderzoek laat zien dat een derde van de PV-gerelateerde branden wordt veroorzaakt door slecht installatiewerk en een derde door slechte kwaliteit van de producten.

Bij het ontwerpen van een PV-systeem is het van belang externe invloeden mee te nemen, zoals veel wind, sneeuw, hagel, et cetera. Belangrijk in relatie tot de branduitbreiding is de 'heat feedback': door de zonnepanelen blijft hitte onder de panelen hangen, daarom warmt meer dakoppervlakte op en daardoor pyroliseert meer van het dak. Het gevolg is dat van eenzelfde ontstekingsbron een grotere dakbrand ontstaat. In het ontwerp kan hier rekening mee worden gehouden, bijvoorbeeld door de panelen iets hoger te plaatsen. Ook verticaal plaatsen op een muur zorgt ervoor dat dit effect verdwijnt.

²² photo voltaic

Bij panelen tegen gevels bestaat het risico dat het bij brand zo warm wordt dat de aluminium bevestigingen smelten door de warmte en panelen naar beneden vallen.

Dhr. J. Helander - Head of Nuclear Safety at Jensen Hughes - SMR²³'s and Advanced Nuclear Power

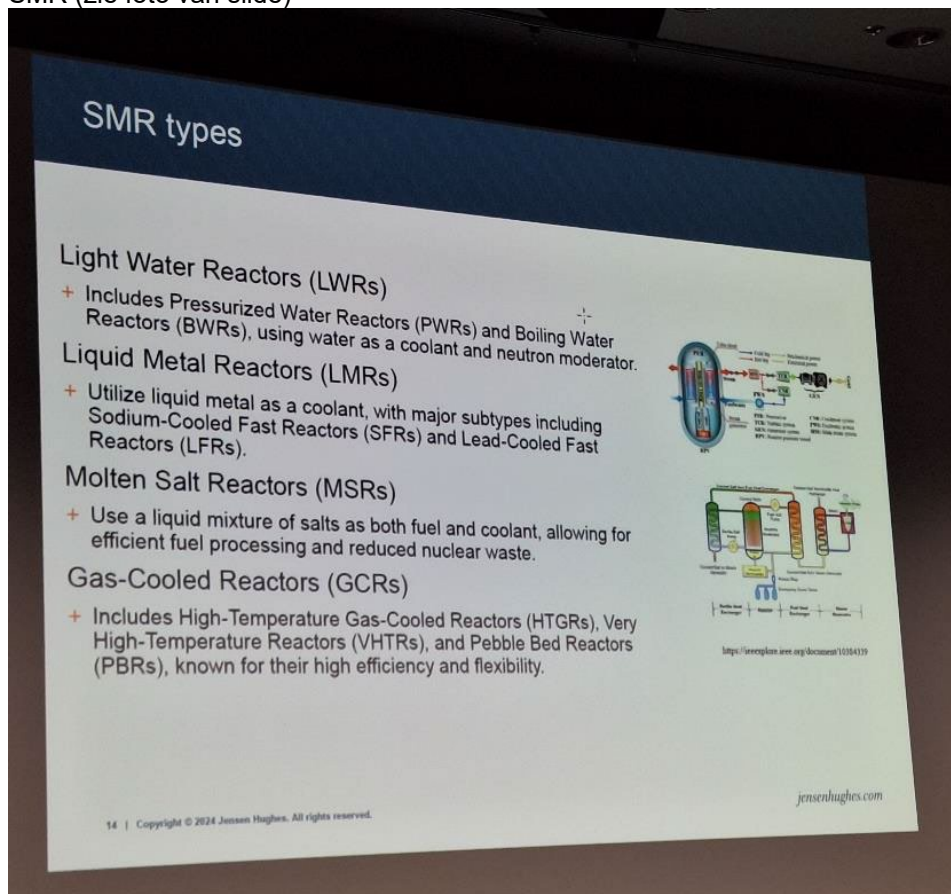
Er zijn twee soorten kerncentrales: splitsing- en fusiereactoren: de ene splitst atomen, de andere fuseert atomen.

