

Liite 10: Tunnistetut onnettomuusriskit ja häiriötilanteet sekä ennaltaehkäisy ja varautuminen - Alumiinitehdas

Rakennusvaihe

Tapahtuma	Riskit	Mahdolliset seuraukset	Todennäköisyys	Varoitoimenpiteet
Raskaat ajoneuvot ja henkilöautot törmäävät toisiinsa alueelle johtavalla tai sieltä poistuvalla tiellä.	Liikenneonnettomuudet	Materiaali- ja henkilövahinko	Mahdollinen	- Asetetaan nopeusrajoitukset ja turvallisen ajamisen käytännöt - Suunnitellaan väliaikaiset liikennejärjestelyt rakentamisen aikana (kuten erillinen kiertokaista) ruuhkan ja törmäysriskien vähentämiseksi - Parannetaan liikenneturvallisuutta yhteistyössä liikenneviranomaisten kanssa
Ajoneuvojen ja koneiden törmäys työmaa alueella	Rakennustyömaan onnettomuus	Materiaali- ja henkilövahinko	Mahdollinen	- Työmaalle asetetaan nopeusrajoitus - Liikennejärjestelyt suunnitellaan turvallisuuden varmistamiseksi (esimerkiksi pakolliset peruutushälyttimet) - Pääsy työmaa alueelle rajataan vain valtuutetuille ajoneuvoille
Työmaakoneen rikkoutuminen, joka aiheuttaa liiallista melua	Kohonneet melutasot	Tilapäinen häiriö työmaalla ja sen välittömässä läheisyydessä	Todennäköinen	- Rakentamisvaiheen melurajat ja työajat rakentamisluvassa määritellyllä tavalla. - Rakennuskoneiden vialliset äänenvaimentimet ja pakokaasujärjestelmät korjataan välittömästi.
Polttoaine- tai öljyvuodot koneista tai työmaan polttoainevälikkeestä	Polttoainevuoto	Maaperän paikallinen pilaantuminen	Mahdollinen	- Varastosäiliöt suunnitellaan ja rakennetaan vaatimusten mukaisesti (sisältään tarvittavat valuma-altaat). - Öljynimeytysmateriaalia / vuotosarja saatavilla. - Työmaa-alueen valvontajärjestelmä ilkivallan estämiseksi - Polttoainepistooli on lukittava, mikä vähentää väärinkäytön riskiä.
Tulityöt aiheuttamassa tulipaloja	Tulipalo	Materiaali- ja henkilövahinko	Mahdollinen	- Laaditaan turvallisuusohjeet, tulityöluopamenettely ja jälkivartiointi (urakoitsijan toteuttamana) sekä työmaasuunnitelma.
Pölypäästöt väliaikaisista maamassojen varastoista ja työmaaliikenteestä	Pölyn leviäminen työmaalla ja sen välittömässä ympäristössä	Paikallinen ympäristön likaantuminen, pölyn kulkeutuminen ajoneuvojen mukana lähialueen teille	Todennäköinen	- Pölyn hallinta tuulisissa ja kuivissa olosuhteissa esimerkiksi kastelun avulla - Ajoneuvojen mukana kulkeutuvan pölyn hallinta
Työmaavesien pääsy vesistöön	Kiintoaine- ja ravinnekuormitus vesistöön	Tilapäinen ojen vedenlaadun heikentyminen	Mahdollinen	Työmaavesien hallintasuunnitelma ja sen mukaiset varoitoimenpiteet

