

Louhintapäivät 12.3.

Tapahtuman sponsoreina



PÄIVÄN OHJELMA

TORSTAI				
9.00-10.00	YHTEISLUENTOJA			
10.00-10.30	TAUKO			
	Ammoniumnitraattiemulsion säiliövarastointi työmaalla	Ylitarkastaja	Matti Peippo	TUKES
	Louhinta - VAK vaarallisten aineiden kuljetukset	Johtava asiantuntija	Anu Häkkinen	Traficom
	Vantaan Varanto	Työpäällikkö	Ville Nupponen	YIT
	Vetyperoksidiemulsioiden työturvallisuudesta ja ympäristönäkökohdista	Manager, Head of R&D	Jussi Saavalainen	Oy Forcit Ab
12.30-	LOUNAS			

Ammoniumnitraattiemulsion säiliövarastointi työmaalla

Ylitarkastaja

Matti Peippo

TUKES

Ammoniumnitraattiemulsion työmaavarastointi

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)

Tausta

- Louhintajaoston ja viranomaisten yhteistyökokouksessa käyty keskustelu lainsäädännön tulkinnasta 2024
- Tukesin matriisi- & räjähdöpäivien keskustelu 2024
- Muutokset uusien siirrettävien laitteistojen lupaehtoihin 2024
- Ad hoc räjähdetoimittajat, tunneliurakoitsijat, Tukes 11/2024
 - ➡ Ohjeistuksen tarkennus ANE työmaavarastointiin liittyen.

Rakennuttajalla keskeinen rooli riskienhallinnan onnistumisessa.

Sisältö

- AN & ANE riskit, tapahtuneet onnettomuudet
- Painelaskelmat
- Kemikaaliturvallisuuslaki
- ANE työmaavarastointi säädöksissä ja suojaetäisyydet
- Panostusajoneuvon säilytyspaikka

AN suuronnettomuusriskit

- AN hajoaa lämpötilan noustessa. Kiihtyy vaaralliseksi noin 200 °C:ssa. Reaktio on lämpöä tuottava. Riippuen olosuhteista, koostumuksesta ja epäpuhtauksista tapahtuu ”fume off”, deflagraatiot tai detonaatio. Hajoamistuotteissa terveydelle erittäin vaarallisia NOx kaasuja.

M/V Cheshire 2017

(10 088 t NPK 15-15-15 = 30-45 % AN)



Casualty Investigation Report No. CA 128

M/V Cheshire

Tianjin 2015

(~800 t AN – 21t TNT eq.)



Beirut 2020

(~2750 t AN – 1100 t TNT eq.)



ANE suuronnettomuusriskit

- Merkittävin riski syntyy ulkoisen lämpökuorman esim. tulipalon aiheuttamana. Emulsiossa oleva vesi hidastaa lämmön nousua. Veden haihduttua reaktiivisuus kiihtyy. Emulsiosta irtoava öljy lisää palokuormaa ja voi herkistää seosta.

Cosmo Newberry, Länsi-Australia, 2022
(ANE 34 t – TNT eq. 1-3 t)



Drevja, Norja, 2013
(AN 5 t + ANE 8 t – TNT eq. 0,5-1 t)



Bilde 6B:



Bilde 8:



Bilde 9:



Heitteitä:

- Moottori 200 m
- Vaihdelaatikko 430 m

Tulipalon eteneminen räjähdykseksi

- Ajoneuvopaloissa yhteinen tekijä on ollut palon edetessä ANE valuminen säiliöstä palokuorman läheisyyteen.
- Sula AN herkkä iskuille: yli 50 mm halkaisijalta oleva heite > 190 m/s nopeudella saa näytteen detonoimaan. Ajoneuvoissa esim. renkaan räjähdys? [Bauer et al. The Sensitivity of Ammonium Nitrate Melts and Solutions To Projectile Impact; Report av The Department of Mining Engineering, Queen's University, Kingston, Ontario; 1981]
- Drevja: **The final 5 minutes**, after about 2 hours and 21 minutes up to the moment of explosion, **the fire intensified significantly**.
- Toisaalta tehtailla hävitetään matriisijätettä polttamalla ja sattuneet räjähdykset polton aikana erittäin harvinaisia.

Tulipaloon on varauduttava sillä oletuksella, että räjähdys on mahdollinen seuraus.

AN/ANE onnettomuudet

Tapaus	Vuosi	Määrä	Syy / Palon alku	Aika räjähdykseen syttymästä	Lopputulos
Drevja, Norja	2013	5t AN, 8 t ANE	Sähköpalo	~2,5 h	Räjähdyks (500-1000 kg TNT eq.)
Vihtavuori	2013	1 m3 IBC ANE jäte (~140t kokonaismäärä)	Malmikontaminaatio → savuaminen	Ei detonaatiota	Pakkausta onnistuttiin jäähdyttämään
Charleville, QLD	2014	53 t tekn. AN	Suistuminen → palo	~1 h	Räjähdyks
Banana, QLD	2015	ANE	Rengaspalo	Ei detonaatiota	Vain tulipalo. Säiliö ei purkanut painetta ja halkesi, mutta ANE ei vuotanut paloalueelle.
Wowan, QLD	2018	23 t ANE	Laakerivika → voimakas rengaspalo	Ei detonaatiota	Säiliö sulii, tuote valui maahan poispäin säiliöstä
Great Central Rd, WA	2022	34 t ANE	Rengaspalo → pitkä lämpöaltistus	~2 h	Säiliö sulii (AL). Räjähdyks (~1–3 t TNT eq.)
Telfer, WA	2022	ANE	Jarrupalo (ilmalinjan vika)	Ei detonaatiota	Palo sammutettiin
New Norcia, WA	2023	31 t ANE	Laakerivika → rengaspalo	Ei detonaatiota	Ei vuotoa, ei räjähdystä

Riskiperusteinen sijoitus

- *Tuotantolaitoksella* tarkoitetaan toiminnanharjoittajan hallinnassa olevaa aluetta, jossa vaarallisia kemikaaleja tai räjähteitä valmistetaan, käsitellään tai varastoidaan; **tuotantolaitoksena pidetään myös räjähteen valmistukseen käytettävää siirrettävää laitteistoa; (L 390/2005 6 §)**
- L 390/2005 17 §: tuotantolaitos on sijoitettava sellaiselle etäisyydelle asuinalueista, yleisessä käytössä olevista rakennuksista ja alueista, kouluista, hoitolaitoksista, teollisuuslaitoksista, varastoista, liikenneväylistä sekä muusta ulkopuolisesta toiminnasta niin, että ennalta mahdollisesti arvioitavat räjähdykset, tulipalot ja kemikaalipäästöt eivät aiheuta henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkojen vaaraa näissä kohteissa.
- Toisaalta – VNa 856/2012 5 §: Jos toiminnanharjoittaja pystyy tuotantolaitosta varten tehdyn riskien arvioinnin perusteella osoittamaan, että jokin onnettomuustyyppi tai tapahtumaketju on epätodennäköinen kyseisen tuotantolaitoksen olosuhteissa, sitä **ei tarvitse ottaa huomioon tuotantolaitoksen sijoitusta koskevia suojaetäisyyksiä määrättäessä.**

Tukesin näkemys: Tulipalon aiheuttaman räjähdyksen mahdollisuutta ei voida täysin poissulkea, mutta voidaan todeta, ettei täyden varastointimäärän käyttäminen onnettomuuden vaikutuksien arviointiin ole sattuneiden onnettomuuksien perusteella tarpeellista.

