

Henri Prusi

SFS-EN 1009 -STANDARDIN VAIKUTUS MO- BIILISEULAKONEIDEN SUUNNITTELUUN

Kandidaatintyö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Syyskuu 2024

TIIVISTELMÄ

Henri Prusi: SFS-EN 1009 -standardin vaikutus mobiiliseulakoneiden suunnitteluun
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Syyskuu 2024

Yhdenmukaistetut standardit ovat tehokas keino lisätä turvallisuutta. Erityisesti C-tyyppin konekohtaiset standardit ovat avainasemassa sektorikohtaisen koneturvallisuuden lisäämiseksi. Tässä työssä tutkittiin SFS-EN 1009 (2020) -standardin vaikutuksia mobiiliseulakoneiden suunnitteluun.

Työssä huomattiin, että kaivos- ja louhosalalla turvallisuuskehitys on saattanut lähes pysähtyä. Uusi konekohtainen standardisarja materiaalinkäsittelylaitoksille saattaa olla ratkaisu turvallisuuskehityksen jatkumiselle. Erityisesti, kun yksiä merkittävämpiä turvallisuutta heikentäviä ongelmia alalla on asiakkaiden tekemät muutokset koneiden turvallisuusratkaisuihin.

Mobiiliseulakoneiden suunnitteluun SFS-EN 1009 (2020) -standardi tuo merkittäviä uusia vaatimuksia varsinkin koneiden tarkastuksiin, huoltoihin sekä käyttöön liittyviin turvallisuus- ja ergonomiaratkaisuihin. Merkittävimmät uudet vaatimukset koskevat seulalaaikoita, -tasoja, kiinnitys- ja nostopisteitä, kuljettimia, syöttimiä ja koneissa olevia luokkujia. Osa vaatimuksista on sellaisia, että ne voivat johtaa nykyisten markkinoilla olevien mobiiliseulakoneiden osakokonaisuuksien uudelleen suunnitteluun, jotta ne olisivat standardin mukaisia. Koneiden valmistajat ovat itse vastuussa, että mobiiliseulakoneet noudattavat uutta standardia heti, kun sen kuudes osa julkaistaan.

Avainsanat: Yhdenmukaistettu standardi, koneturvallisuus, suunnittelu, seulonta

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. TEOREETTINEN TAUSTA	3
2.1 Seulonta	3
2.2 Mobiilikoneet.....	4
2.3 Koneturvallisuus	5
2.4 Riskien arviointi	6
3. SFS-EN 1009 -STANDARDIN VAATIMUKSET MOBIILISEULAKONEISIIN	9
3.1 Osa 1: Yhteiset vaatimukset	12
3.2 Osa 2: Syöttö- ja kuljetuslaitteet.....	15
3.3 Osa 4: Seulakoneet	16
3.4 Osa 5: Puhdistus-, kierrätys-, lajittelu- ja mudan käsittelykoneet.....	16
4. YHTEENVETO.....	18
LÄHTEET	20

LYHENTEET JA MERKINNÄT

ANSI	The American National Standards Institute
EN	European Norm
ISO	International Organization for Standardization
SFS	Suomen standardisointiliitto
OSHA	Occupational Safety & Health Administration

1. JOHDANTO

Koneen valmistaja tai tämän valtuutetun edustaja on velvollinen varmentamaan, että kone täyttää sille valtioneuvoston asetuksen koneiden turvallisuudesta (400/2008) toisen luvun viidennessä momentissa asetetut vaatimukset. Saman asetuksen kuudennen momentin mukaan, kun kone on valmistettu virallisten yhdenmukaisten standardien mukaisesti, katsotaan sen täyttävän olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Yhdenmukaistettuja standardeja, joiden viitenumero on julkaistu Euroopan unionin virallisessa lehdessä, noudattamalla koneen valmistaja voi varmentaa ja osoittaa, että kone täyttää sille valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta (400/2008) ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä (2006/42/EY) asetetut vaatimukset.

Mikäli valmistaja ei noudattaisi koneen valmistuksessa yhdenmukaisia standardeja, joutuisi tämä suorittamaan koneelle EY-tyyppitarkastuksen ja koneen valmistusmenetelmän varmistuksen tai täydellisen laadunvarmistusmenettelyn. Yleensä valmistajan on siten kannattavinta noudattaa yhdenmukaistettuja standardeja.

Standardien tarkoituksena on esimerkiksi parantaa tuotteiden laatua, yhteensopivuutta ja tämän tutkielman näkökulmasta oleellisimpana asiana turvallisuutta. Suurimman osan näistä ominaisuuksista parantaminen ei kuitenkaan itsessään tuota suoraa arvoa. Tämän seurauksena standardien vaatimien asioiden, ja ylipäätään esimerkiksi turvallisuuden ja käytettävyyden kehittämisen hyödyt, voivat olla vaikeita tunnistaa ja mitata.

Standardien hyödyntäminen on kuitenkin oleellista, ja sillä on todistettuja taloudellisia hyötyjä. Vennerødin et al. (2023, s. 34–45) tutkimuksessa standardien makrotaloudellisista hyödyistä todettiin, että standardoinnilla ja tuottavuudella on vahva positiivinen korrelaatiokerroin. Tutkimuksessa huomattiin myös, että asiakkaiden kokemat hyödyt standardisoinnista olivat vielä suuremmat kuin yritysten (Vennerød et al. 2023, s. 34–45).

Tutkielman tarkoituksena on esitellä SFS-EN 1009 -standardin kuuden eri osan vaikutuksia koneturvallisuuteen mobiiliseulakoneiden koneensuunnittelun näkökulmasta. Tutkielmassa keskitytään erityisesti standardin ensimmäiseen, neljänteen ja kuudenteen osaan, jotka vaikuttavat suoraan mobiiliseulakoneiden suunnitteluvaatimuksiin. Standardin tuomien vaatimusten käsittely mobiilikoneiden näkökulmasta on oleellista ja ajankohtaista, vaikka standardin viisi ensimmäistä osaa on julkaistu jo vuonna 2020, sillä standardi ei koske mobiilikoneita ennen kuin sen kuudes osa julkaistaan. Standardi kuitenkin

koskee mobiiliseulakoneita heti sen kuudennen osan julkaisun jälkeen, eikä siinä ole siirtymäaikaa.

Työn tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Mitä (uusia) vaatimuksia SFS-EN 1009 -standardi tuo mobiiliseulakoneisiin?
2. Mitä hyötyä uusista vaatimuksista on?
3. Miten suunnittelijan tulee huomioida (uudet) vaatimukset koneensuunnittelussa?

Työn toisessa luvussa käsitellään teoreettista taustaa seulonnasta, mobiilikoneista, koneeturvallisuudesta, riskien arvioinnista. Kolmannessa luvussa käsitellään SFS-EN 1009 (2020) standardia ja sen osia 1, 2, 4 ja 5. Työn lopussa neljännessä luvussa muodostetaan lyhyt yhteenveto työssä pohdituista asioista ja tehdyistä havainnoista.

Työn näkökulmana on mobiiliseulakoneiden suunnittelu, joten työssä pyritään esittämään vain siitä näkökulmasta relevantit asiat. Esimerkiksi SFS-EN 1009 (2020) -standardin kolmas osa on rajattu työssä käsiteltävien asioiden ulkopuolelle, sillä siinä ei esitä mobiiliseulakoneiden suunnittelun kannalta oleellisia vaatimuksia. Työn ulkopuolelle on rajattu standardissa esitetyt vaatimukset käyttöä koskeville tiedoille, sillä nämä liittyvät enemmän koneiden dokumentaation kuin varsinaiseen suunnittelutyöhön.

2. TEOREETTINEN TAUSTA

Vaikka kuolemat, onnettomuudet ja niistä johtuvat työajan menetykset ovat kaivos- ja louhosalalla vähentyneet pitkällä aikavälillä tarkasteltuna, niin esimerkiksi Ruotsissa edellisen vuosikymmenen aikana tämä kehitys on pysähtynyt (Löow & Nygren 2019). Siksi turvallisuuden edistämiseksi tarvitaan siis uusia ideoita ja parannuksia aiempiin toimenpiteisiin, jotta onnettomuudet ja niistä aiheutuvat haitat kaivosalalla jatkaisivat vähentymistään.

