



Automaation kyberturvallisuus

- 3- Automaatiojärjestelmä

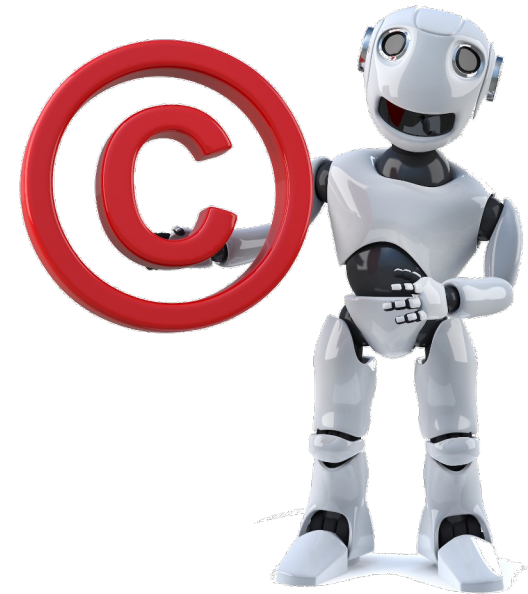
Kyy hanke

Mikko Korpela, Tampereen Ammattikorkeakoulu

Ville Haapakangas, Tampereen Ammattikorkeakoulu

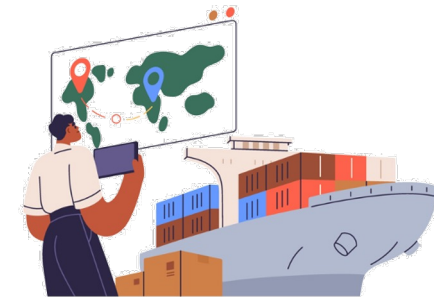
Materiaalin oikeudet

- Materiaali on tehty osana OKM hanketta: *Kyberturvallisuuden opintokokonaisuudet (Kyy)*
- Copyright © *Tampereen Ammattikorkeakoulu; Mikko Korpela, Ville Haapakangas 2025*
- Käytetyt lisenssit :
 - Adobe Stock, Education License, Käytössä TUNI:n kautta
 - MS Powerpoint, Office 365, Käytössä TUNI:n kautta
- Käyttöehto:
 - Materiaalin käyttö sallittu vain opetuskäyttöön
 - Alkuperä mainittava



Digitaalinen maailma

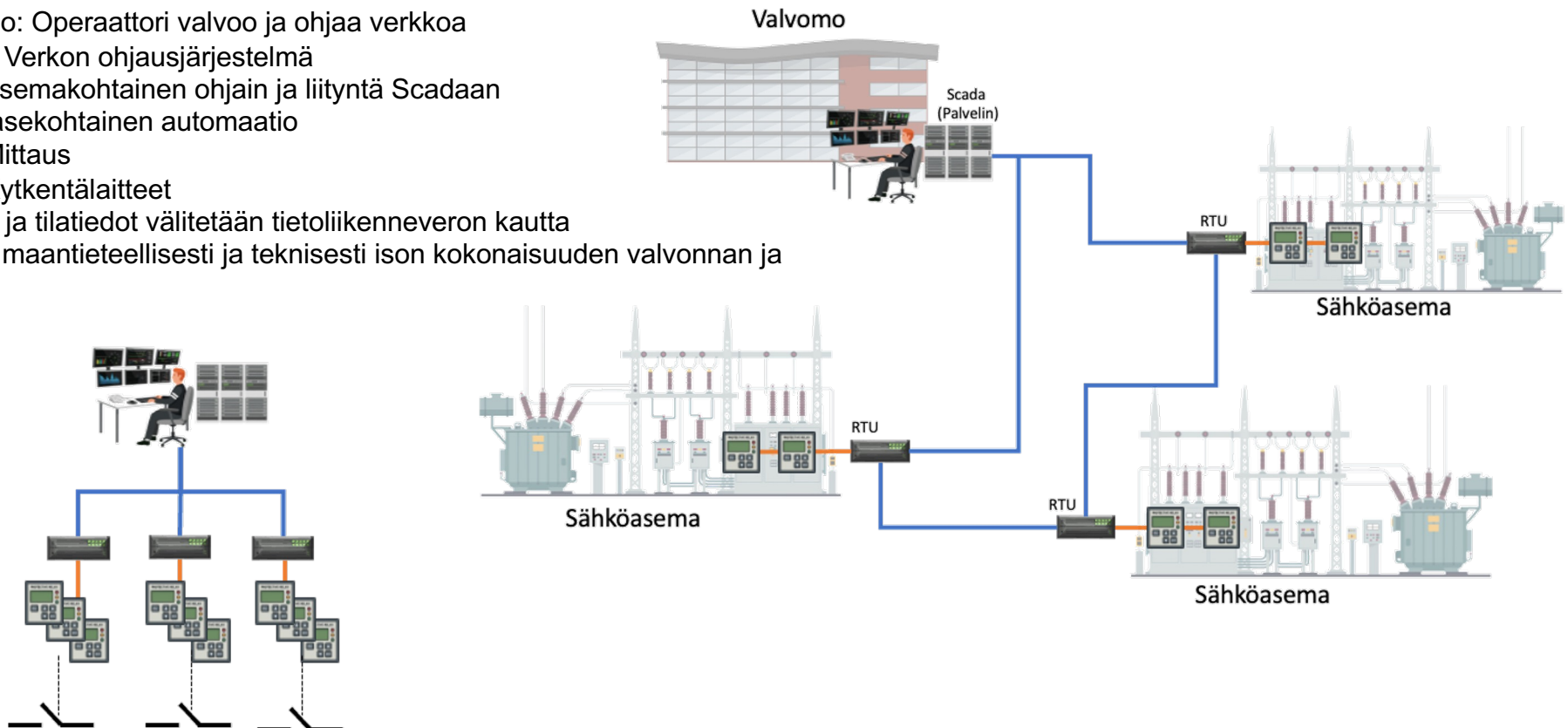
- Digitaalisella maailmalla tarkoitetaan tietokoneiden ja tietoliikenteen luomaa globaalia ”maailmaa”, joka on osa meidän fyysistä maailmaa. (Atomien ja bittien hybridimaailma)
- Digitalisaatio on välttämätön osa nykyistä tietoyhteiskuntaa. Digitaaliset järjestelmät helpottavat, tehostavat ja osin mahdollistavat jokapäiväistä arkea.
 - Esimerkiksi
 - Joukkoliikenteen reaaliaikainen seuranta ja reitti suunnittelu
 - Teollisuuden tuotannon seuranta / tuotteen jäljitettävyys
- Monet yhteiskunnan välttämättömät toiminnot toimivat digitaalisten järjestelmien ohjaamina
 - Esimerkiksi:
 - Rahaliikenne on globaalia ja lähes täysin digitaalista
 - Sähköntuotannon ja –jakelun ohjaus toimii digitaalisesti
 - Logistiikka. Materiaalivirtojen ja toimitusketjujen hallinta on digitaalista
 - Terveystiedot. Omakanta ja sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmät



Digitaalinen maailma

Digitaliset järjestelmät ovat työkaluja, jotka auttavat erilaisten prosessien ohjauksessa ja valvonnassa
Esimerkki: Sähköverkon ohjaus

- Digitaalisuus luo alustan
 - Valvomo: Operaattori valvoo ja ohjaa verkkoa
 - Scada: Verkon ohjausjärjestelmä
 - RTU: Asemakohtainen ohjain ja liityntä Scadaan
 - Sähköasekohtainen automaatio
 - Mittaus
 - Kytkenälaitteet
 - Ohjaus ja tilatiedot välitetään tietoliikenneveron kautta
- Mahdollistaa maantieteellisesti ja teknisesti ison kokonaisuuden valvonnan ja hallinnan



Digitaalinen maailma

Digitaalinen työkalu voidaan korvata

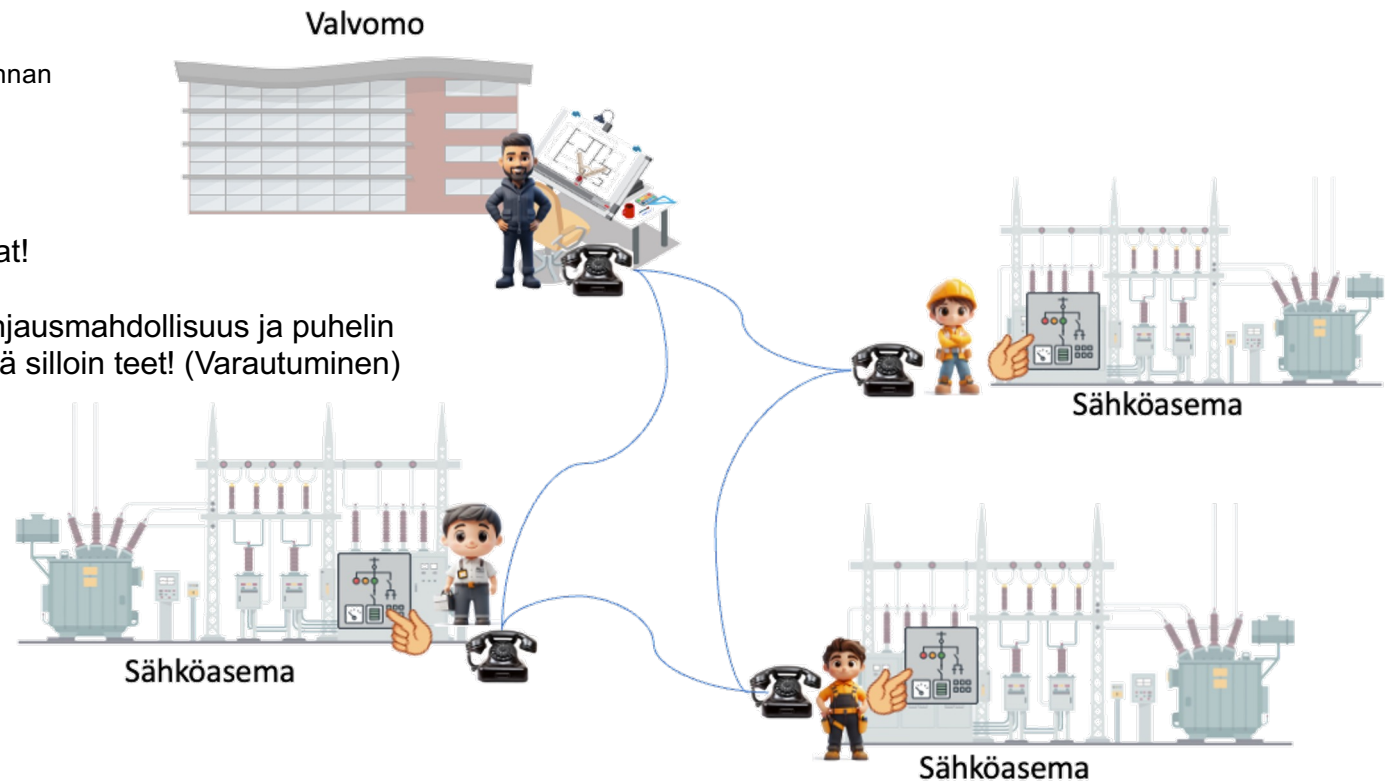
Esimerkki: Sähköverkon ohjaus

- Miten sähköverkkoa ohjattiin ennen?
 - Valvomo ohjaa ja valvoo verkkoa