Painevaikutusten laskeminen

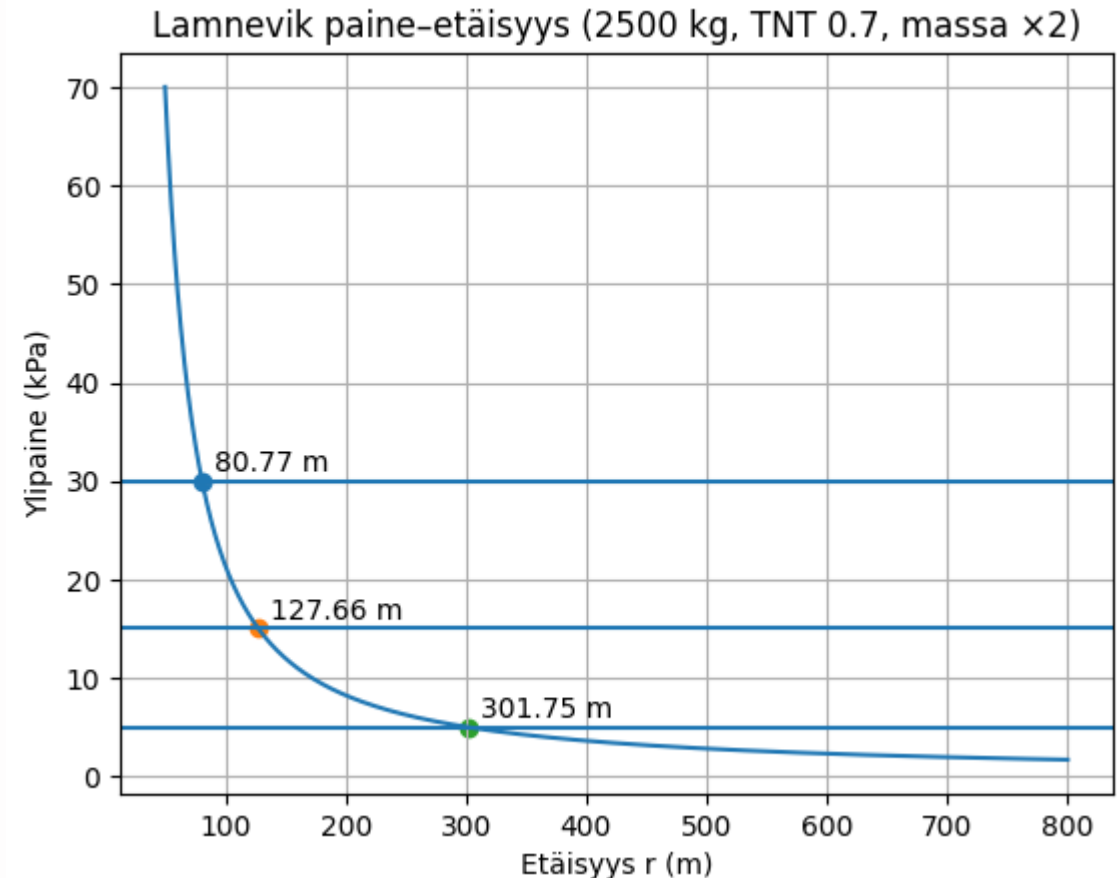
- Painevaikutusten arviointi perustuu räjähdyspaineen vaimenemiseen etäisyyden kasvaessa suhteessa räjähtävän massan kuutiojuureen (vrt. K-arvo laskenta $k \cdot m^{1/3}$)
- Lamnevikin laskentakaava on regressiosovite mittaustetaan. Kolme termiä kuvaa paineen vaimenemista epälineaarisesti eri etäisyyksillä.
- Vaikutusten arviointiin käytetään TOSI-oppaan 5 kPa, 15 kPa, 30 kPa ylipainevaikutuskuvauksia
<https://tukes.fi/tuotantolaitosten-sijoittaminen>

$$P = 10^5 \left[0,84 \left(\frac{M}{r^3} \right)^{1/3} + 2,7 \left(\frac{M}{r^3} \right)^{2/3} + 7 \left(\frac{M}{r^3} \right) \right] \text{ Pa}$$

M= ANE massa (kg) * 0,7 (TNT ekvivalentti) * 2 (puolipallogeometria)

r = etäisyys (m)

P = Pa, Pa/1000 = kPa



Maanpäällinen varasto (5 t)

Työmaan ulkopuolinen ja sisäinen toiminta esim. ajoneuvot, rakennukset tai muu palokuorma:

Asetus 856/2012 95 §:

- Kontin etäisyyden työmaan ulkopuolisista kohteista on oltava vähintään **viisi metriä**. Kontin ja kohteen välissä ei saa olla palavaa materiaalia.

Asetus 1101/2015 39 §:

- Varastojen on oltava vähintään 5 metrin etäisyydellä työmaan taukotilasta sekä toimistosta.

Varastojen läheisyydessä ei saa olla palavia materiaaleja.
Maastosta tulee 5 metrin etäisyydeltä poistaa palava maa-aines.

HUOM! Heitteinä toimivien raskaiden koneiden, varaosien tms. sijoittaminen lähelle maanpäällistä ANE varastoa on kielletty.

Kuva: Oy Forcit Ab, käytetty luvalla.



Maanalaiset varastot (20 t)

- Maanalaisessa tilassa matriisi on varastoitava kontissa tai EI60 paloeristetyssä / vesivalelulla varustetussa alumiinisäiliössä. Maanalainen tila on varustettava paloilmaisimilla.
- Maanalaisen varaston sijoittamisesta ei erillisiä suojaetäisyysvaatimuksia säädöksissä. Huomioitava:
 - Riittävä etäisyys räjäytyskohteisiin
 - Riittävä etäisyys muihin varastoihin, palokuormaan ja syttymislähteisiin
 - Riittävä etäisyys tunnelin suuaukkoon (suos. > 100 m) tai huomioitava suuaukosta onnettomuustilanteessa lähtevät heitteet
 - Kalliomekaanisesti sopiva tila (komut, pulttaus, verkotus)

Kuva: Oy Forcit Ab, käytetty luvalla.



Siirrettävien valmistuslaitteistojen säilytys työmailla

Asetus 1101/2015 16 §:

”Emulsioräjähteiden siirrettävä valmistuslaitteisto, jota ei ole tyhjennetty ja puhdistettu raaka-aineista, on säilytettävä käytön ulkopuolella siten, että siitä ei aiheudu vaaraa alueen tai työmaan muulle toiminnalle eikä alueen ulkopuolelle. Puhdistamattoman laitteiston säilytystilan on oltava vähintään 5 metrin etäisyydellä ulkopuolisista kohteista, taukotilasta ja toimistosta.