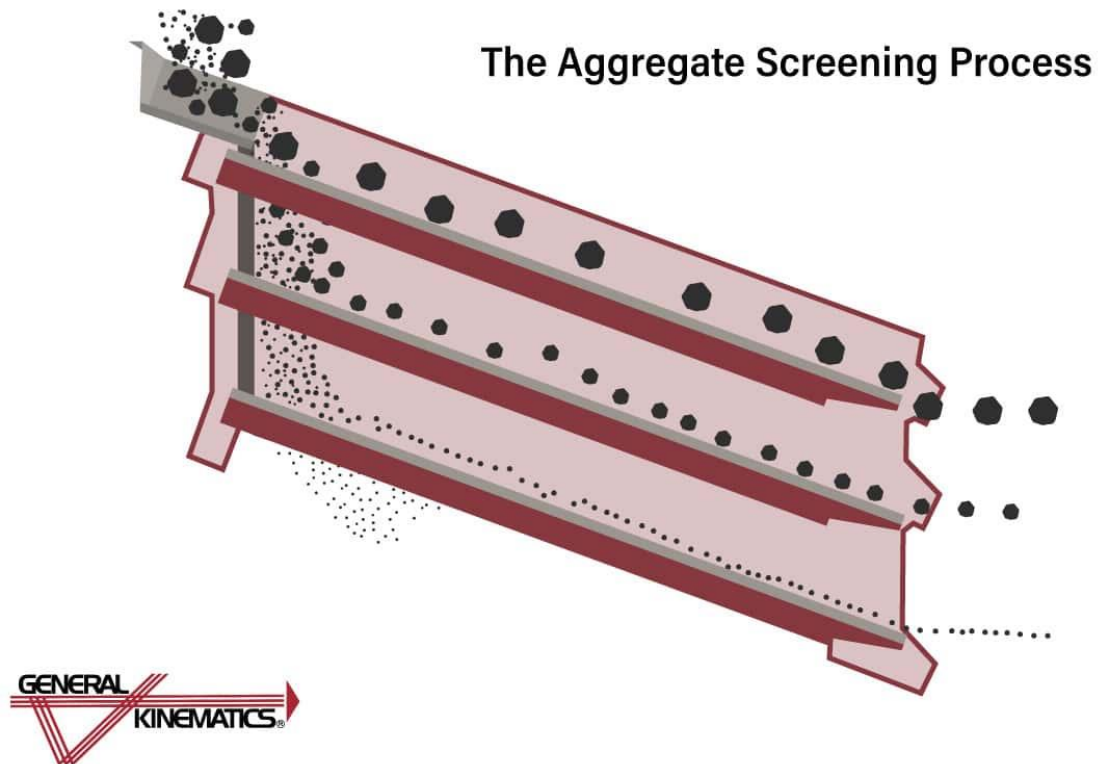
Oleellista turvallisuusaihepiiriä käsiteltäessä on ymmärtää sen vaikutukset, perusteet ja merkitys. Turvallisuus terminä on laaja-alainen ja saattaa erityisesti jokapäiväisessä käytössä viitata moneen asiaan. On siis tärkeää tuntea ympäristöä ja laitteistoa, joihin liittyen aihetta käsitellään.

2.1 Seulonta

Yksinkertainen, mutta kriittinen osa mineraalien ja mineraalituotteiden tuotantoprosessia on seulonta. Mineraaleilla tarkoitetaan tässä työssä sementtiä, kalkkia, kipsiä, hiekkaa, soraa, teollisuusmineraaleja, metallipitoisia malmeja, kovia ja pehmeitä kiviaineksia ja kivihiiltä. Mineraalituotteilla tarkoitetaan tässä työssä kuonaa, tuhkaa, tuotanto- ja purkujätteitä, joita käytetään rakentamisessa ja teollisuudessa. (SFS-EN 1009-1 2020)

Seulonnessa erikokoiset kiviaineet erotellaan toisistaan mekaanisesti. Seulonnan tarve voidaan jakaa kahteen erityyppiseen seulontaan. Se voi olla osana tuotantoprosessia, jotta prosessin tietyssä vaiheessa saadaan ohjattua oikeankokoista materiaalia seuraavaan vaiheeseen. Seulonta saattaa olla myös prosessin viimeisiä vaiheita soran, sepelin tai kivien tuotannossa, jolloin sitä käytetään halutun kokoisen, muotoisen ja laatuksen lopputuotteen erotteluun. (Balasubramanian 2015, s. 8; Metso 2021)

Yleisimpiä seulatyypppejä ovat rumpu- ja täryseulat. Rumpuseuloissa materiaalia syötetään pyörivään rumpuun, joka on yleensä valmistettu rei'itetystä metallilevyistä eli seula-verkoista tai -levyistä. Rumpu asetetaan hieman kaltevaksi, jolloin syötettävä materiaali valuu alaspäin ja kulkeutuu seulan läpi. (Chen et al. 2010)



Kuva 1. The aggregate screening process (McLellan 2023)

Kuvassa 1 on esitetty toinen yleinen ja tämän tutkielman kannalta oleellisempi seula-tyyppi on tasoseula, joka tunnetaan myös nimellä täryseula. Tasoseulassa on yksi tai useampi päällekkäinen rei'itetty taso, jolle seulalevyt on sijoitettu. Seulalevyjen materiaali on yleensä muovia, teräslevyä tai -verkkoa. Levyissä olevien reikien koon, muodon ja kuvioinnin määrittää käsiteltävä materiaali ja haluttu lopputuote. Useampitasoisella seulalla saadaan tuotettua samalla seulalla useata erikokoista kiviainesta samanaikaisesti. (McLellan 2023)

2.2 Mobiilikoneet

Klanfarin ja Vrkljanin (2012) tutkimuksessa mobiililaitteiden kustannustehokkuudesta verrattuna perinteisiin kiinteisiin käsittelyasemiin huomattiin, että käsittelyaseman sijaitessa yli 0,5 kilometrin päässä louhittavasta kalliosta, on kannattavampaa käyttää mobiilikoneita jo pelkästään niiden halvempien kokonaiskustannusten vuoksi. Mobiilikoneilla saavutetaan kuitenkin muitakin etuja. Esimerkiksi ympäristön- ja maankäyttö on vähäisempää mobiilikoneiden kanssa toimittaessa. Mobiilikoneet antavat yritykselle myös enemmän joustavuutta kuin kiinteät asemat. (Klanfar & Vrkljan 2012)

Vastaavaan lopputulokseen päädyttiin Bedekovićin ja Vrkljanin (2018) tutkimuksessa, jossa tutkittiin, kuinka suuria säästöjä kroatialaisen louhoksen on mahdollista saavuttaa

vaihtamalla vanhan kiinteän prosessointiaseman tilalle uusi puoliliikkuva asema. Tutkimuksen mukaan louhoksen olisi mahdollista säästää noin 2,1 miljoonaa Kroatian kunaa vuodessa käyttämällä uutta puoliliikkuvaa asemaa. Uuden aseman käytöllä veden käyttö prosessissa väheni noin 90 prosenttiyksikköä. (Bedeković & Vrkljan 2018)

Kierrätyksen merkityksen ja suosion kasvu näkyy myös kiviaineksen tuotannossa ja kierrättämisessä. Asfaltin ja betonin uudelleenkäytön suosio on kasvussa, ja tämä näkyy murska- ja seulakonemarkkinoilla asiakkaiden muuttuneina tarpeina. Mobiilikoneet soveltuvat erittäin hyvin kierrätys- ja uudelleen käsittelytoimintaan niiden siirreltävyiden, koon, joustavuuden ja räätälöitävyyden puolesta. Myös mobiilikoneiden halvemmat hankintakustannukset ovat eduksi pienemmillä ja vasta kehittyvillä markkinoilla.

Voidaan siis todeta, että mobiilikoneet mahdollistavat kiinteitä koneita paremmin uusien toimijoiden aloittamisen markkinoilla. Myös kehittyvät ja muuttuvat markkinat houkuttelevat usein uusia ja mahdollisesti kokemattomampia toimijoita. Tällöin on entistä tärkeämpää, että koneet noudattavat yleisiä standardeja ja täyttävät niille asetetut turvallisuusvaatimukset.

