

Vedyntuotannon riskimatriisi

	Vaaratilanne		Syy	Seuraus	Riskin todennäköisyys*	Vaikutusten suuruus	Ehdotus riskejä vähentäväksi toimenpiteeksi
1. Rakentamisen ajan riskit							
1.1	Meriliikenneonnettomuus	Merellä	Alusten yhteen törmäys	Materiaalivahingot	Pieni/erittäin epätodennäköinen	Suuri	Pääsääntöinen kulku vesiväylä pitkin
			Karille ajo	Henkilövahingot			Turvallisuusohjeiden noudattaminen
			Aluksen törmäminen vetylaitoksen perustuksiin	Ympäristövahingot			Rakentamisen aikainen valvonta rakennusalueella
1.2	Onnettomuus vetyputken ruoppauksoiden aikana	Merellä	Työalusten yhteen törmäys	Henkilövahingot	Pieni/erittäin epätodennäköinen	Kohtalainen	Turvallisuusohjeiden noudattaminen
			Häiriö asennuksen aikana	Materiaalivahingot			
1.3	Vetyvuoto rakentamisen aikana	Merellä	Virheellinen asennus	Vetyvuoto; mahdollisesti vuodon syttyminen	Pieni	Kohtalainen	Turvallisuusohjeistusten noudattaminen
			Materiaalivahingot				
2. Toiminnan aikaiset riskit							
2.1	Vetyvuodot elektrolyysilaitteista tai putkistoista veden yläpuolella	Merellä	Virheellinen asennus	Syttymättömät vetypäästöt nousevat ilmakehään ja laimenevat, jolloin siitä ei aiheudu välittömiä seurauksia	Kohtalainen	Kohtalainen	Meriliikenteen koordinointi viranomaisten kanssa
			Häiriötilanne tai toiminnan häiriö				Säännöllinen huolto ja tarkastukset
			Vialliset materiaalit	Henkilö- ja materiaalivahingot			Asennustyöohjeiden noudattaminen
			Törmäys ohikulkevien alusten ja keskitetyn vedyntuotantolaitoksen perustuksen välillä	Vetyvuoto, josta voi seurata sen syttyminen ja edelleen suihkupalo tai kaasuräjähdyks, josta muodostuu veshöyryä. Rajatut henkilö- ja aineelliset vahingot			Laitteiston etäseuranta ja -hallinta
			Tekninen tai sähköinen vika, esim. ylikuumeneminen ja vedyn syttyminen				
2.2	Vetyvuodon syttyminen	Merellä	Vetyvuodon syttyminen esim. staattiset varaukset korkeasta paineesta tai muu syttymislähde	Vetyvuodon suihkupalo tai kaasuräjähdyks, johon liittyy sirpalevaurioiden riski. Tulipalossa tai räjädyksessä muodostuu veshöyryä. Mahdollisesti laajat henkilö- ja aineelliset vahingot	Pieni	Kohtalainen	Laitteiston etäseuranta ja -hallinta
			Ruostumisesta aiheutuva syttymislämpötilan lasku				Työohjeet vetyputkistojen ja laitteistojen luona työskenneltäessä
			Mekaanisista iskuista syntynyt kipinä				
2.3	Suuronnettomuus, joka leviää muihin vedyntuotantolaitoksiin	Merellä	Tulipalo leviää ilmateitse vetysamasta toiseen	Laajat tulipalot merituulivoimapuiston alueella, mahdollisesti suihkupalo tai räjähdys. Tulipalossa tai räjädyksessä muodostuu veshöyryä. Mahdollisesti laajat henkilö- ja aineelliset vahingot.	Pieni/epätodennäköinen	Suuri	Selvitetään tarvittaessa tarkemmin mallinnusten avulla Vetylaitosten etäisyys on vähintään 1,5 km toisistaan