Siirrettävän laitteiston, jota ei ole tyhjennetty ja puhdistettu raaka-aineista, tulee olla käytön ulkopuolella tilassa, jonne ulkopuolisten pääsy on estetty, jossa laitteiston kemikaalivuodot voidaan havaita ja hallita sekä jossa ei ole muuta toimintaa, joka voisi aiheuttaa vaaraa laitteistolle.”

- **Samat periaatteet kuin ANE-varaston sijoitukselle** eli riskiperusteinen sijoituspaikan valinta.
- Suositeltavinta on, ettei laitteistoon jäisi työpäivän päättyessä mainittavaa määrää vaaraa aiheuttavia kemikaaleja.
- Säilytyspaikka merkittävä pelastussuunnitelmaan/työmaan turvallisuusasiakirjoihin.

Yhteenveto

1. Rakennuttaja laatii urakkalaskenta-aineistoon ympäristöselvityksen, jossa esitetään L 390/2005 17 § listatut huomioitavat kohteet.
2. Pää toteuttaja välittää tiedot urakointiketjussa valmistuslaitteiston luvanhaltijalle.
3. Mikäli vaaraa aiheuttavia vaikutuksia arvioidaan syntyvän hitaasti evakuoitaviin kohteisiin, on emulsion määrää vähennettävä ja/tai otettava käyttöön muita riskinhallintakeinoja. (Räjähdetoimittaja ja pää toteuttaja)
4. Varastojen sijoitus työmaalla siten, että palokuorma ja syttymislähteet eivät uhkaa varastoa. Toimintojen huomioiminen turvallisuussuunnitelmissa, layoutissa, työmaan tiedottaminen. Varautuminen tulipaloihin.

Jatko

- Tukes valvoo vuonna 2026 merkittäviä taajama-alueella käynnistyviä maanalaisen rakentamisen työmaita asiakirjavalvonnalla ja tarvittaessa työmaakäynneillä.

Lähteet

- Tukesin AN/ANE opas: <https://tukes.fi/ammoniumnitraatin-ja-ammoniumnitraattiemulsion-varastointiopas> (12.5.2025)
- Räjätys- ja louhintatyön turvallisuusohje (15. uudistettu painos 2025) <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2023/03/Ra%CC%88ja%CC%88ytys-ja-louhintaty%CC%88n-turvallisuusohje.pdf>
- Department of Mines, Industry Regulation and Safety, 2023, Ammonium nitrate emulsion tanker trailer explosion: Incident investigation report. Department of Mines, Industry Regulation and Safety, Western Australia, 115pp. https://www.worksafe.wa.gov.au/system/files/documents/2024-12/ANETankerExplosion_Report.pdf
- Explosion Accident during Mobile Production of Bulk Explosives Report by DSBs project committee on the follow up of the accident in Drevja on the 17th of December 2013 <https://www.dsbinfo.no/DSBno/2015/Rapport/ExplosionAccidentduringMobileProductionofBulkExplosives/>

INFRAN
AMMATTI
PÄIVÄT

Louhinta - VAK vaarallisten aineiden kuljetukset

Johtava asiantuntija

Anu Häkkinen

Traficom

TRAFICOM

Liikenne- ja viestintävirasto

VAK vaarallisten aineiden kuljetus

Louhintapäivät 2026

Anu Häkkinen, Traficom



Säädökset ja määräykset

VAK-laki 542/2023
Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta

VAK-asetus 925/2023
asetus vaarallisten
aineiden kuljetuksesta

Traficomin **määräykset**

- Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä
- Vaarallisten aineiden kuljetus rautatiellä
- Vaarallisten aineiden ilmakuljetus
- Vaarallisten aineiden aluskuljetus kappaletavarana



Vaaralliset aineet ja kuljetus VAK-lainsäädännössä

Vaarallinen aine

- Vaarallisella aineella tarkoitetaan ainetta, seosta, liuosta, esinettä, välinettä ja tavaraa, joka räjähdys-, palo-, tartunta-, säteily- tai ympäristövaarallisuutensa, syttyvyytensä, reaktiivisuutensa, myrkyllisyytensä, syövyttävyytensä, mahdollisten vaarallisten reaktioiden tuottamisen taikka muun sellaisen ominaisuuden vuoksi saattaa kuljetuksessa aiheuttaa vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.

Kuljetus

- Kuljetuksella tarkoitetaan vaarallisen aineen ja vaarallista ainetta sisältävän kuljetuspakkauksen, -säiliön ja -kontin varsinaista kuljetusta, sekä kuljetukseen liittyvää, kuljetusolosuhteista ja liikenteestä johtuvaa matkan väliaikaista keskeytystä, kuljetusvälineeseen kuormaamista, lastaamista, purkamista ja käsittelyä sekä tilapäistä säilytystä

Vaarallisten aineiden kuljetusluokat

- Luokka 1 Räjähteet
- Luokka 2 Kaasut
- Luokka 3 Palavat nesteet
- Luokka 4.1 Helposti syttyvät kiinteät aineet, itsereaktiiviset aineet, polymeroituvat aineet ja epäherkistetyt kiinteät räjähdysaineet
- Luokka 4.2 Helposti itsestään syttyvät aineet
- Luokka 4.3 Aineet, jotka veden kanssa kosketukseen joutuessaan kehittävät palavia kaasuja
- Luokka 5.1 Hapettavat aineet
- Luokka 5.2 Orgaaniset peroksidit
- Luokka 6.1 Myrkylliset aineet
- Luokka 6.2 Tartuntavaaralliset aineet
- Luokka 7 Radioaktiiviset aineet
- Luokka 8 Syövyttävät aineet
- Luokka 9 Muut vaaralliset aineet ja esineet



YK-nro	Aineen nimi ja kuvaus	Luokka	Luokituskoodi	Pakkausryhmä	Lipukeet	Erityismääräykset	Rajoitetut määrät ja poikkeusmäärät		Pakkaukset		
									Pakkaustavat	Erityispakkausmäär.	Yhteispakkausmäär.
	3.1.2	2.2	2.2	2.1.1.3	5.2.2	3.3	3.4	3.5.1.2	4.1.4	4.1.4	4.1.10
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9a)	(9b)
0004	AMMONIUMPIKRAATTI, kuiva tai kostutettu alle 10 massa-% vettä sisältävänä	1	1.1D		1		0	E0	P112(a) P112(b) P112(c)	PP26	MP20
0005	AMPUMA-ASEIDEN PATRUUNAT, räjähdyspanoksella varustetut	1	1.1F		1		0	E0	P130 LP101		MP23
0006	AMPUMA-ASEIDEN PATRUUNAT, räjähdyspanoksella varustetut	1	1.1E		1		0	E0	P130 LP101	PP67 L1	MP21
0007	AMPUMA-ASEIDEN PATRUUNAT, räjähdyspan	1	1.2F		1		0	E0	P130		MP23