2.3 Koneturvallisuus

Mobiiliseulakoneiden, kuten muidenkin kaivos- rakennus- ja työkoneiden kanssa toimimiseen liittyy paljon riskejä ja vaarakohtia. Tyypillisesti vaarat mobiiliseulakoneiden kanssa toimittaessa liittyvät mekaanisiin- ja sähköisiinvaaroihin, putoamiseen, sekä hydraulikan, kuumien kappaleiden ja kovan melun aiheuttamiin vaaroihin (Metso 2023a). Riskit tai vaarakohdat eivät kuitenkaan yksinään aiheuta onnettomuuksia, vaan onnettomuuden syntyminen vaatii myös jonkin epätoivotun tapahtuman tapahtumisen. Esimerkiksi kova melu ei yksinään ole onnettomuus, vaan se vaatii sille altistuvalta henkilöltä turvallisuusohjeiden huomiotta jättämisen ja turvavarusteiden käyttämättä jättämisen.

Koneiden riskeihin ja vaarakohtiin on kuitenkin mahdollista ja yleensä tavoiteltua vaikuttaa. Tehokkainta niihin on vaikuttaa koneen suunnitteluvaiheessa, jolloin rakenteelliset muutokset ovat halvimpia ja helpoimpia tehdä. Tehokkain keino onnettomuuksien vähentämiseen on ennaltaehkäisevän suunnittelun avulla (prevention through design tai safety through design). (Shulte et al. 2008) Esimerkiksi Shulte et al. (2008) määrittelevät ennaltaehkäisevän suunnittelun olevan: "Käytäntö, jossa ennakoidaan ja "suunnitellaan" mahdollisia työsuojeluhaittoja ja -riskejä, jotka liittyvät uusiin prosesseihin, rakenteisiin, laitteisiin tai työkaluihin sekä työn organisointiin siten, että siinä otetaan huomioon rakentaminen, kunnossapito, käytöstä poistaminen ja jättemateriaalin hävittäminen/kierrä-

tys sekä sen liiketoiminnallisten ja yhteiskunnallisten hyötyjen tunnustaminen.” Ennaltaehkäisevässä suunnittelussa siis huomioidaan laitteeseen liittyviä riskejä monipuolisesti koko sen elinkaaren ajalta.

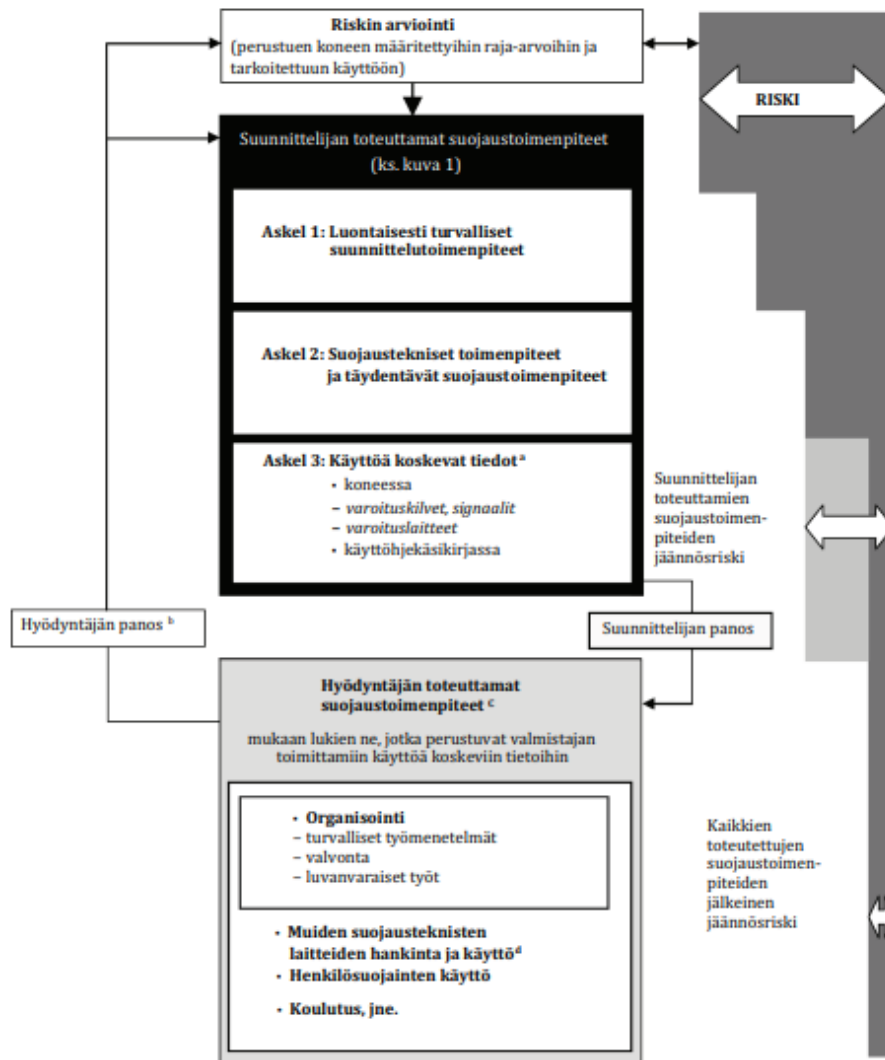
Gauthierin et al. (2021) tutkimuksessa käy ilmi, että yksi suurimmista ongelmista ja huolenaiheista koneiden valmistajille on asiakkaiden tekemät ohitukset tai muutokset laitteiden turvallisuusominaisuuksiin. Tyypillisiksi syiksi suojalaitteiden poistamiselle tai muokkaamiselle esitetään esimerkiksi integroitujen turvatoimien puute, turvalaitteiden lisäämä monimutkaisuus ja käyttäjien hyväksyntä suojatoimille. Koneensuunnittelun näkökulmasta nämä asiat ovat erityisen ongelmallisia ja vaativat erityistä huomiota suunnittelijoilta. Tutkimuksessa nostettiin esille myös muita ongelmia ja tarpeita, joita koneensuunnittelussa tulee huomioida: ”1) luontaisesti turvalliset suunnittelutoimenpiteet; 2) riskien hallinta koneen elinkaaren rakennusvaiheissa tuotannon ja huollon lisäksi; 3) sovellettavien standardien käytön ja päivittämisen varmistaminen; 4) turvallisuuteen liittyvien ohjauksjärjestelmien suunnittelu ja validointi sekä 5) asiakkaiden tietoisuuden lisääminen koneen turvallisuuden tärkeydestä.” (Gauthier et al. 2021)

Käytännössä ennaltaehkäisevät ja luontaisesti turvalliset suunnitteluratkaisut ovat keinot, joilla vaarallisista toimenpiteistä tehdään mahdottomia. Yleisiä esimerkkejä tällaisista ratkaisuista laitteen turvallisen valmistuksen kannalta, ovat esimerkiksi venttiililohkot, joita ei voi koota kuin yhdellä tavalla niiden ulkomuodon ansiosta, jolloin kytkentä tapahtuu aina oikein. Yleistä on myös suunnitella liittimet ja liitokset siten, että ne voidaan kytkeä vain yhdellä tavalla. Laitteen turvallisen käytön kannalta tyypillisiä ratkaisuja ovat esimerkiksi eri toimintojen käytön rajoittaminen tietyissä olosuhteissa tai mikäli jotain muuta toimintoa ei ole ensin suoritettu. Laitteen huollon ja kunnossapidon kannalta merkittävää on vahinkokäynnistämisen esto yleensä lockout / tagout menetelmän avulla. Lockout:illa tarkoitetaan yleensä laitteen energian syötön eristämistä lukitsemalla ja tagout:illa henkilökohtaisia lukkovarmistuksia tai merkintätunnistuksia, jotka osoittavat, että laite on pois käytöstä (OSHA 1910.147 2019).