			Tulipalo leviää sisäisen vetyputkiston kautta				
2.4	Vetyvuoto meren yläpuolisista rakenteista kuten vetysäiliöstä	Merellä	Ulkoinen mekaaninen isku, esimerkiksi aluksen törmäämisen seurauksena	Vetyvuoto, josta voi seurata sen syttyminen ja edelleen suihkupalo tai kaasuräjähdyks. Rajatut henkilö- ja aineelliset vahingot	Pieni	Kohtalainen	Meriliikenteen koordinointi viranomaisten kanssa
			Poikkeustilanne tai häiriö normaalien toiminnan aikana	Syttymättömät vetypäästöt nousevat ilmakehään ja laimenevat, jolloin siitä ei aiheudu välittömiä seurauksia			Laitteiston etäseuranta ja -hallinta
			Terroriteot ja muut ulkoiset uhat				Turvallisuusuhkien huomiointi laitoksen ylläpidon suunnittelussa, teknistä valvontaa, yhteistyö Suomen turvallisuudesta vastaavien tahojen kanssa
2.5	Pienet vetyvuodot merenpinnan alapuolella	Merellä	Virheellinen kokoonpano tai asennus	Vetykaasun purkautuminen mereen (ei arvioida olevan vaikutusta ympäristöön)	Kohtalainen	Pieni	Laitteiston etäseuranta ja -hallinta
			Mekaaninen isku kuten ankkurin osuminen vetyputkeen				Työohjeet vetyputkistojen ja laitteistojen luona työskenneltäessä
2.6	Suuret vetyvuodot merenpinnan alapuolella	Merellä	Materiaalivahingot	Vetykaasu voi nosota veden pinnalle, mikä voi muodostaa syttyvän kaasupilven, joka leviää ilmaan. Jos alus kulkee kaasupilven läpi, aluksella mahdollisesti oleva syttymislähde voi sytyttää kaasupilven ja aiheuttaa kaasupilven syttymisen ja edelleen räjähdysken	pieni/epätodennäköinen	Suuri	Vetyputken suojaus mekaanisilta iskuilta
			Virheellinen kokoonpano tai asennus				Vedenalaisten putkistojen, perustusten ja laitteistojen suunnittelu turvallisuusnäkökulma huomioiden
			Mekaaninen isku kuten ankkurin osuminen vetyputkeen	Suuri vedenalainen kaasupäästö synnyttää kaasukuplia, jotka voivat aiheuttaa paikallisia tiheyseroja veteen ja muuttaa veden ominaisuuksia, kuten kantovoimaa			Meriliikenteen koordinointi viranomaisten kanssa. Vakavien vuotojen yhteydessä suojavaikkeen perustaminen vuotokohdan ympärille
			Pohjatroulaus	Turvallisuusuhkien huomiointi laitoksen ylläpidon suunnittelussa, teknistä valvontaa, yhteistyö Suomen turvallisuudesta vastaavien tahojen kanssa.			
2.7	Öljyvuoto vetypalon aikana	Merellä	Poikkeustilanne tai häiriö normaalien toiminnan aikana; öljyvuoto tuulivoimalan tai sähköaseman alueella vetypalon aikana	Tulipaloo kiihdyttävä vaikutus	Pieni	Kohtalainen	Vuotojen hallinta ja poikkeustilanteiden valvonta esim. hälytysrajat
							Palokuorman huomiointi laitossuunnittelussa ja yksiköiden sijoittelussa
							Palon tarjunta poikkeustilanteissa