UN-säiliöt ja irtotavarakontit		VAK/ADR-säiliö		Ajoneuvo säiliökuljetuksissa	Kuljetuskategoria (Tunnelirajoituskoodi)	Kuljetukseen liittyvät erityismääräykset				Vaaran tunnus-nro	YK-nro
Sovel-tamiset	Erityismääräykset	Säiliökoodi	Erityismääräykset			Kollit	Irtotavara	Kuorm., purk. ja käsittely	Kuljetustapahtuma		
4.2.5.2 7.3.2 (10)	4.2.5.3 (11)	4.3 (12)	4.3.5, 6.8.4 (13)	9.1.1.2 (14)	1.1.3.6 (8.6) (15)	7.2.4 (16)	7.3.3 (17)	7.5.11 (18)	8.5 (19)	5.3.2.3 (20)	(1)
					1 (B1000C)	V2 V3		CV1 CV2 CV3	S1		0004
					1 (B1000C)	V2		CV1 CV2 CV3	S1		0005
					1 (B1000C)	V2		CV1 CV2 CV3	S1		0006
					1 (B1000C)	V2		CV1 CV2 CV3	S1		0007

Vaarallisten aineiden kuljetus VAK

- Kuljetus:
 - varsinainen kuljetus
 - kuljetuksen valmistelu
 - kuormaaminen ja lastaaminen
 - purkaminen ja käsittely
- Turvallisuuden (safety) ja turvaamisen (security) varmistaminen
- Kuljetukseen liittyvät muut toimet: pakkaaminen, asiakirjat, pakkausten/säiliöiden tarkastus ja hyväksyminen (tarkastuslaitostoiminta), **koulutus**, kuljettajan **ajolupa**, **ajoneuvon** katsastus/hyväksyntä
- Säädösten ja määräysten tarkoitus on **ehkäistä ja torjua vahinkoa ja vaaraa**, jota vaarallisten aineiden kuljetus saattaa aiheuttaa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.

VAK turvallisuus

Selvilläolovelvollisuus

Sen, joka harjoittaa vaarallisten aineiden kuljetusta tai siihen liittyvää muuta toimintaa, on oltava selvillä toimintaansa liittyvistä tämän lain ja sen nojalla säädetyistä ja määrätyistä vaatimuksista.

Huolellisuus- ja varovaisuusvelvollisuus

Vaarallisten aineiden kuljetuksessa ja siihen liittyvässä muussa toiminnassa on noudatettava tarvittavaa huolellisuutta ja varovaisuutta ottamalla huomioon kuljetettava aine ja sen määrä ja vaarallisuus sekä kuljetusmuoto.



Mistä on säädetty

- **Kuljetusketjun osapuolten velvollisuudet** - lähettäjä, kuljetuksen suorittaja jne.
- **Koulutus**: henkilöstön tiedostava ja tehtäväkohtainen koulutus, ADR-ajolupa, turvallisuusneuvonantaja
- Vaarallisten aineiden luokitus kuljetusta varten
- Pakkausten ja kuljetusvälineiden **merkintä**
- Kuljetukseen liittyvät **asiakirjat**, selvitykset ja ilmoitukset
- Pakkausten ja säiliöiden vaatimustenmukaisuus
 - rakennevaatimukset ja käyttö / markkina- ja turvallisuusvalvonta / tarkastuslaitostoiminta
- **Kuormaus, kuljetus ja purkaminen**
- Turvatoimet - Security: kuljetusvälineen turvaaminen, turvasuunnitelmat
- Tilapäinen säilytys - sisäinen pelastussuunnitelma ja VAK-sataman turvallisuus selvitys
- Ajoneuvon VAK-hyväksyntä ja -katsastus
- Viranomaisten toimivalta, kuljetusten valvonta
- Yksityishenkilön / matkustajan kuljettamat vaaralliset aineet



Varmista vähintäänkin

- Koulutus (tiedostava, tehtäväkohtainen, turvallisuus-, turvatoimien, täydennys-, ajolupa-)
- Vastuut
- Pakkaaminen – merkinnät
 - Luokitus, tyyppihyväksytyt pakkaukset
- Kuormaaminen – merkinnät
 - yhteenkuormauskiellot ja erottelu
- Kuljetusyksikössä mukana pidettävät asiakirjat ja varusteet
- Ajoneuvon VAK-hyväksyntä/katsastus
- Turvatoimet (security)
- Reittirajoitukset



Koulutus

Vastuuseen ja tehtäviin soveltuva sekä käytettävän kuljetusmuodon vaatimukset kattava koulutus:

- 1) **tiedostava** koulutus (yleiset tiedot VAK-kuljetusta koskevista vaatimuksista)
- 2) **tehtäväkohtainen** koulutus (yksityiskohtaista tehtäviin ja vastuuseen suhteutettua koulutusta VAK-vaatimuksista)
- 3) **turvallisuuskoulutus** (aineiden vaaroista suhteutettuna mahdolliseen onnettomuuden aiheuttamaan tapaturmavaaraan ja altistukseen - aineiden turvallinen käsittely ja toimintatavat hätätilanteessa)
- 4) radioaktiivisten aineiden kuljetukseen liittyvä koulutus
- 5) **turvatoimia** koskeva koulutus (turvauhat sekä niiden tunnistaminen ja vähentämismenetelmät - turvasuunnitelma suhteutettuna henkilön vastuuseen, velvollisuuksiin ja tehtäviin)
- 6) **täydennyskoulutus** määräajoin - ylläpidetään tietoja ajan tasalla.

Vastuut

- Kuljetuksen osapuolten velvollisuudet huolehtia kuljetuksen turvallisuudesta
- Lähettäjä
 - Kuormaaja – Pakkaaja - Täyttäjä
- Kuljetuksen suorittaja
- Vastaanottaja
 - Kuorman purkaja

Pakkaaminen, merkinnät

- Aineet on luokiteltu nimikkeisiin
 - esim. UN 0511 RÄJÄYTYSNALLIT, ELEKTRONISET (1.1B)
- Nimikkeille on määrätty pakkaustavat
 - esim. P131
 - hyväksytty pakkaus, esim. puulaatikko 4C1 tai pahvilaatikko 4G / pakkauksessa hyväksyntämerkinnät
 - Yhteenpakkaamisen säännöt (kiellot)
- Nimikkeen mukaiset merkinnät
 - Räjähteen nimike ja varoituslipuke räjähteen vaaraluokan mukaan



Kuormaaminen

- Eri varoituslipukkeilla merkittyjä kolleja ei saa kuormata samaan ajoneuvoon tai konttiin, ellei yhteenkuormaus ole sallittu yhteenkuormaustaulukossa
- Luokan 1 räjähdekollien yhteenkuormaus keskenään ei ole sallittu, ellei se räjähdetaulukossa sallittu räjähteen yhteensopivuusryhmien mukaan
 - Erottelu, esim. a) yhteensopivuusryhmien B ja D erotteluvaatimukset