Toimintavaihe

Tapahtuma	Riskit	Mahdolliset seuraukset	Todennäköisyys	Varoitoimenpiteet
Liikenne (tie, raide, laiva)				
Raskaat ajoneuvot ja henkilöautot törmäävät alueelle johtavalla tiellä.	Liikenneonnettomuudet	Raaka aineiden vuoto ympäristöön, materiaali- ja henkilövahingot	Mahdollinen	- Liikenneturvallisuuden parantaminen yhteistyössä liikenneviranomaisten kanssa - Nopeusrajoitusten ja turvallisten ajotapojen noudattamisen varmistaminen henkilöstön ja urakoitsijoiden keskuudessa
Raaka aineita tai valmiita tuotteita kuljettavan junan onnettomuus	Liikenneonnettomuudet	Raaka aineiden vuoto ympäristöön, materiaali- ja henkilövahingot	Erittäin epätodennäköinen	- Riittävien sivuraidejärjestelyjen toteuttaminen Arctialin vaunujen turvallisen liikkumisen varmistamiseksi - Rautatieliikenteen turvallisuussääntöjen noudattaminen
Raaka-aineen käsittelylaitteiston toimintahäiriö (alipaine-/pölynkeruulaitteet, kuljettimet)				
Raaka aineen käsittelylaitteiston (imuri / pölynkeräystaitteet, kuljettimet) vikaantuminen	Kohonnut melutaso	Tilapäinen kohonnut melutaso tehdasalueella ja sen lähiympäristössä	Mahdollinen	- Ympäristöluvan melumääräysten noudattaminen - Laitteiston kotelointi - Säännölliset tarkastukset ja kunnossapito - Työohjeet
Raaka ainesäiliöiden (esim. AlF ₃ suursäkeissä) vaurioituminen tai pölypäästöt purkamisen yhteydessä	Raaka aineiden vuoto	Tehdasalueen likaantuminen, mutta aineet voi kerätä talteen asfaltoidulta alueelta tai ne päätyvät hulevesien kanssa viivytysattaisiin ja edelleen käsiteltyyn	Mahdollinen	- Jauhemaisten raaka aineiden käsittely sisältöissä tai suljetuissa järjestelmissä (riittävästä pölynpoistosta) hallitsemattomien pölypäästöjen estämiseksi - Materiaalinkäsittelyalueiden rakentaminen vettä läpäisemättömille pinnoille - Kaikki varastoalueet katetaan, jotta hulevesi ei pääse kosketuksiin raaka aineiden kanssa; jos hulevesi pääsee kosketuksiin vuodon seurauksena, hulevedet kerätään hulevesialtaaseen
Vaarallisten jätteiden (esim. katodimateriaalit, kuona, hiilipöly, öljytuotteet) virheetilinen käsittely tai varastointi	Reaktiot vaarallisen jätteen ja kosteuden / veden välillä Vaarallisen pölyn leviäminen tehdasalueella	Henkilövahingot, tehdasalueen likaantuminen	Mahdollinen	- Vaarallisia jätteitä varastoidaan sisältöissä tai niille erikseen suunnitelluissa tiiviissä hyvin kestävässä astioissa pinnoitetuilla alueilla.
Tuotantoprosessi				