	Vaaratilanne		Syy	Seuraus	Riskin todennäköisyys*	Vaikutusten suuruus	Ehdotus riskejä vähentäväksi toimenpiteeksi
3. Toiminnan aikaiset riskit; happi							
3.1	Happivuoto tulipalon aikana	Merellä	Poikkeustilanne tai häiriö normaalin toiminnan aikana; tulipalon syntyminen tuulivoimalan tai sähköaseman alueella happivuodon aikana	Tulipaloa kiihdyttävä vaikutus	Pieni	Kohtalainen	Vuotojen hallinta ja poikkeustilanteiden valvonta esim. hälytysrajat
				Haastavoittaa tulipalon hallintaa			Palokuorman huomiointi laitossuunnittelussa ja yksiköiden sijoittelussa
3.2	Vety räjähtää reagoidessaan happen kanssa	Merellä	Poikkeustilanne tai häiriö normaalin toiminnan aikana; vety- ja happivuoto samanaikaisesti	Räjähdys. Rajatut henkilö- ja aineelliset vahingot	Pieni	Kohtalainen	Palon tarjunta poikkeustilanteissa
							Vuotojen hallinta ja poikkeustilanteiden valvonta esim. hälytysrajat
3.3	Öljyn syttyminen spontaanisti hapen vaikutuksesta	Merellä	Poikkeustilanne tai häiriö normaalin toiminnan aikana; öljyvuoto tuulivoimalan tai sähköaseman alueella happivuodon aikana	Tulipalo	Pieni	Kohtalainen	Palokuorman huomiointi laitossuunnittelussa ja yksiköiden sijoittelussa
							Palon tarjunta poikkeustilanteissa
	Vaaratilanne		Syy	Seuraus	Riskin todennäköisyys*	Vaikutusten suuruus	Ehdotus riskejä vähentäväksi toimenpiteeksi
4. Muut riskit							
4.1	Sammutusjäteveden leviäminen ympäristöön	Merellä	Tulipalon syttyminen tuulivoimalan tuotantolaitoksella tai keskitetyllä tuotantolaitoksella	Ympäristövaikutukset	Pieni	Pieni	Vuotojen hallinta ja poikkeustilanteiden valvonta esim. hälytysrajat
							Palokuorman huomiointi laitossuunnittelussa ja yksiköiden sijoittelussa
4.2	Helikopterionnettomuus	Merellä	Helikopterionnettomuus, kuten törmääminen voimalaan, esim. huollon/asennuksen yhteydessä	Henkilövahingot	Pieni	Kohtalainen	Ajantasaiset ja riittävät turvallisuusohjeet vedyn tuotantolaitteistojen huoltoon helikopterilla sekä soveltuvien sääntöjen, määräysten ja käytäntöjen noudattaminen.
				Materiaalivahingot Tulipalo			
	Vaaratilanne		Syy	Seuraus	Riskin todennäköisyys*	Vaikutusten suuruus	Ehdotus riskejä vähentäväksi toimenpiteeksi
5. Käytöstä poiston riskit							
5.1	Meriliikenneonnettomuus	Merellä	Alusten yhteentörmäys	Materiaalivahingot	Pieni/erittäin epätodennäköinen	Suuri	Pääsääntöinen kulku vesiväyliä pitkin
			Karille ajo	Henkilövahingot			Turvallisuusohjeiden noudattaminen
			Aluksen törmääminen vetylaitoksen perustuksiin	Ympäristövahingot			Rakentamisen aikainen valvonta rakennusalueella