Lipuke-numerot	1	1.4	1.5	1.6	2.1, 2.2, 2.3	3	4.1	4.1 +1	4.2	4.3	5.1	5
1	Ks. kohta 7.5.2.2.										d	
1.4					a	a	a		a	a	a	
1.5												
1.6												
2.1, 2.2, 2.3		a			x	x	x		x	x	x	
3		a			x	x	x		x	x	x	
4.1		a			x	x	x		x	x	x	
4.1 +1								x				

pivuusryhmä	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	N	S
A	x											
B		x		a								x
C			x	x	x		x				b, c	x
D		a	x	x	x		x				b, c	x
E			x	x	x		x				b, c	x
F						x						x
G			x	x	x		x					x
H								x				x
J									x			x
L										d		
N			b, c	b, c	b, c						b	x
S		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x

Kuljetusyksikössä mukana pidettävät asiakirjat

- Muiden säännösten nojalla kuljetuksessa mukana pidettävien asiakirjojen lisäksi:
 - Kuljetusasiakirja (rahtikirja)
 - Kirjalliset turvallisuusohjeet (onnettomuuden ja vaara- tai hätätilanteen varalta)
 - henkilöllisyyden osoittava asiakirja
 - ajoneuvon VAK/ADR-hyväksymistodistus osan hyväksymistodistus
 - kuljettajan ADR-ajolupa
 - kopio toimivaltaisen viranomaisen hyväksynnästä silloin, kun sitä edellytetään

Ajoneuvo

- EX/II tai EX/III hyväksyntä räjähteitä kuljettavalle ajoneuvolle
- Merkinnot: oranssikilvet – suurlipukkeet



Turvatoimet

- asianmukainen kuljetuksen suorittaja
- lukituksen varmistaminen (laitteet, välineet tai järjestelyt, jotka estävät kuljetusvälineen ja sen rahdin varkauden)
- turvasuunnitelma
 - turvauhkien tunnistaminen
 - turvauhkien vähentämiseen tähtääviä toimenpiteitä (koulutus, säilytys)

Reittirajoitukset



- Reittirajoitukset koskevat kuljetusyksiköitä, jotka edellytetään merkittäväksi oranssikilvillä
- Läpiajokiellon alueella (suurin osa rajoituksista) saa ajaa kieltoalueella olevaan kohteeseen = kuormaus/purkamispaikka kieltoalueella



Poikkeuksia – helpotuksia vaatimuksista

- Poikkeusmääräyksiä / Tällaiset tapaukset on määritelty määräyksissä eri menetelmin: ainekohtaisesti, pienille määrille tai vähäiseen vaaraan perustuen.
- Pienet määrät ovat kappaletavarakuljetuksen
 - vähäisiä määriä eli niin sanotun **vapaaraajan** alle jääviä määriä, jotka määritetään vaunu-, kontti- tai kuljetusyksikkökohtaisesti,
 - rajoitettuja määriä (**LQ**),
 - poikkeusmääriä (**EQ**),
 - ainekohtaisia vähäisempää vaaraa aiheuttavia määriä.
- Vähäistä vaaraa aiheuttavat aineet ja kuljetukset, jolloin voi olla vapautuksia tai helpotuksia vaatimuksista
 - esim. aineen laatu, vaarallisuus, määrä tai käyttötarkoitus, pakkaus- ja kuljetustapa, vaaratekijöiden poistaminen



Vapaaraja (1/2)

- Traficomın määräys: A liitteen kohta 1.1.3.6 vapaaraja (kappaletavara)
- Nimikkeet on jaettu kuljetuskategorioihin 1-4, joiden mukaan vapaaraja-määrä määräytyy
 - Vapaarajataulukko
 - Nimiketaulukon sarake (15)
- Jos kuljetusyksikössä kuljetetaan eri kuljetuskategorian aineita, laskennallinen lukuarvo ei saa ylittää "1000".
- Vapaaraja ei tarkoita vapaata kuljetusta, vaan vapaarajaehdot on täytettävä

Kuljetuskategoria	Aineet tai esineet Pakkausryhmä tai luokituskoodi/ryhmä tai YK-numero	Enimmäismäärä kuljetusyksikköä kohti ^b
(1)	(2)	(3)
0	Luokka 1: 1.1A, 1.1L, 1.2L, 1.3L ja UN 0190 Luokka 3: UN 3343 Luokka 4.2: Pakkausryhmän I aineet Luokka 4.3: UN 1183, 1242, 1295, 1340, 1390, 1403, 1928, 2813, 2965, 2968, 2988, 3129, 3130, 3131, 3132, 3134, 3148, 3396, 3398 ja 3399 Luokka 5.1 UN 2426 Luokka 6.1: UN 1051, 1600, 1613, 1614, 2312, 3250 ja 3294 Luokka 6.2: UN 2814, 2900 ja 3549 Luokka 7: UN 2912-2919, 2977, 2978 ja 3321-3333 Luokka 8: UN 2215 (MALEIINI-HAPPOANHYDRIDI, SULASSA MUODOSSA) Luokka 9: UN 2315, 3151, 3152 ja 3432 sekä esineet, jotka sisältävät näitä aineita ja seoksia Sekä tämän kuljetuskategorian vaarallisia aineita sisältäneet tyhjät, puhdistamattomat pakkaukset lukuun ottamatta YK-numeroon 2908 luokiteltuja.	0
1	Pakkausryhmän I aineet ja esineet, jotka eivät kuulu kuljetuskategoriaan 0, sekä seuraaviin luokkiin kuuluvat aineet, esineet ja välineet: Luokka 1: 1.1B-1.1J ^a , 1.2B-1.2J, 1.3C, 1.3G, 1.3H, 1.3J, 1.5D ^a Luokka 2: Ryhmät T, TC ^a , TO, TF, TOC ^a ja TFC, Aerosolit: ryhmät C, CO, FC, T, TF, TC, TO, TFC ja TOC Paineelliset kemikaalit: UN 3502, 3503, 3504 ja 3505	20

Kuljetuskategoria	kg
0	0
1	20
2	333
3	1000
4	rajoituksetta

Vapaaraja (2/2)

Vapautuu mm. (1.1.3.6.2)

- ADR-ajolupakoulutus
- Ajoneuvon merkintä (suurlipukkeet ja oranssikilpi)
- Ajoneuvon EX-katsastus
- Ajoneuvossa pidettävät varusteet
 - => kuitenkin asianmukainen 2kg sammutin oltava
- Osa vaarallisuusluokan 1.4 nimikkeistä vapautuu turvatoimivaatimuksista (security)
- Reittirajoitukset (kun oranssikilpeä ei edellytetä)

koulutus (tiedostava, tehtävänmukainen)
luokitus
pakkaukset, merkinnät
yhteenkuormaus, erottelu

Vapaarajan muutos 2027

- Vapaaraja-taulukon a-huomautus poistuu vuoden 2027 määräyksissä (~~"UN 0081, 0082, 0084, 0241, 0331, 0332, 0482, 1005 ja 1017 aineille ja esineille enimmäismäärä kuljetusyksikköä kohti on 50 kg."~~)
 - Muutos 50 kg => 20 kg kuten kaikki muutkin samalla tavalla luokittevat räjähteet 1 kuljetuskategoriassa
 - Siirtymäaika: Tämä tulee pakollisena voimaa 1.1.2031.

