



STANDARDOINTIKATSAUS AUTONOMISET KAIVOSLAITTEET

JANNE KALLIO

Sandvik Mining and Rock Solutions

Product Safety and Liability Lead

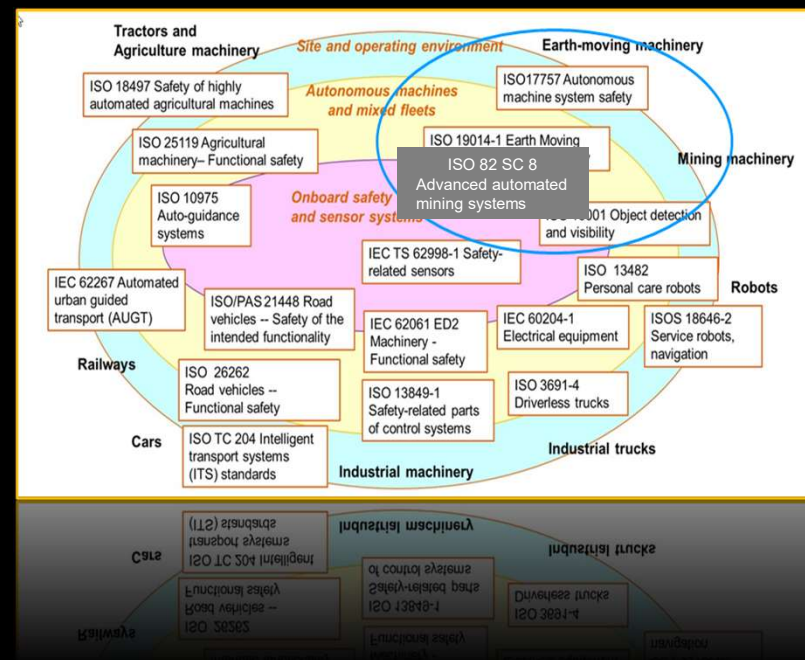
Date 23.3.2021



AUTONOMISIIN LAITTEISIIN LIITTYVÄT STANDARDIT

PAINOPISTEALUEITA

- Järjestelmien yhteentoimivuus ja -liitettävyys (Interoperability)
- Turvallisuus
 - Toiminnallinen turvallisuus (AI, machine learning)
 - Etäpysäytysjärjestelmät
 - Törmäyksenestojärjestelmät (CAS)



(Tiusanen, Malm, Ronkainen, (2020), An overview of current safety requirements for autonomous machines – review of standards, <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0074>)



ISO 82 SC8 "ADVANCED AUTOMATED MINING SYSTEMS"

TAVOITE

*"The desired future world of a fully autonomous mine is achievable only when all mobile equipment can act autonomously and collaboratively. This necessitates, at a minimum that the respective OEM systems are **interoperable** and are based upon standards so they can **communicate and easily work together** in an economic manner."*

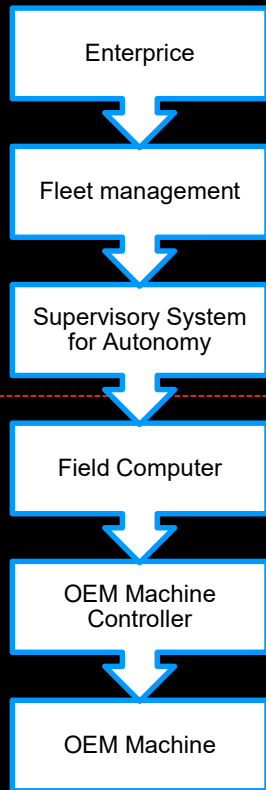
(Bryan and Rao, 2019)

ISO TC 82 SC8

STANDARDIT

ISO 82 SC8

Joint Working Groups



PWI 3502
Reference framework and
architecture for advanced
automation and autonomy

ISO/WD 23725
FMS interface to
autonomous haulage

ISO 15143 (TC 127 SC3)
Earth-moving machinery
and mobile road
construction machinery-
Worksite data exchange

PWI 23870 (TC 127 SC3)
General standard for
secure high speed mobile
data communication

ISO 17757 (TC 127 SC2)
Autonomous and
semiautonomous machine
system safety

PWI 23724
Emergency remote stop of
autonomous mining
equipment

PWI 3510
Interoperability of
autonomous mining
equipment

ISO 19014 (TC 127 SC 2)
Functional Safety

ISO 21815 (TC 127 SC2)
Collision warning and
avoidance

SANDVIK

SPECIFICATION OF A LOGICAL REFERENCE FRAMEWORK AND ARCHITECTURE FOR MINING ADVANCE AUTOMATION AND AUTONOMY.