Avopiiriin muodostuminen elektrolyysikennossa	Sähkövaara 600 kA:n tasavirtapiirissä Valokaari / valokaaripurkaus Räjähdykset ja tulipalot Sulan nesteen vuodot (elektrolyytti, metalli)	Lämpörasitus, nestehukka, vakavat henkilövahingot Tulipalo ja räjähdykset Laitteisto- ja infrastruktuurivauriot (elektrolyysikenno, kennorakennus, prosessin sähköjärjestelmä) Koko elektrolyysin pysähtyminen ja tuotantokatko	Erittäin epätodennäköinen	- Prosessinohjausjärjestelmä ehkäisemään prosessipolkeamia, jotka johtaisivat avopiiriin - Sähköturvallisuuslaitteet (katkaisijat) suojaamassa avopiiritapahtumilta - Häätäprosessit ja varusteet valmiina (säännölliset harjoitukset) ongelmallisen kennon ohittamiseksi tai palauttamiseksi
Sulaan alumiiniin liittyvä vuoto	Roiskeet / vuodot valutuksen tai kuljetuksen aikana Uunin/valuastian rikkoutuminen Säteilylämpö	Vakavat henkilövahingot Tulipalo ja räjähdykset Lämpörasitus, nestehukka Infrastruktuurivauriot (lattiatasot, kulkuväylät, laitteet)	Epätodennäköinen	- Tiukat sulametallin käsittelyohjeet (elektrolyysi, vatimo, anodinkäsittely) - Valuastioiden ja laitteiden ennakkotarkastukset - Lämpöä kestävät henkilösuojaimet - Kulun rajoittaminen valutuksen ja kuljetuksen aikana - Lämpörasituksen hallinta (työ-/lepo-ohjelmat)
Sulan alumiinin räjähdys	Sulan metallin ja veden/nesteen kontakti Säteilylämpö	Vakavat henkilövahingot Tulipalo ja räjähdykset Lämpörasitus, nestehukka Infrastruktuurivauriot	Erittäin epätodennäköinen	- Räjähdysuonnoitusasiakirjan laadinta - Sulametallin käsittelyohjeet - Työvälineiden, kauhujen ja seosaineiden esikuivaus - Valuastioiden ennakkotarkastukset - Lämpöä kestävät henkilösuojaimet - Kulun rajoittaminen valutuksen aikana - Lämpörasituksen hallinta
Anodiefektit ja prosessin epävakaus	Äkilliset kaasupäästöt (CO, CF ₄ , C ₂ F ₆) HF-piikit Elektrolyysikytyvän häiriöt	Altistuminen kemiallisille höyryille Näkyvyyden heikkeneminen Tulipalon / metalliroiskeen riski	Mahdollinen	- Automaattinen anodiefektien tunnistus - Päästömittauslaitteet elektrolyysihallin katossa - Oikea-aikainen alumiinioksidin syöttö - Häätäprosessien koulutus operaattoreille - Hyvä tiivistys kennon kuorissa
Sähkövaarat	600 kA tasavirta Valokaari / valokaaripurkaus Paljaat kiskot ja tasasuuntaajat	Sähköisku Vakavat palovammat Tulipalot/räjähdykset	Epätodennäköinen	- Prosessi suunniteltu minimoimaan vaaralliset jännite-erot - Prosessilaitteet suunniteltu usealla eristys- ja suojaustasolla - Lockout-tagout (LOTO) - Eristetyt työkalut ja eristävät henkilösuojaimet - Valokaarisuojatut vaatteet - Säännöllinen kunnossapito - Turvaetäisyys energisoituihin osiin
Magneettikenttäriskit	Erittäin voimakas sähkömagneettinen kenttä 600 kA:n virtasilmukasta	Mahdolliset terveysvaikutukset (esim. raskaana olevat, sydänlaitteet) Ajoneuvojen ja työkalujen hallitsematon liike, henkilövahingot ja laitevauriot	Mahdollinen	- Kulunvalvonta pottine-alueelle riskiryhmille - Kaikki liikkuvat laitteet varustettu magneettisuojauksella - Käytetään ei magneettisia työkaluja ja eristäviä PPE varusteita - Säännöllinen sähköjärjestelmien ylläpito
Altistuminen prosessikaasuille	HF-kaasu ja fluoridipölyt kennon avauksen aikana	Hengitysteiden ja silmien ärsytys Kemialliset palovammat	Mahdollinen	- Kaasunkeräys ja pesurit - Tiiviit kennokannet - HF-ilmaisimet ja hälytykset - Hengityksensuojaimet (P3/HF-luokitus) - Aikarajoitukset avointen kennojen läheisyydessä
Prosessikaasujen leviäminen	Prosessikaasujen leviäminen ympäristöön	Vaikutukset ympäristöön, kasvillisuuteen, eläimiin ja ihmisiin pitkäaikaisesta altistuksesta	Mahdollinen	- Kaasunkeräys ja pesurit - Tiiviit kennokannet + lisämuu kennojen avauksessa - Kennojen avaamisen minimointi - Päästöjen seuranta tuotannossa ja ympäristössä
Kaasunkäsittely-/pesurijärjestelmän vikaantuminen	Käsittelemättömien päästöjen leviäminen	Lyhytaikaisen altistuksen vaikutukset ympäristöön, kasvillisuuteen, eläimistöön ja ihmisiin.	Erittäin epätodennäköinen	- Vara- ja puskurikapasiteetti huoltokatkoihin - Säännöllinen tarkastus ja huolto
Liikkuvien laitteiden ja mekaanisten järjestelmien riskit	Ajoneuvokolarit Pudonneet kuormat Puristus- ja nipistymiskohdat Heikko näkyvyys	Henkilövahinko Laitteistovauriot	Mahdollinen	- Jalankulku- ja ajoneuvoreittien erottelu - Kuljettajaluvut ja koulutus - Kamerat ja sensorit - Käyttöönottotarkastukset - Nostosuunnitelmat ja kuorman varmistus
Vaaralliset työolosuhteet ahtaissa tiloissa	Elektrolyysikennojen huoltotoimenpiteet Kaasukanavat ja pesurit Valupesät	Happivaje CO- tai HF-altistus Vaikea pelastaa	Epätodennäköinen	- Työlupa ahtaaseen tilaan - Kaasumittaus (O ₂ , CO, HF) - Ilmanvaihto - Pelastussuunnitelmat ja koulutetut valvojat
Metu, tärinä, ergonomiariskit	Elektrolyysikytyvän kalvon rikkojat Puhallimet Valimoprosessit	Kuulovauriot Rasitusvammat Väsymys	Mahdollinen	- Kuulosuojaimet - Laitteiden huolto - Ergonomiset työkalut & työkierto - Meluesteet ja kotelointi