Kiitos

<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/vak>

- VAK-uutiskirje
- yhteydenotto VAK-asioissa
- yleistietoa
- säädökset ja määräykset



INFRAN
AMMATTI
PÄIVÄT

Vantaan Varanto

Työpäälikkö

Ville Nupponen

YIT

INFRAN
AMMATTI
PÄIVÄT

Vetyperoksidiemulsioiden työturvallisuudesta ja ympäristönäkökohdista

Manager, Center of Excellence, Head of R&D

Jussi Saavalainen

Oy Forcit Ab

VETYPEROKSIDIEMULSIOIDEN TYÖTURVALLISUUDESTA JA YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDISTA

Jussi Saavalainen / Timo Halme

MIKSI VETYPEROKSIDIEMULSIO?

Kaikki alkoi eliminoinnista



HPE = Hydrogen Peroxide Emulsion
ANE = Ammonium Nitrate Emulsion

NOx räjähdyskaasuissa

- Suuret päästöt voivat vaarantaa kohteita kaivosalueiden ulkopuolella
- Maanalaisissa kohteissa ilman laatu (työhygieniä)



- HPE ei tuota lainkaan NOx-päästöjä
- Ratkaisee räjähteisiin liittyvän NOx-ongelman

Vesiliukoiset typpipäästöt

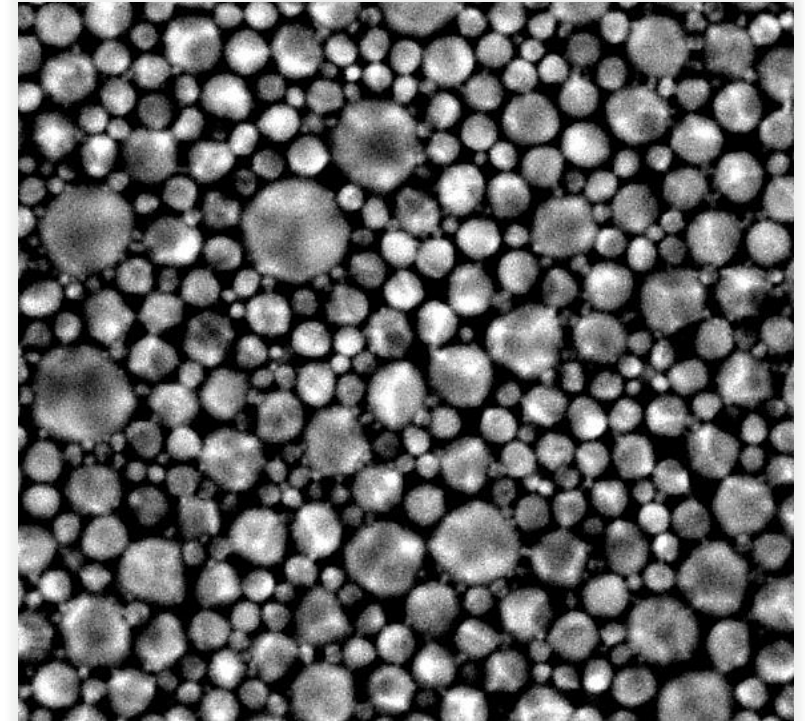
- Aiheuttaa rehevöitymistä
- Voi olla myrkyllistä vesistöympäristössä



- HPE ei sisällä typpeä
- Suora ratkaisu typpiongelmaan

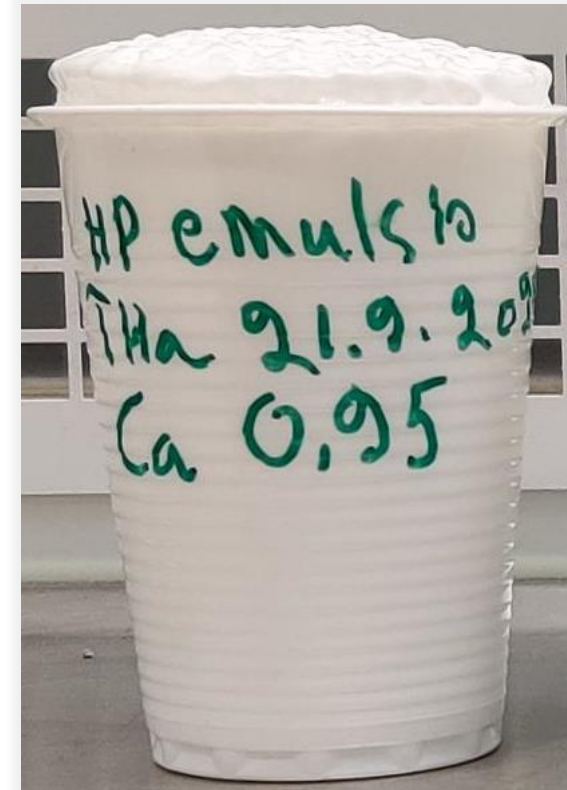
EMULSION RAKENNE

- Nykyaikaiset räjähdysaine-emulsiot ovat **vesi-öljyssä** emulsioita
- Koostuu toisiinsa liukenemattomista nesteistä (faaseista),
tyypillisesti vesifaasi on hapettavan aineen vesiliuosta ja veteen liukenematon faasi on polttoaineena toimivan öljyn ja emulgointiaineen seos
- Vesifaasi on pieninä pisaroina öljyfaasin sisällä
- Vesifaasia on yleensä yli 90 paino-% koostumuksesta
- Öljyfaasi ympäröi vesifaasin pisaroita ohuena kalvona
- Rakenteensa ansiosta **niukkaliukoisia** veteen
- Emulsioräjähdysaineet ovat seoksia, eli niissä käytetyt raaka-aineet eivät muutu kemiallisesti valmistusprosessissa



EMULSIORÄJÄHDYSAINEN TOIMINTAPERIAATE

- Emulsioräjähdysaine täytyy herkistää muodostamalla siihen ns. kuumia pisteitä
- Käytännössä yleisin tapa herkistämiseen on muodostaa/sekoittaa pieniä tasaisesti jakautuneita **kaasukuplia** emulsion sisään
- Näin herkistetty emulsioräjähdysaine voidaan sytyttää räjäytysnallilla tai räjäyttimellä riippuen tuotteen koostumuksen yksityiskohdista ja käyttötarkoituksesta



HPE-RÄJÄHDYSAINEN KÄYTTÖTURVALLISUUS

- Räjähdysteknisessä mielessä vetyperoksidiemulsion käsittelyturvallisuusominaisuudet täyttävät Eurooppalaiset vaatimukset, tämä varmistetaan **CE-hyväksynnällä**, jonka on saanut esim. Forcitin **Kemiitti HPE** - vetyperoksidiemulsioräjähdysaine
- Emulsion muodostamisessa raaka-aineet eivät muutu kemiallisesti, joten työturvallisuuteen ja ympäristöön vaikuttavat tekijät tulevat hyvin pitkälti raaka-aineiden ominaisuuksista
- Vetyperoksidiemulsion työturvallisuudessa ja ympäristönäkökohdissa fokus on raaka-aineena käytetyn vetyperoksidiliuoksen ominaisuuksissa
- Tyypillisesti käytetään n. 50-60% vetyperoksidin vesiliuosta

 **BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND –PRÜFUNG (BAM)**



EU-Baumusterprüfbescheinigung (Modul B) Nr.
EU-Type Examination Certificate (Module B) No.