2.4 Riskien arviointi

Oleellisena osana standardien käsittelyyn ja soveltamiseen liittyy riskien arviointi. Vaatimuksen riskien arvioinnin suorittamiselle valmistajan toimesta asettaa myös Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi koneista (2006/42/EY). Eritasoiset riskien arvioinnit ovat välttämättömiä, kun arvioidaan koneiden turvallisuutta sen suunnittelun, valmistuksen ja käytön aikana. Standardin SFS-EN ISO 12100 (2010) mukaan riskien arviointi voidaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäinen osa on kolmiosainen riskianalyysi, johon kuuluu koneen raja-arvojen määrittäminen, vaaran tunnistaminen ja riskien suuruuden

arviointi. Toinen osa riskien arviointia on niiden merkityksen arviointi. Riskien arvioinnin avulla taas voidaan muodostaa päätös siitä, vaaditaanko riskien pienentämistä vai ei. Standardi antaa myös vaatimukset riskien arvioinnin ja pienentämisen dokumentoinnille. (SFS-EN ISO 12100 2010)



- Asianmukaisen käyttöä koskevan tiedon toimittaminen on osa suunnittelijan panosta riskin pienentämisessä, mutta nämä suojaustoimenpiteet vaikuttavat vasta hyödyntäjän toteuttaessa ne.
- Hyödyntäjän panos on sitä tietoa, jota suunnittelija saa käyttäjäkunnalta joko koskien koneen tarkoitettua käyttöä yleensä tai jota saadaan tietyltä nimenomaiselta hyödyntäjältä.
- Näiden lukuisten hyödyntäjän toteuttamien eri suojaustoimenpiteiden suhteen ei ole hierarkiaa. Nämä suojaustoimenpiteet ovat tämän kansainvälisen standardin soveltamisalan ulkopuolella.
- Nämä ovat suojaustoimenpiteitä, joita tarvitaan sellaisen erityisprosessin (-prosessien) vuoksi, jota ei ole oletettu koneen tarkoitetun käytön erittelyssä tai jota tarvitaan sellaisten erityisten asennusolosuhteiden vuoksi, joihin suunnittelija ei voi vaikuttaa.

Kuva 2. Riskien pienentämisprosessi suunnittelijan näkökulmasta (SFS-EN ISO 12100 2010 p. 16)

SFS-EN ISO 12100 (2010) antaa valmiita keinoja ja menetelmiä suunnittelijalle pienentää ja poistaa koneisiin liittyviä riskejä. Kuvassa 2 oleva prosessikaavio havainnollistaa

prosessin vaiheita, sekä osoittaa miten riskien arviointi ja pienentäminen on jatkuva iteraatiivinen prosessi, joka vaatii eri sidosryhmien näkökulman ja toiminnan huomioon ottamisen.

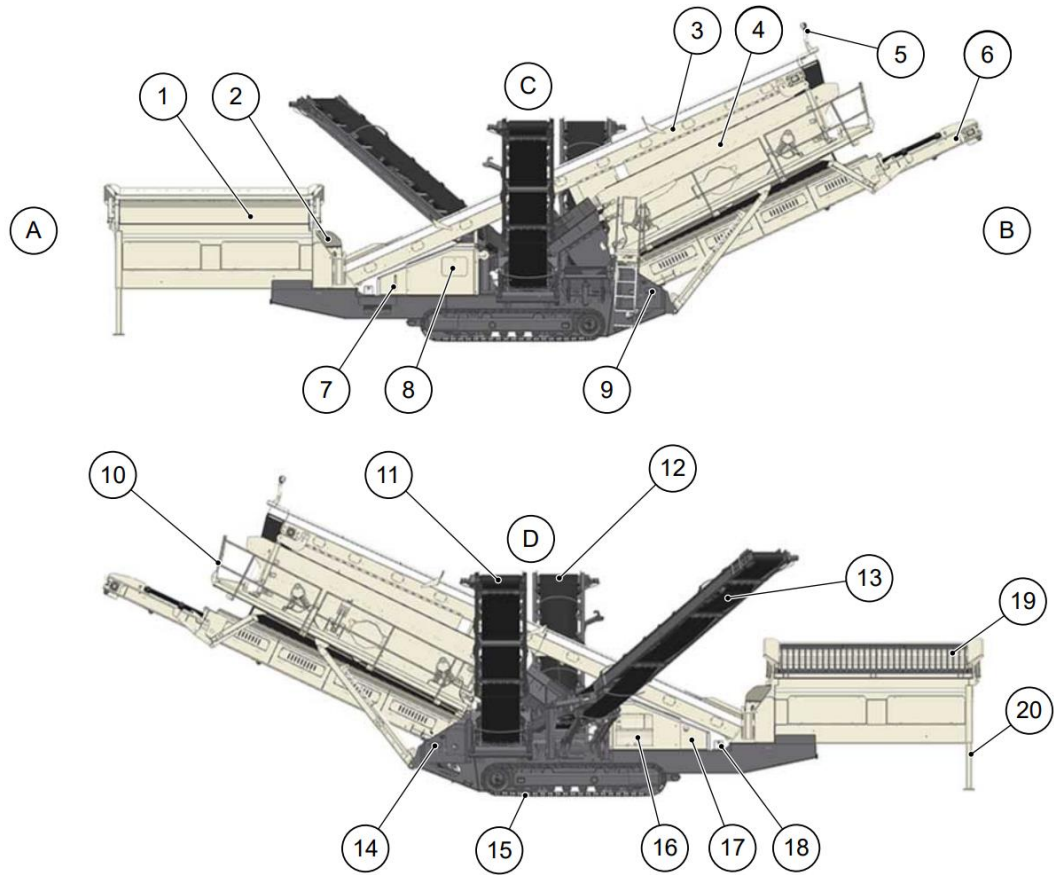
Tärkeintä suunnittelemisen näkökulmasta on huomioida kuvassa 5 esiintyvät kolme askelta luontaisesti turvalliset suunnittelutoimenpiteet, suojaustekniset toimenpiteet ja täydentävät suojaustoimenpiteet ja käyttöä koskevat tiedot. Näiden kolmen askeleen voidaan huomata olevan osittain samoja asioita mitä Gauthierin et al. (2021) tutkimuksessa todettiin olevan tärkeitä kohtia huomioida koneensuunnittelun näkökulmasta.

Koska riskien arviointi on jatkuva prosessi koneen koko elinkaaren ajalta, niin on ensisijaisen tärkeää, että myös uuden turvallisuusstandardin SFS-EN 1009 vaatimuksia implementoitaessa nykyisiin konemalleihin riskien arviointia jatketaan ja huomioidaan mahdolliset uudet riskit, joita uudet suunnitteluratkaisut aiheuttavat. Vaikka SFS-EN 1009 esitetään valmiita ratkaisuja moneen riskiin, niin niistä voi kuitenkin aiheutua tietyissä konemalleissa uusia riskejä, joita ei standardissa ole huomioitu. Tällöin on erittäin tärkeää, että suunnittelija huomioi nämä mahdolliset uudet riskit toteuttaessaan uuden standardin vaatimuksia.

3. SFS-EN 1009 -STANDARDIN VAATIMUKSET MOBIILISEULAKONEISIIN

SFS-EN 1009 –standardi on ensimmäinen C-tyyppin standardi, joka käsittelee mineraalienkäsittelylaitoksia. SFS-EN ISO 12100 –standardi määrittelee eri standardi tyyppit ja niiden hierarkian. A-tyyppin standardit ovat turvallisuuden perusstandardeja ja niissä esitetään perusteet ja yleiset näkökohdat, jotka ovat sovellettavissa eri koneisiin. B-tyyppin standardit ovat turvallisuuden ryhmästandardeja, jotka on edelleen jaettu B1- ja B2-tyyppeihin. B1-tyyppin standardit käsittelevät yhtä turvallisuusnäkökohtaa. B2-tyyppin standardit käsittelevät suojateknisiä laitteita, joita voidaan käyttää useissa koneryhmissä. C-tyyppin standardit ovat konekohtaisia turvallisuusstandardeja, joissa käsitellään tietyn koneen tai koneryhmän turvallisuusvaatimuksia yksityiskohtaisesti. C-tyyppin standardin ollessa ristiriidassa A- tai B-tyyppin standardin kanssa, noudatetaan ensisijaisesti C-tyyppin standardin vaatimuksia. (SFS-EN ISO 12100, 2010)