Väsymys ja inhimilliset tekijät	Yövuorot Pitkät vuorot Korkea kognitiivinen kuormitus	Tarkkaavaisuuden heikkeneminen Menettelyvirheet → onnettomuudet	Mahdollinen	- Väsymyksen hallintaohjelma - Vuorosuunnittelu - Riittävä miehitys
Tukitoiminnot				
Sähkökatko	Kasvanut altistuminen yllä mainituille prosessivaaroille sähkökatkosta johtuvien hätätoimenpiteiden aikana	Elektrolysisolujen jäähtyminen → tuotannon menetys (jos katko >4 h) Lisääntynyt altistus kuumametalliriskeille hätäprosesseissa Kaasunkäsittelyn pysähtyminen ja päästöt Riippuvat kuormat siltanostureissa	Erittäin epätodennäköinen	- Kahdennetut sähkötyöt - Hätäprosessit ja -organisaatio, säännölliset harjoitukset - Akku-/varavoima kriittisissä prosesseissa - Nostureissa hätälaskujärjestelmät
Prosessikaasun tai maakaasun vuoto törmäyksen tai tiivisterikon seurauksena	Kaasuvuoto, räjähdysvaara	Materiaali- ja henkilövahingot tuotantoalueella	Mahdollinen	- Räjähdysuojasiasiakirjan laatiminen - Järjestelmien suunnittelu standardien mukaan - Vuodonilmaisinjärjestelmät ja hälyttimet - Ohjeistus henkilöstölle - Turvaetäisyydet
Tulipalo muilla tuotantoalueilla kuin elektrolyysi				
Tulipalo	Savun muodostuminen	Savun leviäminen työmaalla ja ympäristöön Hengitysteiden ärsytys, hajuhaivat Materiaalivahingot	Mahdollinen	- Patohälytys- ja sammutusjärjestelmät - Hätätilasuunnitelma
Tulipalo	Sammutusvesien muodostuminen	Sammutusvesien pääsy maaperään, pohjaveteen tai pintavesiin	Epätodennäköinen	- Sammutusvesien keräysjärjestelmä estää suoran pääsyn ympäristöön - Sammutusvesien laadun tarkastus ja ohjaus jätevedenkäsittelyyn tarvittaessa
Tulipalo	Tulipalon leviäminen muille alueille	Kerrannaisvaikutukset Materiaali- ja henkilövahingot	Erittäin epätodennäköinen	- Petastus- ja hätävalmiussuunnitelma - Laitos noudattaa kemikaaliviranomaisen ja -lainsäädännön vaatimuksia
Muut riskit				
Laitteiston tai vaarallisten kemikaalien varastojen itkivalta	Vuodot, räjähdykset, tulipalot	Henkilö- ja materiaalivahingot	Erittäin epätodennäköinen	- Alue aidattu ja etäohjattavat lukot - Kameravalvonta - Vartiointi - Valmiussuunnitelma
Rankkasade / äärisade	Hulevesitulvat	Materiaalivahingot Saasteiden kulkeutuminen hulevesien mukana	Erittäin epätodennäköinen	- Suljettu hulevesijärjestelmä + huleveden hyödyntäminen prosessissa - Pitkän aikavälin sademäärien huomiointi suunnittelussa
Siltanosturin käyttäjän loukkuun jääminen (sähkökatko tai laitevika)	Henkilökunta loukussa siltanosturissa	Poistumismahdottomuus	Epätodennäköinen	- Nosturissa akkuvarmistus ja hätätikas - Pelastusryhmä koulutettu nosturipelastuksiin
Henkilön loukkuun jääminen korkeaan tilaan loukkaantumisen seurauksena	Henkilön loukkuun jääminen korkeaan tilaan (esim. siilon päältä)	Loukkuun jääminen	Epätodennäköinen	- Pelastusryhmä koulutettu työskentelyyn korkeissa tiloissa - Kunnan pelastustoimi koulutettu suorittamaan pelastusta laitoksella

Liite 10: Tunnistetut onnettomuusriskit ja häiriötilanteet sekä ennaltaehkäisy ja varautuminen - Valssaamo