0589.EXP.0775/22

Bezeichnung des Explosivstoffs
(Handelsname):

Name of the explosive
(trade name):

Kemiitti HPE

Typ des Explosivstoffs:

Type of the explosive:

Emulsionssprengstoff / Emulsion explosive

Hersteller
(Name/Firma und Anschrift):

Manufacturer
(name/company and address):

**OY Forcit AB
Ruutitehtaantie 80
41330 Vihtavuori
FINNLAND**

VETYPEROKSIDILIUKSEN KÄSITTELYTURVALLISUUS

- 50-60% vetyperoksidiliuoksen keskeisimmät riskitekijät ovat
 - H272 Voi edistää tulipaloa; hapettava
 - H302 + H332 Haitallista nieltynä ja hengitettynä
 - H314 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa
 - H335 Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä
- Viimevuoden loppupuolella saadun tiedon mukaan yli 25% vetyperoksidiliuokset tullaan luokittelemaan jatkossa edellisten lisäksi ympäristölle vaaralliseksi vaaralausekkeella H400 erittäin myrkyllistä vesieliöille
- ECHA käsittelee tällä hetkellä ehdotusta, jonka mukaan vetyperoksidi tultaisiin luokittelemaan myrkylliseksi. Tämän prosessin tulos nähdään n. 2v kuluttua

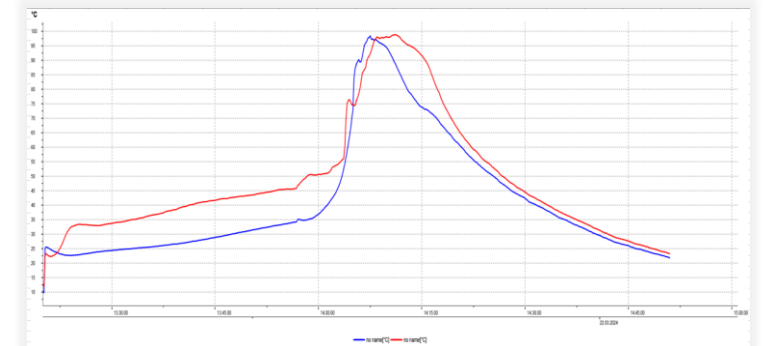


REAKTIIVISUUS

- Työturvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden lisäksi väkevän vetyperoksidiliuoksen **korkea reaktiivisuus** nähdään riskinä reagoida porareiässä mineraalien kanssa
- Hyvin monet mineraalit, erityisesti **rikkipitoiset**, aiheuttavat katalyyttisen hajoamisreaktion vetyperoksidille, jonka seurauksena lämpötila nousee hyvin nopeasti lähelle 100°C ja hajoamistuotteena vapautuva happi ja vesihöyry voivat aiheuttaa kiehuvan kuumen räjähdysaineen voimakkaan purkautumisen porareiästä
- Vetyperoksidilla on myös ominaisuutena spontaani hajoaminen, joka vapauttaa happikuplia. Emulsiossa tämä johtaa **spontaaniin herkistymiseen** räjähdysaineeksi varastoinnin aikana



>> HPE reaktio pyriittiä sisältävän malmin kanssa



>> Näytteen lämpötila vs. aika max 98°C

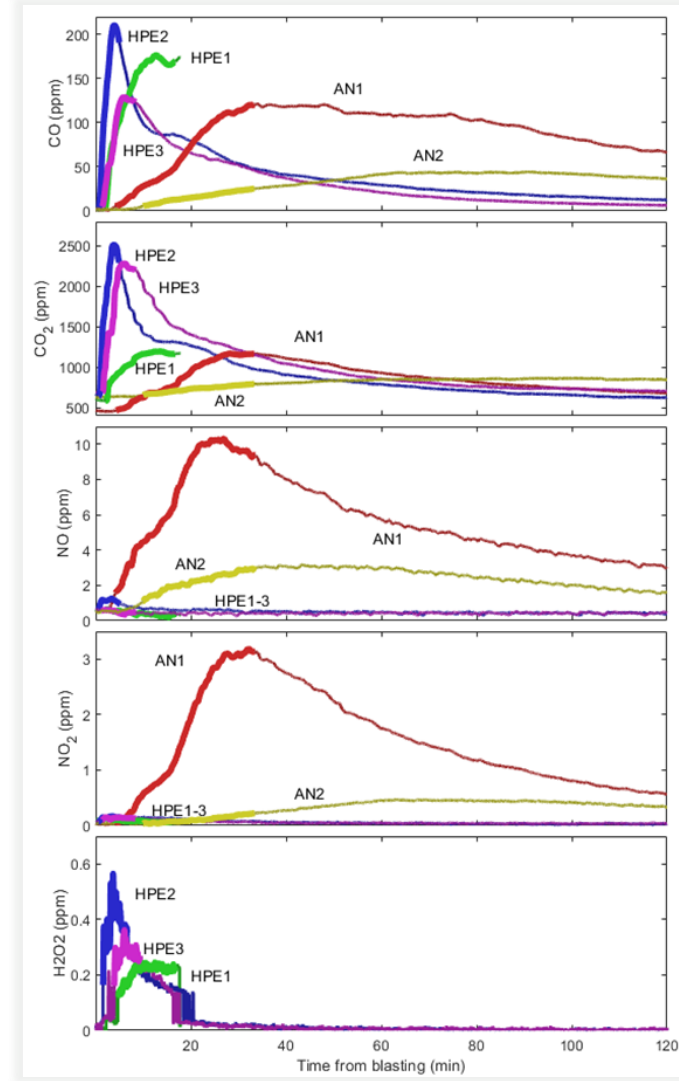
KÄYTÄNNÖN KOKEMUKSIA

- Useita kertoja havaittu raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia ilmassa
- 8h raja 1ppm, 15min raja 2ppm
 - Panostuksen aikana ja panostusajoneuvoa tankatessa 1-2ppm ⚠
 - HPE säiliön luukun lähellä 10-15ppm ⚠⚠
- **Suojavarusteet**
 - Kemikaalisuojahaalarit
 - Moottoroitu kokokasvomaski ABEK kaasusuodattimella
 - Pitkävartiset kemikaalisuojahanskat
 - Kumisaappaat, lahkeet saappaiden päällä