* Todennäköisyys on arvioitu ilman riskejä vähentäviä toimenpiteitä (erittäin suuri – 2 vuoden välein tai useammin, suuri – 2–10 vuoden välein, Kohtalainen – 10–50 vuoden välein, pieni – erittäin epätodennäköinen laitoksen käyttöänsä aikana, ei merkityksetön).

Vedyn varastoinnin riskiarviointi

	Vaaratilanne		Syy	Seuraus	Riskin todennäköisyys*	Vaikutusten suuruus	Ehdotus riskejä vähentäväksi toimenpiteeksi
1. Rakentamisen ajan riskit							
1.1	Liikenneonnettomuus	Mantereella	Lisääntynyt liikenne rakentamisen aikana	Materiaalivahingot	Pieni	Kohtalainen	Turvallisuusohjeiden ja liikennesääntöjen noudattaminen
				Henkilövahingot			Rakentamisen aikainen valvonta rakennusalueella
1.2	Vetyvuoto putkistosta tai säiliöstä rakentamisen aikana	Mantereella	Virheellinen asennus	Vetyvuoto; mahdollisesti vuodon syttyminen	Pieni	Kohtalainen	Turvallisuusohjeistusten noudattaminen
			Materiaalivahingot				
	Vaaratilanne		Syy	Seuraus	Riskin todennäköisyys*	Vaikutusten suuruus	Ehdotus riskejä vähentäväksi toimenpiteeksi
2. Toiminnan aikaiset riskit							
2.1	Vetyvuoto putkistoista	Mantereella	Virheellinen kokoonpano tai asennus	Syttymätön vetyvuoto nousee ilmakehään ja laimenevat	Kohtalainen	Kohtalainen	Meriliikenteen koordinointi viranomaisten kanssa
			Virheellinen huolto				Säännöllinen huolto ja tarkastukset
			Vialliset materiaalit	Henkilö- ja materiaalivahingot			Asennustyöohjeiden noudattaminen
			Törmäys liikenteeseen kuten raskaisiin ajoneuvoihin ranta-utumispiSTEEN ja varastointialueen välillä	Vuodosta voi seurata kaasupilvi, joka voi räjähtää, tai vetyvuodon syttyminen, josta voi seurata esim. suihkuleikki			
			Tekninen tai sähköinen vika, esim. ylikuumentuminen				Laitteiston etäseuranta ja -hallinta
2.2	Vetyvuodon syttyminen	Mantereella	Staattiset varaukset korkeasta paineesta tai muu syttymislähde	Vetyvuodon syttymisestä voi seurata esim. suihkuleikki	Pieni	Kohtalainen	Laitteiston etäseuranta ja -hallinta
			Mekaanisesta iskusta syntynyt kipinä				Työohjeet vetyputkistojen ja laitteistojen luona työskenneltäessä
2.4	Suuret putkirkikot tai vuodot putkistosta mantereella	Mantereella	Törmäys / isku vetyputkeen esim. ajoneuvon törmäys	Vetykaasu nousee ilmaan, mikä voi muodostaa syttävän kaasupilven. Mikäli lähellä on syttymislähde, voi se sytyttää kaasupilven ja aiheuttaa kaasupilven syttymisen tai räjähdysksen.	Pieni/erittäin epätodennäköinen	Suuri	Vetyputken suojaus mekaanisilta iskuilta
			Ilkivalta ja muut ulkoiset uhat				Turvallisuusuhkien huomiointi laitoksen ylläpidon suunnittelussa, teknistä valvontaa, yhteistyö Suomen turvallisuudesta vastaavien tahojen kanssa.
2.6	Suuri vuoto säiliöstä	Mantereella	Ulkoinen mekaaninen vaikutus, esimerkiksi ajoneuvon törmääminen tai vika huoltotöiden aikana.	Suuri vetykaasun hetkellinen vapautuminen	Pieni	Suuri	Tehdään selvitys ATEX-luokittelun tarpeesta
				Vetyvuodon syttymisestä voi seurata esim. suihkuleikki			Ylipaineventtiili, monitorointi ja säätöjärjestelmät; tarvittaessa räjähdysmallinnukset (lämpökuorma/paineaalto)
							Huomioidaan suojaustarpeet teknisessä suunnittelussa
			Ilkivalta ja muut ulkoiset uhat	Mahdollinen suuronnettomuus			Turvallisuusuhkien huomiointi laitoksen ylläpidon suunnittelussa, teknistä valvontaa ja yhteistyö Suomen turvallisuudesta vastaavien tahojen kanssa.
2.7	Paine muuttuu esim. nousee säiliössä	Mantereella	Paine nousee voimakkaasti esim. ulkoisesta lämmön lähteestä, tai vika paineen hallinnassa	Pienistä paineen vaihteluista ei aiheudu seurasta	Pieni	Kohtalainen	Ylipaineventtiili
				Säiliön räjähdys			Monitorointi ja säätöjärjestelmät
	Vaaratilanne		Syy	Seuraus	Riskin todennäköisyys*	Vaikutusten suuruus	Ehdotus riskejä vähentäväksi toimenpiteeksi
3. Käytöstä poiston riskit							
3.1	Liikenneonnettomuus	Mantereella	Purkamisen ajan lisääntynyt liikenne	Henkilövahingot	Pieni/erittäin epätodennäköinen	Suuri	Pääsääntöinen kulku vesiväyliä pitkin
				Materiaalivahingot			Turvallisuusohjeiden noudattaminen
3.2	Vetyvuoto putkistosta tai säiliöstä purkamisen	Mantereella	Virheellinen asennus	Vetyvuoto; mahdollisesti vuodon syttyminen	Pieni	Kohtalainen	Rakentamisen aikainen valvonta rakennusalueella
			Materiaalivahingot				Turvallisuusohjeistusten noudattaminen
	Vaaratilanne		Syy	Seuraus	Riskin todennäköisyys*	Vaikutusten suuruus	Ehdotus riskejä vähentäväksi toimenpiteeksi
4. Muut riskit							
4.1	Sammutusjätevesien pääsy ympäristöön	Mantereella	Vedyn varastoinnin tulipalon sammutuksessa on olemassa riski, että saastunutta sammutusvettä pääsee ympäristöön	Ympäristövaikutukset; mahdolliset vaikutukset maaperään, vesistöihin ja kasvillisuuteen	Pieni	Kohtalainen	Tulipalojen ennaltaehkäisy
4.2	Tulipalon leviäminen ympäristöön	Mantereella	Vetyvuoto putkistosta tai säiliöstä; vuodon syttyminen	Vaikutukset ympäristöön, kuten kasvillisuuden palaminen	Pieni	Suuri	Tulipalojen ennaltaehkäisy; suojarakenteet ja tarvittava sammutusvälineistö
			Vetyräjähdys				Puskurivyöhyke varastointialueen ympärillä

* Todennäköisyys on arvioitu ilman riskejä vähentäviä toimenpiteitä (erittäin suuri – 2 vuoden välein tai useammin, suuri – 2–10 vuoden välein, kohtalainen – 10–50 vuoden välein, pieni – erittäin epätodennäköinen laitoksen käyttöä aikana, ei merkityksetön).