- Perusarkkitehtuuri kuvaamaan autonomisia järjestelmiä
- Toimia lähtökohtana järjestelmien yhteensovittamiselle
- Tulisi perustua työhön, jota jo tehty muilla teollisuudenaloilla

- PWI, Kaksi WG palaveria järjestetty



**on hold due to COVID-19

ISO 82 SC8 "ADVANCED AUTONOMOUS EQUIPMENT"

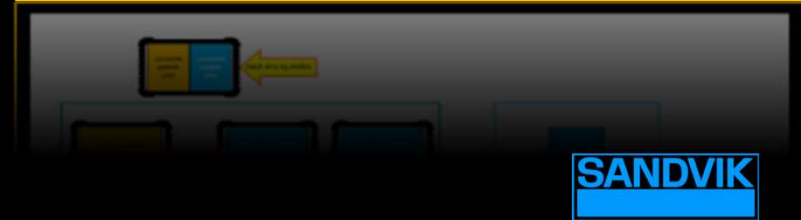
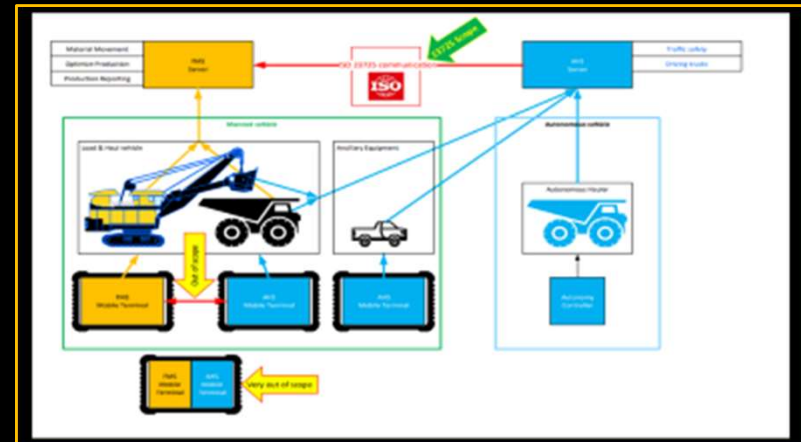
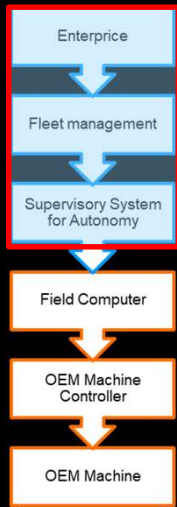
FMS INTERFACE TO AUTONOMOUS HAULAGE

Kuvaus

- Tarkoituksena määritellä standardi **rajapinta**, joka mahdollistaa FMS ja AHS järjestelmien **yhteensopivuuden eri järjestelmätoimittajien kesken**.

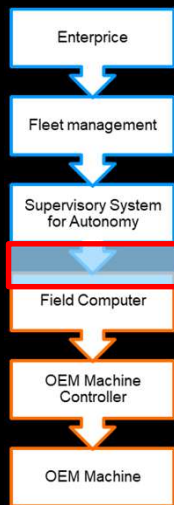
Tilanne

- WD, Ensimmäinen draft version kommentteja käydään läpi, ryhmän näkemykset melko kaukana toisistaan.



ISO 82 SC8 "ADVANCED AUTONOMOUS EQUIPMENT"

INTEROPERABILITY OF AUTONOMOUS MINING EQUIPMENT.

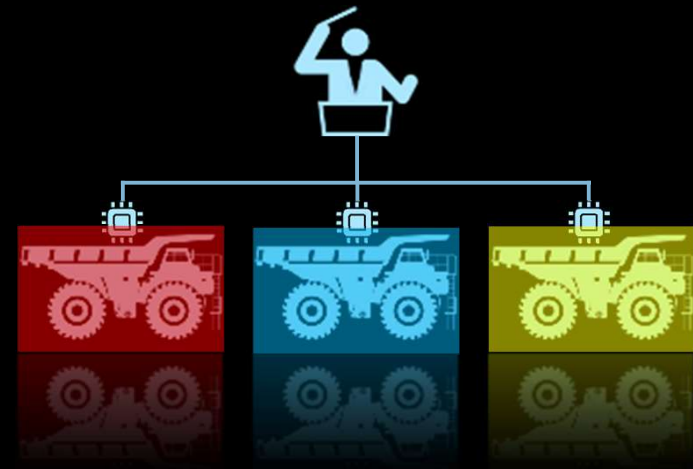


Projektin kuvaus:

- Mahdollistaa eri laitetoimittajien laitteiden toimimisen yhden valvontajärjestelmän (supervisory system) alla

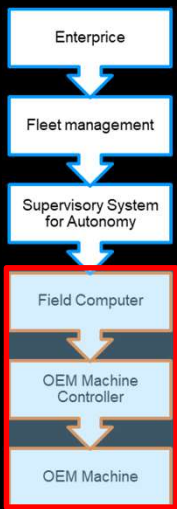
Tilanne:

- PWI, yksi WG istunto pidetty, tavoitteen määrittely edelleen kesken.