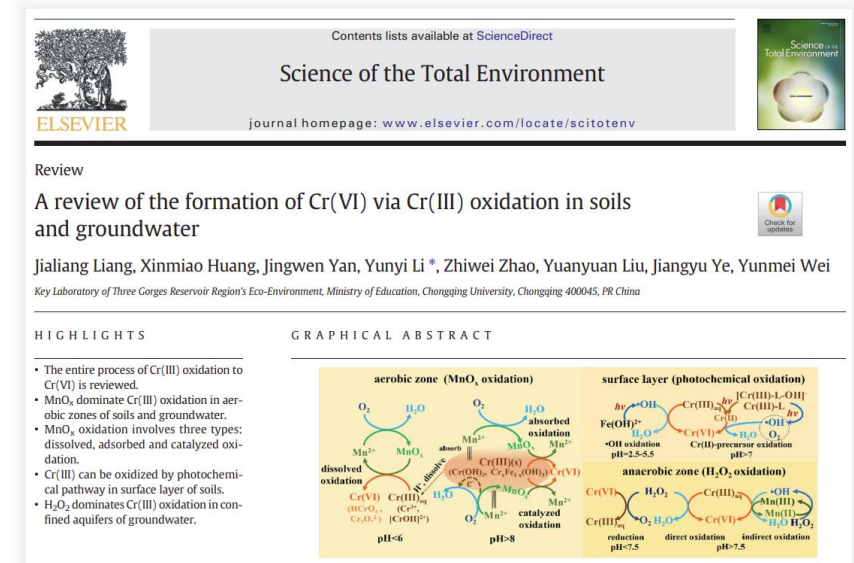
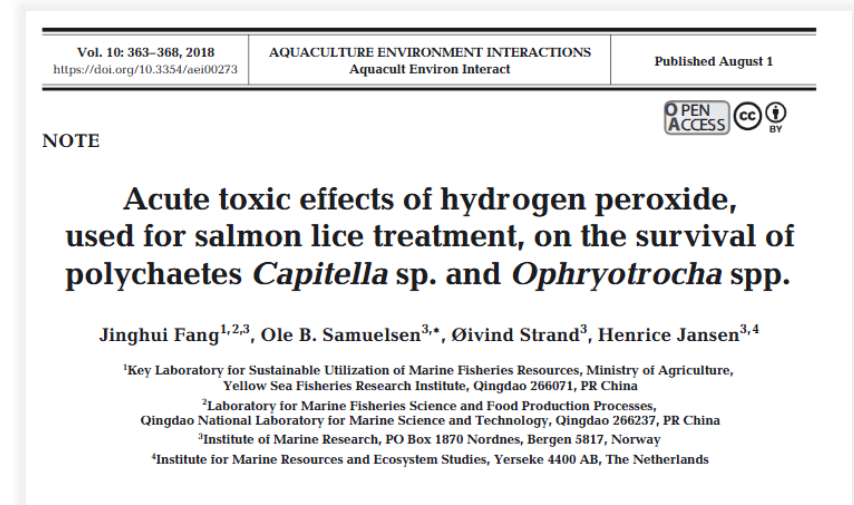
RÄJÄYTYSKAASUT

- Kemin kaivoksessa 2 ANE katkoa ja 3 HPE katkoa
- Odotusten mukaisesti ei typen oksideja HPE räjäytyskaasuissa
- Häkä samalla tasolla ANE räjäytyksen kanssa, optimoitavissa alemmaksi
- Vetyperoksidia havaittiin räjähdyskaasuissa, pitoisuus oli alle 1ppm ja laski hyvin nopeasti



YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

- Akuutti ja krooninen myrkyllisyys vesiympäristössä
- Riski reagoida mineraalien kanssa niin että muodostuu hyvin myrkyllisiä reaktiotuotteita, esim. kromin hapettuminen kromaattiksi
- Vetyperoksidi on tunnettu kemikaali kemian teollisuudessa, käyttö suljetuissa prosesseissa
- Käyttö bulk-räjähdysaineen pääraaka-aineena muodostaa uuden entuudestaan tuntemattoman päästöskenaarion, vaatii tutkimusta
- Vihreä vety mahdollistaa niin vetyperoksidiin kuin ammoniumnitraattiinkin perustuvien räjähdysaineiden hiilijalanjäljen pienentämisen



YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Ominaisuus	HPE	ANE
Typpipitoisuus w-%	~0	~27
Myrkyllisyys vesieliöille	Tällä hetkellä H412 - Haitallista vesieliöille, pitkäaikaisia vaikutuksia*	Ei suoraan, mahdollinen rehevöityminen toissijaisena vaikutuksena
Muut ympäristövaikutukset	Voi hapettaa joitakin metalleja, kuten kromia, hyvin myrkylliseen muotoon	Vedessä oleva typpi aiheuttaa rehevöitymistä
Myrkylliset ainesosat räjähdyskaasuissa	CO, HP	CO, NO _x
CO ₂ jalanjälki	Keskimäärin yhtä suuret. Molemmat perustuvat teollisesti tuotettuun vetyyn. Joissain harvinaisissa tapauksissa sivutuotevetyä voidaan käyttää HP:n tuotannossa, jolloin saadaan poikkeuksellisen pieni CO ₂ -jalanjälki	

* HP:n toimittajien tietojen mukaan luokitus muuttuu "H400 – erittäin myrkyllinen vesieliöille" & ympäristövaaran GHS merkinta Q1/2026:sta lähtien

TURVALLISUUS

Ominaisuus	HPE	ANE
Ihokontakti	Syövyttävä, välitön kemiallinen palovamma	Voi aiheuttaa ärsytystä
Silmäkontakti	Pysyviä vaurioita	Ärsyttävä
Hengitys	Haitallinen*	Ei vaarallinen
Nieleminen	Haitallinen*	Ei vaarallinen
Reaktiivisuus	Eritäin korkea	Matala
Luokittelu	? Muuttuu spontaanisti1.1	5.1

* ECHA käsittelee ehdotusta myrkylliseksi luokittelusta (acute tox 3) sekä ATE (acute toxic estimate) ilmassa 11 mg/l = 7,8 ppm

SUMMA SUMMARUM

- Suorituskyky on verrattavissa ANE teknologiaan, paitsi
 - **Tiheys** on kapeampi, tyypillisesti alle 1,0g/cc eli vesi voi aiheuttaa haasteita
 - **Stabiilius** porareissä heikompi, aiheuttaa rajoitteita räjäytyksen ajoittamiselle
- Positiiviset ympäristövaikutukset
 - **Ei sisällä typpeä** => ei vesiliukoisia typpipäästöjä, ei typen oksideja räjäytyskaasuissa
- **Uudet riskit** ja niiden hallinta
 - Työturvallisuus ja suojarusteet vaativat selkeästi uuden tason
 - Reaktiivisuus porareissä
 - Emulsion spontaani herkistyminen varastoinnin aikana
 - Mahdolliset päästöt vesistöihin ja niiden myrkyllinen vaikutus
 - Mahdollisesti myrkyllisiä tuotteita mineraalien kanssa reagoidessa





KIITOS!

Jussi Saavalainen

KIITOS
Turvallista kotimatkaa
lounaan jälkeen!

Tapahtuman sponsoreina