SFS-EN 1009 -standardi koostuu viidestä jo julkaistusta osasta ja kuudennesta vielä julkaisematta olevasta osasta. Standardin ensimmäistä osaa SFS-EN 1009-1 (2020) tulee aina soveltaa yhdessä vähintään yhden standardin muun osan kanssa, koska ensimmäisessä osassa esitellään vain yleisiä vaatimuksia mineraalien mekaanisenkäsittelyn koneille ja tarkemmat vaatimukset erityyppisille laitteille esitellään standardin muissa osissa. Standardin toinen osa käsittelee syöttö- ja kuljetuslaitteiden liittyviä erityisvaatimuksia. Kolmas osa käsittelee murskauskoneiden ja myllyjen erityisvaatimuksia. Neljäs osa käsittelee seulakoneisiin liittyviä erityisvaatimuksia. Viides osa käsittelee puhdistus-, kierrätys-, lajittelu ja mudan käsittelykoneiden erityisvaatimuksia. Kuudes osa käsittelee mobiilikoneiden erityisvaatimuksia. Mikäli osien 2–5 vaatimukset eriävät ensimmäisen osan vaatimuksista, niin tulee silloin noudattaa osien 2–5 vaatimuksia. (SFS-EN 1009-1 2020)



Kuva 3. Lokotrack ST4.8 komponentit (Metso 2023b. s. 74)

Kuvassa 2 esitetään Lokotrack ST4.8 ja sen pääkomponentit. Koneenrakenteen ymmärtämisen helpottamiseksi kuvaan 3 on merkattu koneen tärkeimmät komponentit ja ne on selityksineen listattu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Lokotrack ST4.8 komponentit (Metso 2023b. s. 74–75)

Osanumero	Kuvaus	Osanumero	Kuvaus
1	Syöttösuppilo	11	Alatasokuljetin
2	Syöttökuljetin	12	Keskitasokuljetin
3	Nostokuljetin	13	Ylätasokuljetin
4	Seula	14	Käsi käyttöventtiilit
5	Työvalot	15	Telat
6	Tuotekuljetin	16	Moottorimoduuli
7	Hydraulinestesäiliö	17	Polttoainesäiliö
8	Päähajauspaneeli	18	Käsi käyttöventtiilit
9	Käsi käyttöventtiilit	19	Ritilä
10	Huoltotaso	20	Suppilon tukijalat
A	Syöttöpääty	B	Purkauspääty
C	Oikea puoli	D	Vasen puoli

Kuvassa 2 esitetty Lokotrack ST4.8 -mobiiliseulakoneessa on kolmitasoinen tasoseula, jonka yhden tason seulonta-ala on noin 8,4 neliometriä. Koneessa on erillinen syötinlaatikko ja kuljetin. Syötin voidaan myös varustaa esiseulalla tai ritilällä. Koneessa on kolme

sivukuljetinta sekä yksi tuotekuljetin, jolloin siitä saadaan neljää eri lopputuotetta. Moottorin teho koneessa on noin 100 kW ja koneen paino on noin 32 tonnia. Kone on saatavilla myös ST4.8E -hybridiversiona, jossa konetta on mahdollista käyttää täysin sähkön voimalla. Lokotrack ST4.8 on suunniteltu suuren kapasiteetin seulontaan noin 500 tonnia tunnissa nimelliskapasiteetillään. Konetta voidaan käyttää, joko yksin tai osana monivaiheista prosia. Kone on tarkoitettu ensisijaisesti murskatun kiven, hiekan ja soran seulontaan omiksi lopputuotteikseen. (Metso 2023c)

Kuten esimerkkinä käytetyn Lokotrack ST4.8 -mobiiliseulakoneen rakenteesta voidaan kuvan 3 ja taulukon 1 avulla havaita, mobiiliseulakoneet koostuvat useasta erityyppisestä moduulista, joten niiden suunnittelua ja valmistusta ohjaa useampi SFS-EN 1009 -standardin osa. Esimerkkinä käytetty Lokotrack ST.4.8 sisältää useita erilaisia syöttö- ja kuljetuslaitteita, jolloin sen suunnitteluun ja valmistukseen vaikuttaa standardin ensimmäisen, neljännen ja kuudennen osien vaatimusten lisäksi myös standardin toisen osan vaatimukset. Osa mobiiliseulakoneista on mahdollista myös varustaa magneettierotimilla, jolloin niiden suunnittelulle ja valmistukselle asettaa vaatimuksia myös standardin viides osa.

SFS-EN 1009 -standardin eri osissa viitataan jo olemassa oleviin standardeihin, kun siinä määritellään vaatimuksia mineraalienkäsittelylaitoksien eri osa-alueille ja osille. Esimerkiksi SFS-EN 1009-1 (2020) sivulla 12 kohdassa 4.4 pysyvät kulkuväylät määritetään, että pysyvien kulkuväylien on oltava standardien EN ISO 14122-1:2016, EN ISO 14122-2:2016, EN ISO 14122-3:2016 ja EN ISO 14122-4:2016 mukaisia.

SFS-EN ISO 14122 (2016) standardisarjaa sovelletaan sekä paikoillaan pysyviin että liikkuviin koneisiin. Standardin osat koskevat kiinteästi ja käsin liikuteltavissa olevia kulku- ja pääsyteitä, työskentely- sekä kulkutasoja, portaita, porrastikkaita, suojakaiteita ja kiinteitä tikkaita. SFS-EN ISO 14122 (2016) -standardin osat 1–4 ovat B-tyyppin standardeja ne ovat tulleet voimaan vuoden 2016 aikana. (SFS-EN ISO 14122-1 2016)

Tällöin siis jo nykyisten standardin SFS-EN 1009-1 (2020) -standardin vaikutuspiiriin kuuluvien koneiden pysyvien kulkuväylien pitäisi jo noudattaa SFS-EN ISO 14122 (2016) vaatimuksia, eli ne ovat jo standardin SFS-EN 1009-1 (2020) mukaisia. Vastaavia tapauksia on koko SFS-EN 1009 -standardisarjassa useita. Oleellisempaa tämän työn näkökulmasta on siten keskittyä uusiin vaatimuksiin, joita SFS-EN 1009 -standardisarja esittää.

SFS-EN 1009 -standardisarjan eri osat noudattavat kaikki samaa rakennetta. Johdanto kappaleessa määritetään standardin tyyppi sekä sidosryhmät joihin standardi vaikuttaa. Kappaleissa 1–3 esitellään standardin osan laajuus, viittaukset muihin standardeihin ja

määritetään käytettävät termit. Neljännessä kappaleessa käsitellään turvallisuus vaatimukset ja/tai suojaavat/riskiä vähentävät toimenpiteet. Viidennessä kappaleessa esitetään turvallisuusvaatimusten ja/tai suojaavien/riskiä vähentävien toimenpiteiden tarkastaminen. Viimeisessä (kuudennessa) kappaleessa esitetään vaatimukset käyttöä koskeville tiedoille. (SFS-EN 1009 2020)

3.1 Osa 1: Yhteiset vaatimukset

SFS-EN 1009-1 (2020) -standardin ensimmäisen osan piiriin kuuluvat kaikki koneet, joilla mekaanisesti käsitellään mineraaleja ja mineraalituotteita. Tämän osan turvallisuusvaatimukset on suunniteltu käytettäväksi yhdessä, jonkin muun standardin osista 2–5 kanssa. Standardin osat 2–5 eivät myöskään toista ensimmäisen osan vaatimuksia, vaan lisäävät tai korvaavat niitä. (SFS-EN 1009-1 2020)

SFS-EN 1009-1 (2020) -standardin kohdassa 4.1 annetaan määräys, että koneiden tulee täyttää tässä standardissa määrätyt vaatimukset. Muissa kuin tämän standardisarjan osissa 1–6 määritellyissä vähäisissä, mutta merkityksellisissä riskeissä tulee koneen suunnittelussa noudattaa standardin SFS-EN ISO 12100 (2010) periaatteita.