Rakennusvaihe

Tapahtuma	Riskit	Mahdolliset seuraukset	Todennäköisyys	Varoimenpiteet
Raskaat ajoneuvot ja henkilöautot törmäävät alueelle johtavalla tai sieltä poistuvalla tiellä	Liikenneonnettomuudet	Materiaalivahingot, henkilövahingot	Mahdollinen	- Asetetaan nopeusrajoitukset ja turvallisen ajon käytännöt - Suunnitellaan väliaikaiset liikennejärjestelyt rakentamisen aikana (esim. erillinen kiertokaista) ruuhkien ja törmäysriskien minimoimiseksi - Parannetaan liikenneturvallisuutta yhteistyössä liikenneviranomaisten kanssa
Ajoneuvojen ja koneiden törmäys työmaa alueella	Työmaa onnettomuus	Materiaalivahingot, henkilövahingot	Mahdollinen	- Työmaa alueelle asetetaan nopeusrajoitus - Liikennejärjestelyt suunnitellaan turvallisuuden varmistamiseksi (esim. pakolliset peruutushälyttimet) - Pääsy työmaa alueelle rajoitetaan vain valtuutetuille ajoneuvoille
Työmaakoneen rikkoutuminen, joka aiheuttaa liiallista melua	Kohonneet melutasot	Tilapäinen häiriö työmaalla ja sen välittömässä läheisyydessä	Mahdollinen	- Noudatetaan lakisääteisiä melurajoja ja työaikoja - Rikkoutuneet äänenvaimentimet ja pakokaasujärjestelmät korjataan välittömästi
Polttoaine- tai öljyvuodot koneista tai työmaan polttoainevarastosta törmäysten seurauksena	Polttoainevuoto	Paikallinen maaperän pilaantuminen	Mahdollinen	- Varastosäiliöt suunnitellaan ja rakennetaan vaatimusten mukaisesti (mukaan lukien valuma-altaat) - Öljynimeytysmateriaalia / vuotosarja on saatavilla - Työmaa alue aidataan ja polttoainepistooli on oltava lukittava
Tulityöt aiheuttavat tulipalon	Tulipalo	Materiaalivahingot, henkilövahingot	Mahdollinen	- Laaditaan turvallisuusohjeet, tulityöluopamenettely sekä jälkivartiointi (urakoitsijan toimesta) ja työmaasuunnitelma
Pölypäästöt väliaikaisista maamassojen varastoista ja työmaaliikenteestä	Pölyn leviäminen työmaalla ja sen lähiympäristössä	Paikallinen likaantuminen työmaa alueella, pölyn kulkeutuminen ajoneuvojen mukana lähiteille	Mahdollinen	- Pölyn hallinta tuulisissa ja kuivissa olosuhteissa (esim. kastelulla) - Ajoneuvojen mukana kulkeutuvan pölyn hallinta

Toimintavaihe

Tapahtuma	Riskit	Mahdolliset seuraukset	Todennäköisyys	Varoimenpiteet
Valu				
Sulan alumiinin reaktio	Sulan alumiinin kontakti kosteuden tai epäpuhtauksien kanssa	Räjähdykset, palovammat, laitteistovauriot	Mahdollinen	- Kosteuden hallinta - Kaikki uuneihin menevät metallit esilämmitetään - Toimintaohjeet (SOP) ja sulametalliturvallisuuden koulutus - Kuivien työkalujen käyttö
Valukoneen vuoto	Jähmettymisen epävakaus, jäähdytysjärjestelmän vika, sulan metallin vuoto	Laitteistovauriot, tulipalo, pitkittynyt tuotantoseisokki	Mahdollinen	- Vuotojen varhainen havaitsemisjärjestelmä - Redundanttinen jäähdytys - Operaattoreiden koulutus ja hyvät valutoimintaohjeet
Sulan metallin käsittelyonnettomuus	Valuastian tai siltanosturin rikkoutuminen, käyttäjän virhe	Vakavat henkilövahingot, merkittävät laite- ja omaisuusvahingot	Mahdollinen	- Sertifioidut operaattorit - Jalankulkijoiden poissulkualueet - Liikevalot nostureissa ja ajoneuvoissa
Tulenkestävän vuorauksen rikkoutuminen	Vuorauksen kutuminen tai halkeilu	Suunnittelematon käyttöseisokki, sulan metallin vuodot	Mahdollinen	- Ennakoivat tarkastukset - Vuorauksen käyttöä seuranta - Hyvä siisteys ja ennalta suunniteltu valumakaukalointi / varoallas
Kuumavalssa				
Valunesteiden aiheuttama tulipalo tai räjähdys	Syttyvien valunesteiden kertymä tai syttyminen	Tulipalo, laitteiden menetykset, tuotantokatko, loukkaantumiset	Mahdollinen	- CO ₂ sammutusjärjestelmä - Siisteyden ylläpito - ATEX-tilaluokitussarviointi
Valssauslaitteiston mekaaninen vika	Valssien, vaihteistojen ja laakerien rikkoutuminen	Loukkaantumiset, käyttöseisokki, tuotantohäviöt	Mahdollinen	- Ennakoiva kunnossapito - Tarkastukset - Laitesuojaukset
Sähkömoottorin vika	Suuritehoisen moottorin rikkoutuminen	Sähköpalot, pitkät korjausviiveet	Mahdollinen	- Ennustava kunnossapito - Säännölliset tarkastukset