ISO 82 SC8 "ADVANCED AUTONOMOUS EQUIPMENT"

EXTERNAL REMOTE STOP OF AUTONOMOUS MINING EQUIPMENT



Projektin kuvaus:

- Standardi sähköinen rajapinta autonomisille kaivoslaitteille, joka mahdollistaa laitteen liikkeiden rajoittamisen tai pysäyttämisen.

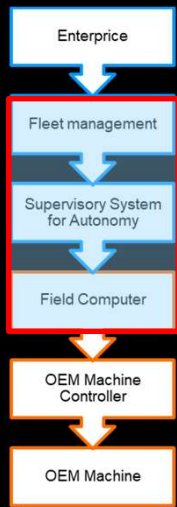
Tilanne

- PWI, edistyy hitaasti, tavoite hakee vielä muotoaan...

"implementation of a single common stop function for autonomous machines, that can be provided by all manufacturers for all types of mobile autonomous mining machine, and that can be used by workers in the AOZ (Autonomous Operating Zone) to remotely stop autonomous machines."

ISO TC 127 SC2

ISO 17757:2019 AUTONOMOUS AND SEMI-AUTONOMOUS MACHINE SYSTEM SAFETY

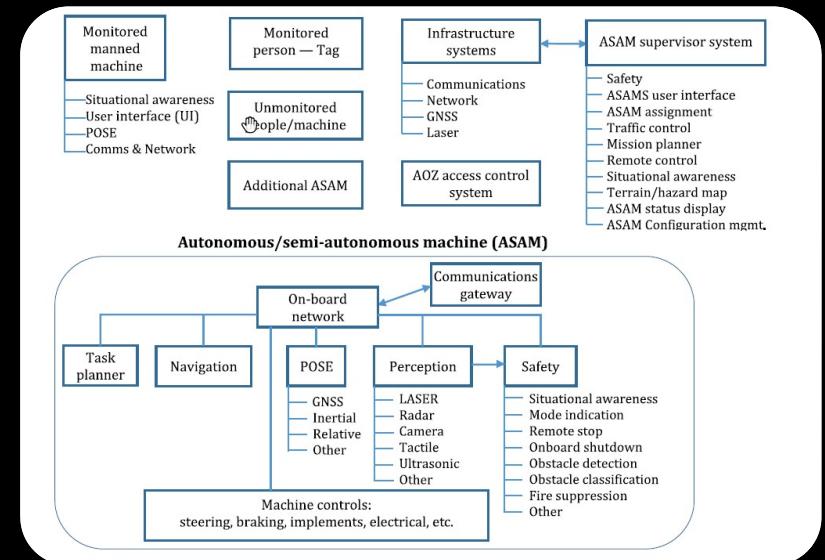


Kuvaus

- Turvavaatimukset autonomisille kaivoslaitteille ja niihin liittyville järjestestelmille

Tilanne

- 2. versio julkaistu 2019
 - Lisäyksiä: EMC, Cyber security, more detailed requirement for braking and steering...
- Otettu käyttöön melko laajalti kaivostoimijoiden piirissä.