Standardin ensimmäisessä osassa kohdat 4.2–4.4 käsittelevät aukkoja, kulkuväyliä ja pääsyteitä. Näistä tämän työn kannalta oleellisimpia ovat määräykset kohdissa 4.2.1 c) ja d), joissa määritellään aukkojen koot kulkiessa konttaamalla. Seulakoneissa tällainen tilanne muodostuu lähes aina varsinaisen tasoseulan seulaverkkojen väliin. Samalla tulee huomioida kohdan 4.3 vaatimukset siitä, että kyseiseen tilaan ei voi jäädä loukkuun. Kohdat 4.2.2 ja 4.2.3 koskevat tarkastusluukkuja ja niissä annetaan määräykset suojusta, varoituksista ja ohjeista niihin liittyen. Oleellista on näissä kohdissa huomioida erityistyökalut, joita tarvitaan tarkastusluukkujen sisällä, on tarkoitus käyttää. (SFS-EN 1009-1 2020)

Kohdassa 4.9 määritetään valaistukseen liittyvät vaatimukset. Näistä erityisesti on huomioita kohdat, joihin vaaditaan pysyvää ja kiinteätä valaistusta. Kulkureitit ja tasot ovat näistä oleellisimpia mobiiliseulakoneiden kannalta, sekä erityishuomiona huoltoa tai näytteenottoa varten, useammin kuin kerran kuukaudessa pääsyä vaativat kohteet. (SFS-EN 1009-1 2020)

Hallintalaitteilla annetaan huomattavasti uusia määreitä luvassa 4.10, sekä määritetään jo olemassa olevia standardeja, joita tulee soveltaa tähän standardiin kuuluviin koneisiin. Tärkeimpiä määräyksiä mobiiliseulakokeiden kannalta ovat lockout / tagout -menetelmällä toteutetut syötön katkaisulaitteet, hallintalaitteiden sijoitus turvalliseen paikkaan,

josta koneenkäyttäjä voi varmistua vaara-alueen turvallisuudesta ja käynnistystä edeltävät varoitukset. Kohdissa 4.10.4 ja 4.10.5 annetaan määräykset hätäpysäytys toiminoille ja kauko-ohjaukselle. Mobiilikoneiden näkökulmasta erityisen tärkeää on kiinnittää huomiota kauko-ohjauksen vaatimuksiin. Kohdassa 4.10.6 määritellään eri käynnistysmuodot koneelle ja sen osilla, sekä esitetään vaatimuksia käynnistykseen liittyvään automatiikkaan ja varoituksiin. Kohdassa 4.13 määritetään erikseen turvallisuuteen liittyvien osien vähimmäisvaatimukset. (SFS-EN 1009-1 2020)

Kappaleissa 4.11 ja 4.12 käsitellään koneissa käytettäviä suoja. Suurimmaksi osaksi suojiin määritetään toteuttamaan standardin EN ISO 14120 (2015) vaatimukset, mutta myös erillisiä vaatimuksia annetaan esimerkiksi ovien ja luukkujen lukittautumisesta auki asentoon, sekä niiden avaamiseen tarvittavasta voimasta. Tälle asetetaan verifiointimenetelmäksi mittaaminen tai testi Borg-vaa'an avulla. Erityistä huomiota tulee mobiiliseulakoneissa kiinnittää moottorin apulaitteisiin, jäähdyttimiin ja mekaanisiin tehonsiirtolaitteisiin, joita tyypillisestä mobiiliseulakoneesta löytyy huomattava määrä. (SFS-EN 1009-1 2020)

Hydrauliikalle annetaan tarkkoja vaatimuksia kohdassa 4.14.1 ja mobiiliseulakoneiden kannalta ne ovat erittäin oleellisia, sillä isossa mobiiliseulakoneita tehon siirtoa tapahtuu hydrauliikan avulla. Kohdan 4.14.1 mukaan kuljetusta varten irrotettavien hydrauliikkaliitäntöjen pitää olla suunniteltu siten, että virheellinen kytkentä ei ole mahdollista. Tähän käytössä olevia ratkaisuja ovat esimerkiksi erikokoiset kierteet tai liittimet liitännöissä sekä eri pariset kytkennät ristikkäisissä liittimissä. Useampien letkujen kytkennöissä voidaan käyttää erilaisia usean liittimen yhdistäviä rajapintoja, jotka mahdollistavat vain oikean kytkennän. (SFS-EN 1009-1 2020)

Kohdassa 4.14.1 vaaditaan valmistajaa asentamaan turvaventtiileitä sylinterien ja letkujen väliin niissä osissa konetta, joissa hydraulisylinteri liikuttaa raskaita osia koneessa. Tällaisia sopivia turvaventtiileitä ovat esimerkiksi letkurikko-venttiilit ja ohjatut sulkuventtiilit. Lisäksi standardissa määritellään, että hydrauliikkaletkut ja -komponentit on sijoitettava siten, että rikkoutumisen seurauksena öljysuihku ei lennä kohti ihmistä, joka on koneella kulkemiseen tai sen käyttämiseen tarkoitettulla alueella. Letkut on myös kiinnitettävä siten, että kiinnityspisteiden välillä ei ole yli 600 mm välejä. (SFS-EN 1009-1 2020) Nämä hydrauliikan uudet vaatimukset ovat sellaisia, joita monet valmistajat eivät välttämättä ole huomioineet aiemmin, joten niihin tulee kiinnittää erityistä huomioita.

Kohdassa 4.15 määritetään käytettäväksi mekaanisia tukia, hydraulisia lukituslaitteita nostettavissa osissa, joiden alla koneenkäyttäjä joutuu tekemään huoltotöitä. Näiden lukituslaitteiden ja tukien tulee olla selvästi merkittyjä ja tunnistettavissa kontrastiväriellä tai

merkinnöillä. Ensisijaiset lukituslaitteet tulee olla kytkettävissä ja vapautettavissa vaara-alueen ulkopuolelta. Lisäksi mekaanisten tukien tulee kestää 1,5 kertaisesti niihin korkeintaan kohdistuva staattinen kuorma. (SFS-EN 1009-1 2020)

Sähkölaitteiden määräykset annetaan kohdassa 4.16. Erityistä huomiota tulee kiinnittää virrallisten johtojen ja osien reititysten ja asennuspisteiden suunnitteluun, sillä ne tulee sijoittaa koteloihin, joiden tulee täyttää vähintään IP21-luokitus. Poikkeuksena näihin ovat moottorit, generaattorit ja liittimet, jotka voidaan sijoittaa koteloiden ulkopuolella, mutta tällöin niiden tulee olla vähintään IP54-luokituksen mukaisia. (SFS-EN 1009-1 2020)

Kappale 4.17 on hyvin oleellinen mobiiliseulakoneiden kannalta, sillä se käsittelee koneiden ja niiden osien nostamista, kiinnittämistä ja kuljetusta. Koska mobiiliseulakoneet on tarkoitettu helposti liikuteltavaksi, on erityisen tärkeää, että niiden kuljetukseen liittyvät määräykset täyttyvät. Varsinkin kohdassa 4.17.1 annettu vaatimus kiinnitettävyydestä odottamattomien liikkeiden estämiseksi kuljetuksen aikana niille laitteen osille, jotka on käännettävä tai siirrettävä kuljetuksen ajaksi, on hyvin kriittinen mobiiliseulakoneiden kannalta. (SFS-EN 1009-1 2020) Esimerkiksi kuvassa 3 esitetyssä Lokotrack ST4.8 mobiiliseulakoneessa tulee kuljetuksen ajaksi kääntää alataso-, keskitaso-, ylätaso- ja tuotekuljetin sekä huoltotaso. Suppilon tukijalat tulee nostaa ylös kuljetuksen ajaksi. (Metso 2023b)

Kohdissa 4.17.2 ja 4.17.3 annetaan suunnitteluvaatimuksia sidonta- ja nostopisteille. Erityisenä huomiona kiinnityskohtien valinta siten, että käytettävät sidonta- ja nostovälineet eivät osu teräviin reunoihin, kun noudatetaan valmistajan sidonta- ja nosto-ohjeita. Nostopisteiden tulee olla myös siten suunniteltuja, että niistä nostettaessa ei aiheudu odottamattomia liikkeitä nostettavalle osalle. Kohdassa 4.17.4 esitetään symbolit, joilla sidonta- ja nostopisteet tulee merkitä ja ohjeistetaan käyttämään kontrastiväriä näissä pisteissä. Kohdassa 4.17.5 määritetään, että koneen käyttöönottoa, asennusta ja käsittely tarkoitukseen olevissa osissa, moottoreissa, kulutusosissa ja osakokoonpanoissa tulee olla pysyvät nostopisteet tai niihin tulee tarjota soveltuva nostotyökalu. Tärkeää suunnittelussa on huomioida, että käsin nostettavien kulutusosien enimmäispaino saa olla korkeintaan 25 kg. (SFS-EN 1009-1 2020)

Huoltoa käsittelevä kohta 4.18 ei juuri tuo uusia vaatimuksia, mutta esittää oleellisen huomion poikkeuksellisille huoltotöille, että esimerkiksi seulan päärungossa tulee olla nostopisteet, sen poistamista varten. Kohdan 4.19 vaatimus suojatuisista jousitusyksiköistä on tärkeää huomioida mobiiliseulakoneiden suunnittelussa, sillä suuressa osassa niitä on käytössä täryseulat, joissa seulalaatikko värähtelee jousitusyksikköjen varassa.