Hydraulinesteen syttyminen	Korkeapaineiset hydraulinestevuodot	Leimahduspalo, palovammat, järjestelmän täydellinen tuhoutuminen	Epätodennäköinen	- Paloa hidastavien hydraulinesteiden käyttö - Vuototarkastukset ja ennakoiva kunnossapito - Valuma-altaat ja suojaukset - Palonkestävät nesteet
Kuuman materiaalin käsittely	Nauhan katkeamiset Kelanvaihdot	Palovammat	Mahdollinen	- Henkilösuojaimet - Koneiden turvallinen suunnittelu
Ajoneuvokolarit, pudonneet kuormat, puristus-/nivistymisriskit, heikko näkyvyys	Onnettomuudet	Iskuvammat, vakavat henkilövahingot, laitteistovauriot	Mahdollinen	- Jalankulkijoiden ja ajoneuvojen reittien erottelu - Käyttö lupavaatimukset ja koulutus - Kamerat / anturit ajoneuvoissa - Käyttöönottotarkastukset - Nostosuunnitelmat ja kuorman asianmukainen varmistus
Vaaralliset työolosuhteet ahtaissa tiloissa	Happivaje	Vakavat henkilövahingot	Epätodennäköinen	- Ahtaiden tilojen työluja - Kaasumittaukset (O ₂ , CO, HF) - Ilmanvaihto - Pelastussuunnitelmat ja koulutettu valvontahenkilöstö
Melu, värinä ja ergonomiariskit	Kelankäsittely, valvomon työ	Kuulovauriot, rasisusvammat, väsymys	Mahdollinen	- Kuulosuojaus - Laitteiden kunnossapito - Ergonomiset työkalut ja työkierto - Meluesteet ja laitekoteloinnit
Väsymys ja inhimilliset tekijät	Yövuorot Pitkät vuorot Korkea kognitiivinen kuormitus	Tarkkaavaisuuden heikkeneminen, menettelyvirheet ja onnettomuudet	Mahdollinen	- Väsymyksen hallintaohjelma - Vuorosuunnittelu - Riittävä henkilöstömitoitus
Kytmävalssaus				
Nauhan katkeaminen sisäänkäytön aikana	Liiallinen veto Virheellinen asetustyö	Kelatappio, laitteiden vaurioituminen, leikkausvammat	Mahdollinen	- Toimintaohjeet sisäänkäytöprosesseihin - Hitaat ajotilat - Henkilösuojaimet
Valssin pinnan vaurioituminen	Voitelun pettäminen tai kontaminaatio	Pintavirheiden synty, hylky	Mahdollinen	- Voitelun valvonta - Öljyn suodatus
Altistuminen melulle ja värinälle	Suuret valssausvoimat Pyörivät laitteet	Kuulovauriot, väsymys	Mahdollinen	- Henkilösuojaimet (kuulosuojaus) - Melun ja värinän seuranta - Suojarakenteet ja koteloinnit
Alumiinipartikkelien/pölyn syttyminen tai räjähdys	Leikkaus- ja hiontavaiheista syntyvä hieno, räjähdysherkkä alumiinipöly	Pölyräjähdys, hengitystiehaitat, laitteiden vauriot	Mahdollinen	- Räjähdysuojausasiakirjan laatiminen - Pölynpoisto - Henkilösuojaimet - Vaarallisten pölyjen laboratoriotestausta
Ajoneuvokolarit, pudonneet kuormat, puristus-/nivistymisriskit, heikko näkyvyys	Materiaali- ja henkilövahingot	Iskuvammat, vakavat henkilövahingot, laitteistovauriot	Mahdollinen	- Jalankulku- ja ajoneuvoreittien erottelu - Kuljettajien lupavaatimukset ja koulutus - Kamerat ja sensorit ajoneuvoissa - Käyttöönottotarkastukset - Nostosuunnitelmat ja kuorman varmistus
Palovaarallisia kemikaaleista, laitevoista tai kitkasta aiheutuva tulipalo	Vakavat laitevauriot, lämmöstä ja tulipalosta aiheutuvat käyttäjävammat	Konevauriot, vakavat henkilövahingot	Todennäköinen	- Valssauksen turvallinen suunnittelu - CO ₂ järjestelmä - Vaahdotusjärjestelmä varajärjestelmänä
Kuuman materiaalin käsittely	Nauhan katkeaminen Kelanvaihdot	Palovammat	Mahdollinen	- Henkilösuojaimet - Turvallinen koneensuunnittelu