Een groot verschil tussen een kerncentrale en bijv. kolencentrale is dat:

- 1: Er een nucleaire kettingreactie gaande is bij een kerncentrale;
- 2: Er warmte gegenereerd blijft worden bij een kerncentrale nadat de reactor is stilgelegd;
- 3: Er bronnen van radioactiviteit zijn bij een kerncentrale.

Vooral in de VS en Europa zijn veel kerncentrales. De meeste kerncentrales zijn rond de jaren '80 gebouwd en dus ruim veertig jaar oud. Kerncentrales gaan ongeveer zestig jaar mee. Als we kernenergie willen blijven gebruiken dan moeten er op relatief korte termijn nieuwe kerncentrales gebouwd worden.

SMR zijn geavanceerde kerncentrales die tot 300MW kunnen leveren. Deze zijn kleiner en meer flexibel dan de alom bekende, grotere kerncentrales. Er zijn verschillende types van SMR (zie foto van slide)



Figuur 2 Slide over verschillende SMR types. (Foto: Tom Hessels)

Voordelen van kerncentrales zijn het relatief geringe benodigde oppervlakte, weinig koolstofdioxide (CO₂) uitstoot en de betrouwbare levering van een baseload aan energie. Uitdagingen zijn de regelgeving, projectduur, de afvalstroom en de publieke en politieke opinie.

²³ Small Modular Reactors

Het voordeel van SMR is dat ze modulair zijn, eenvoudig te bedienen zijn en een hoog veiligheidsniveau kennen. Vooral het politieke proces is iets wat dit soort ontwikkelingen snel kan kantelen in het positieve of negatieve. Er zijn 80 SMR designs in 18 landen die nu worden ontwikkeld of ontworpen. Tot slot worden meerdere voorbeelden getoond van hoe een SMR eruit zou kunnen zien.

Dhr. T. Hessels – Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV) - Electromobility risks: Fire in electric vehicles (risks, data & extinguishment)

Dhr. Hessels gaf een presentatie over de database Incidenten met alternatief aangedreven voertuigen en de verschillende onderzoeken naar brandbestrijding bij elektrische voertuigen, zoals de praktijkexperimenten naar ultrahogedruk-blussing.

Dhr. M. van de Veire - CERN Fire & Rescue Services - HyResponder

Dhr. van de Veire werkt tegenwoordig bij de bedrijfsbrandweer van CERN. Hiervoor werkte hij als officier bij de brandweerzone Brussel. In die tijd werkte hij aan Hy*Projects*, zoals HyResponder. We kunnen nieuwe technologieën niet tegenhouden. Het is van belang als brandweer met de veranderingen mee te bewegen.

Waterstof zal op diverse plaatsen opkomen. Daarom zijn er vanuit de EU meerdere projecten gestart: HyResponse, HyTunnel and HyResponder. Na een korte toelichting op de fysische eigenschappen van waterstof, wordt ingegaan op HyResponder, waarin een train de trainer programma is gemaakt. Dit programma bestaat uit drie delen: theorie, simulatie via Virtual Reality en video's, en praktijkoefeningen. Vervolgens wordt ingegaan op de testen die zijn uitgevoerd met drukhouders van waterstof.

Een warmtebeeldcamera is een goed hulpmiddel om een waterstofvlam te zien. Veel van het onderzoek is visueel gemaakt, dit omdat het dan beter blijft hangen bij brandweermensen dan alleen een verhaal met woorden.

Dhr. van de Veire geeft de volgende aanbevelingen:

- Bereid je mensen (hulpverleners) voor op nieuwe scenario's. De aandachtskarten van HyResponder bieden een mooie start om door te vertalen naar landelijke aandachtskarten.
- Bezoek lokale partners: ga bijvoorbeeld kijken bij het waterstoftankstation in het gebied.
- Het belang van trainen wordt benadrukt. Een technisch model van bijvoorbeeld een waterstofauto helpt bij dit soort trainingen.

Tot slot wordt ingegaan op het HyTunnel project. Belangrijke aanbeveling uit dat project is dat het VIN-nummer (uit Engels: Vehicle Identification Number) van een voertuig gekoppeld is aan reddingsdata. Dit is bijvoorbeeld in Nederland al het geval, waar een kenteken of VIN-nummer in CRS²⁴ kan worden ingevoerd.

²⁴ Crash Recovery System