(SFS-EN 1009-1 2020) Kuvasta 3 on mahdollista havaita Lokotrack ST4.8 koneen seulaissa käytetyt kahdeksan kappaletta jousia suojuksineen.

Äänestä ja tärinästä annetaan määräykset kohdissa 4.20 ja 4.21. Erityisesti painotetaan vähentämään melua ja tärinää, jo suunnittelu vaiheessa oikeilla materiaali ja komponentti valinnoilla, mitoituksella ja optimoinnilla. Mobiiliseulakoneiden osalta erityistä huomiota tulee kiinnittää seula-verkkojen materiaalivalintoihin, täräyksen värähtelyn vaimennukseen muissa koneen osissa, sopiviin voimavälityksien komponentteihin ja hydraulipiirien paineiden ja virtauksien optimointiin. (SFS-EN 1009-1 2020)

3.2 Osa 2: Syöttö- ja kuljetuslaitteet

Standardisarjan toinen osa käsittelee syöttö- ja kuljetuslaitteita. Jokainen mobiiliseulakone vaatii toimiakseen jonkinlaisia syöttö- ja/tai kuljetuslaitteita, yleisimmin käytetty kuljetin tyyppi on hihnakuljetin. Esimerkiksi Lokotrack ST4.8 mobiiliseulassa hihnakuljetin on ainoa käytetty kuljetintyyppi ja niitä on koneessa yhteensä kuusi kappaletta. Toinen tyypillisesti hankalasti seulottavien materiaalien mobiiliseulakoneissa erityisesti syöttömessä käytetty kuljetintyyppi on telakuljetin. (Metso 2023c)

Standardisarjan toisen osan luvussa 4.1 käsitellään yleisiä vaatimuksia syöttölaitteille. Tärkeimmät vaatimukset mobiiliseulakoneiden suunnittelun kannalta ovat kohdissa 4.1.2 ja 4.1.3, joissa vaaditaan kiinnittämään huomiota ylivirtauksen ja materiaalin putoamisen estämiseen sekä tukosten poistamiseen. Ylivirtauksen ja materiaalin putoamisen ehkäisemiseksi ohjeistetaan käyttämään ohjauslevyjä ja kiinteitä suoja. Tukosten ehkäiseminen tulee ottaa huomioon näiden ohjauslevyjen ja kiinteiden suojien suunnittelussa. Tukosten poistamiseksi tulee valmistaja tarjota sopivat välineet, keinot ja ohjeet, jotta koneen käyttäjään kohdistuu mahdollisimman vähän vaaraa. Koneen käyttäjän putoaminen koneeseen tulee myös estää. (SFS-EN 1009-2 2020)

Kohdassa 4.4 käsitellään telasyöttimiä. Mobiiliseulakoneissa käytettävät telasyöttimien kulma on usein säädettävissä ja ne ovat liikuteltavissa. Tällöin huomiota tulee kiinnittää siihen, että syöttimen päälle jäävä materiaali ei pääse putoamaan pois syöttimestä, kun sen asentoa muutetaan. Huollon aikana telasyöttimen takaperin pyörimisen tulee olla estettävissä. Lukuun ottamatta riiputettavia syöttimiä kaikkien syöttimien materiaalivirtojen tulee olla pysäytettävissä ja säädettävissä huollon aikana. (SFS-EN 1009-2 2020)

Standardissa mobiiliseulakoneiden näkökulmasta ainoa oleellinen käsiteltävä kuljetintyyppi on hihnakuljetin. Käytännössä kuitenkin standardissa ohjeistetaan noudattamaan standardia EN 620:2002+A1:2010. Sen noudattamiseen annetaan kuitenkin muutama poikkeus. Tärkeimpänä näistä on kuljettimen rullien puristuksiin jäämisen suojat kaikkiin

kuljettimen rulliin lukuun ottamatta paluu rullia, jotka ovat vähintään 500 mm etäisyydellä rakenteellisesta osasta, johon juuttuneet ruumiinosat voisivat osua. (SFS-EN 1009-2 2020)

3.3 Osa 4: Seulakoneet

Standardisarjan neljännessä osassa käsitellään seulakoneita ja erityisen tarkasti siinä annetaan vaatimuksia tasoseuloihin liittyen. Suurimmassa osassa mobiiliseulakoneita käytetään erityyppisiä tasoseuloja. Yleiset vaatimukset liittyvät pääasiassa seuloihin tehtäviin huoltotöihin ja tarkastuksiin. Esimerkiksi pölysuojat tulee suunnitella siten, etteivät ne hankaloita seulaverkkojen vaihto-, tarkastus- ja huoltotöitä. Samoin poiketen SFS-EN ISO 14122 (2016) -standardin määräyksistä seulan yläpuolisia huoltotöitä varten ei ole pakollista olla kiinteitä suojakaiteita. (SFS-EN 1009-4 2020)

Kappale 4.2 käsittelee seulakoneiden huollon ergonomisia vaatimuksia. Erityistä huomiota tulee kiinnittää siihen, että seulakone suunnitellaan siten, että koneenkäyttäjän tarvitsee suorittaa töitä koneen sisällä mahdollisimman harvoin ja mahdollisimman vähän aikaa. Varsinkin seulalaatikon tulee olla sellainen, että tarkastus-, puhdistus- ja huoltotyöt voidaan suorittaa sen ulkopuolelta. Standardissa määritetään hyvin yksityiskohtaisesti mitat erityyppisille tasoseuloille, työskentelyasennoille sekä luukkujen ja kulkuväylien mitoille. (SFS-EN 1009-4 2020) Tämän työn kannalta ei ole kuitenkaan tarkoituksenmukaista esittää näitä yksityiskohtaisemmin. Siltikin on erittäin tärkeää huomioida nämä vaatimukset mahdollisimman aikaisessa suunnittelu vaiheessa, sillä esimerkiksi eri seulatasojen seulaverkkojen väliseen etäisyyteen voi olla lähes mahdotonta vaikuttaa suunnittelematta koko seulalaatikkaa uudelleen.

Seulojen varusteille ja kulutusosille annetaan määräyksiä kappaleessa 4.3. Varsinaisesti uusia vaatimuksia ei kuitenkaan aseta, vaan enemmän painotetaan tärkeimpiä seikkoja. Näitä ovat säännöllisiä töitä varten irrotettavien osien minimointi, seulalevyjen modulaarisuus ja seulottavan materiaalin tyyppi. Lisäksi ohjeistaan suojaamaan kohdat, joissa on vaara puristumiselle tai murskaantumiselle. (SFS-EN 1009-4 2020)

3.4 Osa 5: Puhdistus-, kierrätys-, lajittelu- ja mudankäsittelykoneet

Standardisarjan neljäs osa käsittelee puhdistus-, kierrätys-, lajittelu- ja mudan käsittelykoneita. Siinä kuitenkin esitetään vaatimukset myös magneettierottimille, joten se tulee

huomioida mobiiliseulakoneiden suunnittelussa, sillä erityisesti kierrätysjätteen seulomiseen suunnitellut mobiiliseulat on tyypillisesti mahdollista varustaa yhdellä tai useammalla magneettierottimella tai -rummulla. Esimerkiksi Lokotrack ST2.8 mobiiliseulakoneen voi varustaa magneettierottimella, joka asennetaan tuotekuljettimen päälle ja koneen sivukuljettimet on mahdollista varustaa magneettirummuilla (Metso 2023c).