Vaaralliset työolosuhteet ahtaissa tiloissa	Happivaje	Vakavat henkilövahingot	Epätodennäköinen	- Työlupa ahtaisiin tiloihin - Kaasumittaukset (O ₂ , CO, HF) - Ilmanvaihto - Pelastussuunnitelmat ja koulutettu valvontahenkilöstö
Melu, värinä ja ergonomiariskit	Kelankäsittely Valvomon työ	Kuulovauriot, rasitusvammat, väsymys	Mahdollinen	- Kuulonsuojaus - Laitteiden kunnossapito - Ergonomiset työkalut ja työkierto - Meluesteet ja kotelointi
Väsymys ja inhimilliset tekijät	Yövuorot Pitkät vuorot Korkea kognitiivinen kuormitus	Tarkkaavaisuuden lasku, toimintavirheet → onnettomuudet	Mahdollinen	- Väsymyksen hallintaohjelma - Vuorosuunnittelu - Riittävä henkilöstö
Hehkutus / Lämpökäsittely				
Uunin lämpötilapoikkeama	Ohjauksjärjestelmän vika tai käyttäjän virhe	Mekaanisten ominaisuuksien poikkeamat Hylky	Mahdollinen	- Reseptiohjaus - Redundantit anturit
Uunin ilmakehän häiriö / hapen pääsy uuniin	Hapen tunkeutuminen uuniin	Hapettuminen Hylky	Mahdollinen	- Happipitoisuuden seuranta - Automaattinen pysäytys
Tulipalo uunissa tai sen ympäristössä	Polttimien toimintahäiriö Kaasuvuodot	Tulipalo Loukkaantumiset Omaisuuksivahingot	Mahdollinen	- Kaasunilmaisimet - Polttimien turvakytkenät
Kuuman materiaalin käsittely	Kelankäsittely	Palovammat	Mahdollinen	- Toimintaohjeet - Henkilösuojaimet - Alueen turvallinen suunnittelu
Melu, värinä ja ergonomiariskit	Kelankäsittely Valvomon työ	Kuulovauriot Rasitusvammat Väsymys	Mahdollinen	- Kuulonsuojaimet - Laitteiden kunnossapito - Ergonomiset työkalut ja työkierto - Meluesteet ja koteloinnit
Väsymys ja inhimilliset tekijät	Yövuorot Pitkät työvuorot Korkea kognitiivinen kuormitus	Tarkkaavaisuuden heikkeneminen Menettelyvirheet → onnettomuudet	Mahdollinen	- Väsymyksen hallintaohjelma - Vuorosuunnittelu - Riittävä henkilöstö
Viimeistelyvaihe				
Alumiinipölyn syttyminen/räjähdyks	Räjähdyttävät alumiinijakeet leikkauksesta	Räjähdyks, hengitystiehaitat, laiteauriot	Mahdollinen	- Räjähdyssuojausasiakirjan laatiminen - Pölynpoisto, laboratoriotestit, PPE
Leikkurin asetuksen virhe	Väärä terien välys tai kutuminen	Reuna halkeamat, hylky	Mahdollinen	- Asetusten varmistus, työkalujen käyttöä hallinta
Viallinen tuote pääsee läpi	Tarkastusjärjestelmän vika tai ohitus	Asiakaspalautteet, takaisinvedot	Mahdollinen	- Redundantit tarkastukset, auditointinäytteet
Materiaalinkäsittely	Kelakatkeamat	Leikkausvammat	Todennäköinen	- Toimintaohjeet, PPE
Ajoneuvokolarit / Pudonneet kuormat / Puristus- ja nipistymiskohdat / Heikko näkyvyys	Törmäykset, pudonneet kuormat, nipistymiskohdat, huono näkyvyys	Iskuvammat, vakavat henkilövahingot, laiteauriot	Mahdollinen	- Jalankulku- ja ajoneuvoreittien erottelu, koulutus, kamerat/sensorit, tarkastukset, nostosuunnitelmat
Melualtistus	Laitteiston melu	Kuulovauriot, väsymys	Todennäköinen	- Henkilösuojaimet, seuranta, koteloinnit
Materiaalinkäsittely (kelojen katkeaminen, sisäänsyöttö)	Kelakatkeamat, sisäänsyöttö	Käsivarsien ja sormien puristumisvammat	Todennäköinen	- Toimintaohjeet, koneen suunnittelu