ISO TC 127 SC2

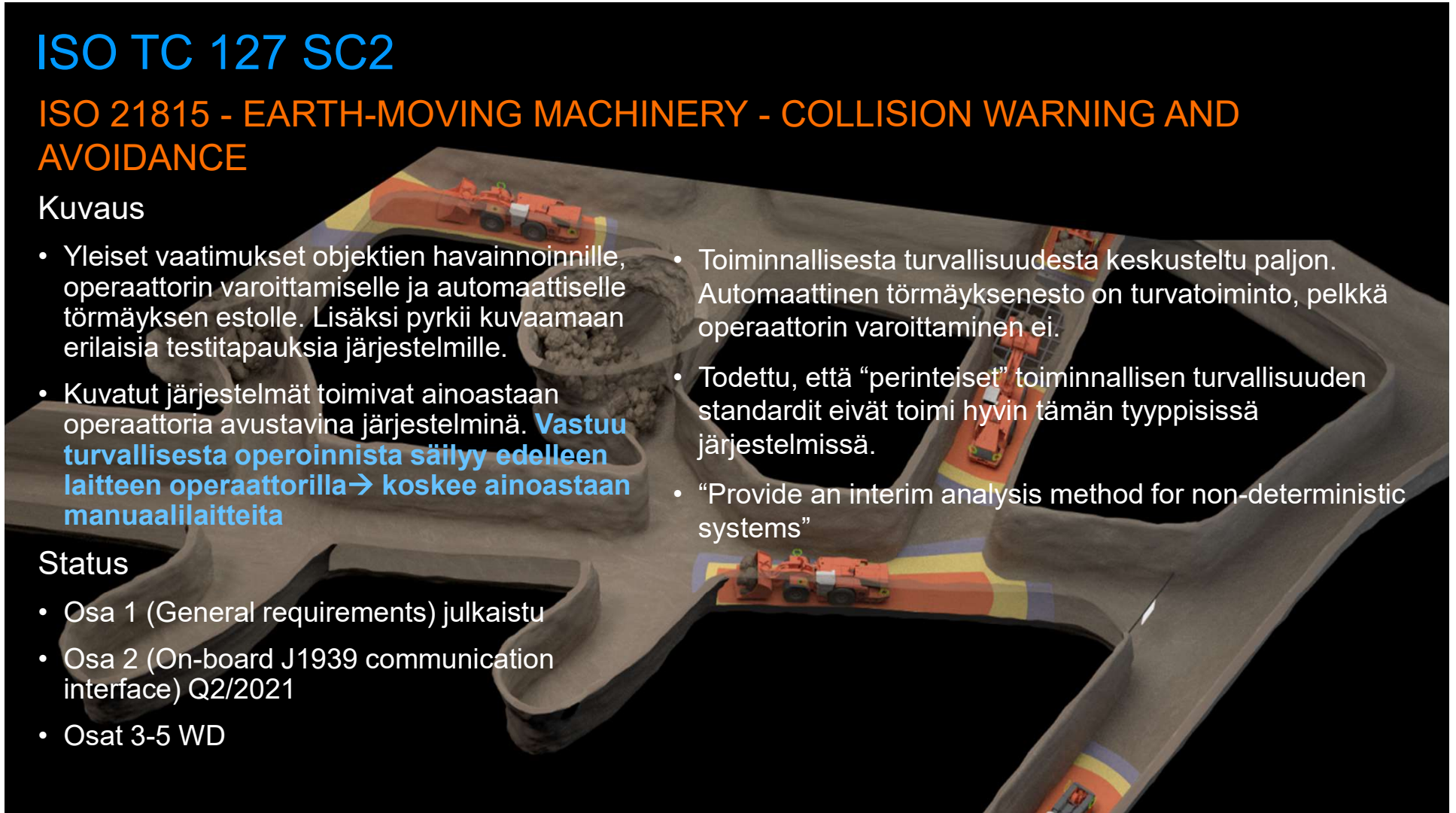
ISO 21815 - EARTH-MOVING MACHINERY - COLLISION WARNING AND AVOIDANCE

Kuvaus

- Yleiset vaatimukset objektien havainnoinnille, operaattorin varoittamiselle ja automaattiselle törmäyksen estolle. Lisäksi pyrkii kuvaamaan erilaisia testitapauksia järjestelmille.
- Kuvatut järjestelmät toimivat ainoastaan operaattoria avustavina järjestelminä. **Vastuu turvallisesta operoinnista säilyy edelleen laitteen operaattorilla → koskee ainoastaan manuaalilaitteita**
- Toiminnallisesta turvallisuudesta keskusteltu paljon. Automaattinen törmäyksenesto on turvatoiminto, pelkkä operaattorin varoittaminen ei.
- Todettu, että “perinteiset” toiminnallisen turvallisuuden standardit eivät toimi hyvin tämän tyyppisissä järjestelmissä.
- “Provide an interim analysis method for non-deterministic systems”

Status

- Osa 1 (General requirements) julkaistu
- Osa 2 (On-board J1939 communication interface) Q2/2021
- Osat 3-5 WD



TOIMINNALLINEN TURVALLISUUS

TÄRKEIMPIÄ STANDARDEJA

Toiminnallinen turvallisuus- standardit	IEC 61508	(Functional safety of electrical/ electronic/programmable electronic safety-related systems)
	ISO 13849	(Safety of machinery-Safety-related parts of control systems)
	IEC 62061	Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
	ISO 19014	(Earth-moving machinery — Functional safety)
	ISO 26262	Road vehicles — Functional safety
	ISO/PAS 21448	(Road Vehicles-Safety of Intended functionality)
	ISO/IEC TR 5469:202x	Artificial intelligence — Functional safety and AI systems



KIITOS!