Standardin kohdassa 4.14 annetaan vaatimukset magneettierottimille ja rummuille. Magneettierottimiin kanssa tulee käyttää kiinteitä suojia, jotka estävät metalli osien sinkoutumisen, tai mikäli tämä ei ole teknisesti käytöllistä toteuttaa, tulee pääsy vaara-alueelle estää. Magneettirumpujen kanssa tulee käyttää kiinteitä suojia tai suojalaitteita, jotta vältetään murskautumis- ja leikkausvaaroilta. Suunnittelussa on huomioitava myös, että magneettierottimiin ja -rumpuihin tulisi pitää vähintään 5 m etäisyyttä. (SFS-EN 1009-5 2020)

4. YHTEENVETO

Tässä työssä tutkittiin SFS-EN 1009 (2020) -standardisarjan jo julkaistujen osien 1–5 vaikutusta mobiiliseulakoneiden suunnitteluun. Standardisarjan kolmatta osaa ei huomioitu tässä työssä, siinä ei ollut mobiiliseulakoneiden suunnitteluun liittyviä vaatimuksia. Myöskään standardisarjan kuudetta osaa ja tulevia A1-versioita ei tutkittu, sillä ne eivät ole julkisesti saatavilla, julkaistuja eivätkä vielä valmiita. Standardisarjan kuudes osa ja A1-versiot tarvitsevat lisää tutkimusta mobiiliseulakoneiden suunnittelun näkökulmasta, kun ne julkaistaan, jotta valmistajat pystyvät tehokkaasti toteuttamaan niiden vaatimukset.

Yhtenäistettyjen standardien oikeanlainen käyttö ja soveltaminen on kriittinen asia koneturvallisuuden kehittämisessä. Varsinkin C-tyyppin standardit, jotka ovat kohdistettuja tiettyihin konetyyppeihin, jolloin niissä esitetyt vaatimukset ja ratkaisut ovat mahdollisimman soveltuvia ja niistä saadaan suurin hyöty irti. Uudet konekohtaiset standardit luovat huomattavasti parempia mahdollisuuksia suunnitella koneista sellaisia, etteivät loppukäyttäjät itse koe tarvetta muokata koneita turvattomimmiksi. Uudet konekohtaiset standardit kaivos- ja louhososalalle voivatkin olla todella merkittävässä roolissa, jotta alan turvallisuuskehitys saadaan jälleen kääntymään parempaan suuntaan.

Standardointi kokonaisuutena on hyödyllistä loppukäyttäjän näkökulmasta, mutta erityisesti konekohtaiset standardit tarjoavat sellaisia ratkaisuja, joissa on ajateltu asiaa tietyn tyyppisen koneen käyttämistä tiettyyn tarkoitukseen. SFS-EN 1009 (2020) -standardisarjassa annetaan mobiiliseulakoneille sellaisia vaatimuksia, joilla koneiden käyttöturvallisuus sekä ergonomia paranevat merkittävästi. Standardisarja antaa myös helpotuksia ja uusia vaihtoehtoja tapauksiin, joissa on aiemmin pitänyt noudattaa A- Tai B-tyyppin standardia, joissa esitetyt vaatimukset eivät välttämättä ole olleet käytännöllisiä.

Mobiiliseulakoneiden näkökulmasta uusi standardisarja esitti paljon uusia vaatimuksia niiden suunnitteluun useassa standardisarjan osassa. Standardisarjasta on huomattavissa, että siinä esitetty vaatimuksien näkökulmana on selvästi ollut koneen loppukäyttäjä ja varsinkin tarkastus, huolto ja muut rutiiniomaiset koneelle tehtävät toimenpiteet. Uudet vaatimukset kohdistuivat erityisesti seulalaatikkoon, seulatasoihin, kuljettimiin, si-donta- ja nostopisteisiin, sekä erilaisiin luukuihin ja pääsyreitteihin.

SFS-EN 1009 (2020) -standardin vaatimukset eivät koske mobiiliseulakoneita ennen kuin standardin kuudes osa julkaistaan. On kriittistä, että mobiiliseulakoneiden valmista-

jat käyvät nämä vaatimukset ja toteuttavat vaaditut korjaukset ja kehitykset mahdollisimman pian, sillä standardin kuudennen osan julkaisun on tällä hetkellä suunniteltu tapahtuvan vuoden 2025 syksyllä.

LÄHTEET

- [1] A. Balasubramanian (2015). Overview of Mineral Processing Methods. Centre for advanced studies in earth science University of Mysore Mysore-6. Saatavissa: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.10456.49926>
- [2] Bedeković, G. & Vrkljan, D. (2018). A Comparison between a Stationary and a Semi-Mobile Plant for Wet Processing of Crushed Stone. *Godišnjak Akademije tehničkih znanosti Hrvatske*. Vol.2017(1) pp. 165 – 181. Saatavissa: <https://hrcak.srce.hr/216146>
- [3] Chen, Y., Hsiau, S., Lee, H., Chyou, Y. & Hsu, C. (2010). Size separation of particulates in a trommel screen system. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. Vol.49(11), pp. 1215 Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2010.09.003>
- [4] Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta (2006). Euroopan unionin virallinen lehti L 157/24. Saatavissa <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/42/oj>
- [5] Gauthier, F., Chinniah, Y., Abdul-Nour, G., Jocelyn, S., Aucourt, B., Bordeleau, G. & Ben Mosbah, A. (2021). Practices and needs of machinery designers and manufacturers in safety of machinery: An exploratory study in the province of Quebec, Canada. *Safety science*. Vol.133. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105011>
- [6] Klanfar, M. & Vrkljan, D. (2012). Benefits of using mobile crushing and screening plants in quarrying crushed stone. *AGH Journal of Mining and Geoen지니어ing*. Vol.36(3).
- [7] Löow, J. & Nygren, M. (2019). Initiatives for increased safety in the Swedish mining industry: Studying 30 years of improved accident rates. *Safety science*. Vol.117, pp. 437–446. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.04.043>
- [8] McLellan, J. (2023). Aggregate screening equipment. *General Kinematics* 28.8.2023. Saatavissa <https://www.generalkinematics.com/blog/aggregate-screening-equipment/>
- [9] Metso (2021). Everything you need to know about screening. Saatavissa: <https://metso.com/insights/blog/mining-and-metals/everything-you-need-to-know-about-screening/>
- [10] Metso (2023a). Yleiset turvallisuusohjeet. Metso.
- [11] Metso (2023b). Lokotrack ST4.8 Instruction manual. Metso.
- [12] Metso (2023c). Lokotrack ST -sarja liikuteltavat seulontalaitteet -esite. Metso.
- [13] OSHA 1910.147 (2019). The Control of Hazardous Energy (Lockout/Tagout). *Federal register*. Vol.84(97). Saatavissa: <https://www.osha.gov/laws-regs/federalregister/2019-05-20>

- [14] Schulte, P., Rinehart, R., Okun, A., Geraci, C., & Heidel, D. (2008). National Prevention through Design (PtD) Initiative. *Journal of Safety Research*. Vol.39(2), pp. 115-121. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2008.02.021>
- [15] SFS-EN 1009-1 (2020). Machines for mechanical processing of minerals and similar solid materials. Safety. Part 1: Common requirements for machinery and processing plants. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- [16] SFS-EN 1009-2 (2020). Machines for mechanical processing of minerals and similar solid materials. Safety. Part 2: Specific requirements for feeding machinery and continuous handling equipment. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- [17] SFS-EN 1009-4 (2020). Machines for mechanical processing of minerals and similar solid materials. Safety. Part 4: Specific requirements for screening machinery. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- [18] SFS-EN 1009-5 (2020). Machines for mechanical processing of minerals and similar solid materials. Safety. Part 5: Specific requirements for cleaning, recycling, sorting and mud treatment machinery. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- [19] SFS-EN ISO 12100 (2010). Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- [20] SFS-EN ISO 14122-1 (2016). Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 1: Pääsytien valinta ja yleiset vaatimukset. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- [21] Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (2008). A 12.6.2008/400. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400#Lidp455303488>
- [22] Vennerød, Ø., Skyum, L., Erraia, J. and Midtømme, K. (2023). Macroeconomic benefits of standardization: Evidence from six Northern European countries. *Menon publication*. Vol.12(43), pp. 34–45.