Materiaalinkäsittely (ytähäätä putoava materiaali)	Putoavat kuormat siltanostureista	Puristumisvammat, vakavat henkilövahingot	Mahdollinen	- Toimintaohjeet, koneen suunnittelu, riskinarviointi
Vaaralliset työolosuhteet ahtaissa tiloissa	Happivaje	Vakavat henkilövahingot	Epätodennäköinen	- Työlupa, kaasumittaukset, ilmanvaihto, pelastussuunnitelmat
Melu, värinä ja ergonomia	Kelankäsittely, valvomon työ	Kuulovauriot, rasisusvammat, väsymys	Mahdollinen	- Kuulonsuojaimet, kunnossapito, ergonomiset työkalut, meluesteet
Väsymys ja inhimilliset tekijät	Yövuorot, pitkät vuorot, kognitiivinen kuormitus	Tarkkaavaisuuden heikkeneminen → onnettomuudet	Mahdollinen	- Väsymyksen hallinta, vuorosuunnittelu, henkilöstömitoitus
Pakkaus				
Kelan käsittelyonnettomuus	Nosturin tai trukin törmäys ihmisiin	Loukkaantumiset, tuotevaurio	Mahdollinen	Koulutus, automaatio, poissulkalueet
Väärä pakkaus	Väärä pakkaus tai merkintä	Kuljetusvauriot, reklamaatiot	Mahdollinen	Pakkausreseptit, viivakoodivarmistus
Ajoneuvokolarit / Pudonneet kuormat / Puristus- ja nipistymiskohdat / Heikko näkyvyys (pakkaus)	Törmäykset ja kuormat (pakkaus)	Henkilövammat, laitevauriot	Mahdollinen	Koulutus, kamerat, tarkastukset, nostosuunnitelmat
Melualtistus (pakkaus)	Laitteiston melu	Kuulovauriot, väsymys	Todennäköinen	Henkilösuojaimet, seuranta, koteloinnit
Materiaalinkäsittely (poikkeamat)	Poikkeamat standardista	Puristumisvammat	Mahdollinen	Henkilösuojaimet, SOP
Melu, värinä ja ergonomia (pakkaus)	Materiaalinkäsittely, valvomon työ	Kuulovauriot, rasisusvammat, väsymys	Mahdollinen	Kuulonsuojaimet, ergonomia, meluesteet
Väsymys ja inhimilliset tekijät (pakkaus)	Yö- ja pitkät vuorot	Onnettomuudet, virheet	Mahdollinen	Väsymyksen hallinta, vuorosuunnittelu, henkilöstö
Aputoiminnot ja tukijärjestelmät				
Sähköjärjestelmän häiriö	Verkkoviat tai kytkentävirheet	Laitoskatkos, laitevauriot	Mahdollinen	Kahdennetut syötöt, suojauskoordinaatio
Jäähdytysveden menetys	Virtauskatkos tai kontaminaatio	Ylikuumeneminen, tuotantoseisoksi	Mahdollinen	Varapumput, veden laadun valvonta
Paineilman menetys	Kompressorin vika	Tuotannon keskeytys	Mahdollinen	Varakompressorit, ilmasäiliöt
Päästöt ilmaan ja ilmanlaatu	Haihtuvat valunesteet, alumiinipöly	Ilmapäästöt, VOC päästöt, hiukkaspäästöt	Mahdollinen	Suodatus, pölynhallinta, päästövalvonta
Nestevuotoriskit	Vuodot	Maaperän ja veden pilaantuminen	Mahdollinen	Valuma altaat, asianmukainen hävitys
Kemikaali- ja vaarallisten aineiden käsittelyriskit	Vuodot voiteluaineista, hydraulinesteistä, liuottimista	Maaperän ja pohjaveden pilaantuminen, myrkylliset palokaasut	Mahdollinen	Turvallinen kemikaalikäsitely, vuotosuojaukset, tarkastukset
Huolto				

Loukkaantumiset huollossa	Puutteellinen osaaminen, häiriötekijät	Loukkaantumiset, laitevauriot	Mahdollinen- Todennäköinen	Koulutus, osaamistestit
Lämpö- ja meluallistus huollossa	Korkea lämpö ja melu	Lämpöuupumus, kuulovauriot, pitkäaikaiset haitat	Todennäköinen	Henkilösuojaimet, seuranta, tekniset suojaukset
Tulityöt aiheuttavat tulipalon	Materiaalivahingot, henkilövahingot	Henkilövahingot, tulipalo	Mahdollinen- Todennäköinen	Tulityölupa, turvallisuusohjeet, jälkivartiointi
Väsymys ja inhimilliset tekijät (huolto)	Yövuorot, pitkät vuorot	Väsymyksestä johtuvat virheet ja onnettomuudet	Mahdollinen	Väsymysohjelma, vuorosunnittelu, henkilöstömitoitus