 - Asemakohtainen ohjauksen ja valvonnan työntekijän toimesta
 - Tietoliikenne puhelimen välillä

Prosessi pysyi samana, työkalut vaihtuivat!

Edelleen sähköasemilla on paikallinen ohjausmahdollisuus ja puhelin

- Koske tekniikka peittää aina, Mieti mitä silloin teet! (Varautuminen)



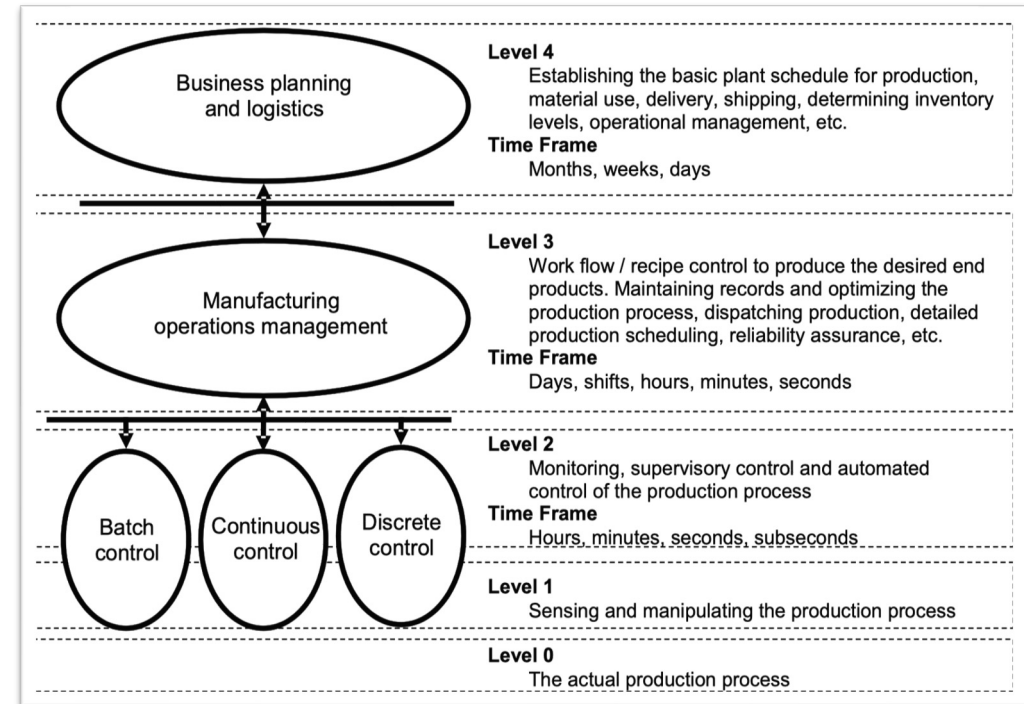
Automaatiojärjestelmä

- Automaatiojärjestelmä jaetaan standardin IEC 62264 mukaan tasoihin
 - Malli pitää sisällään kaikki yrityksen toiminnot

- Taso 4: Toiminnanohjaus (ERP)
Esim: SAP
- Taso 3: Tuotannonohjaus (MES)
Esim: LeanwareMES
- Taso 2: Prosessin ohjaus / hallinta (SCADA / DMS)
Esim: MicroSCADA X
- Taso 1: Kenttäinstrumentointi (Anturit / Toimilaitteet / PLC)
Esim: Sick, ABB, Siemens
- Taso 0: Prosessi

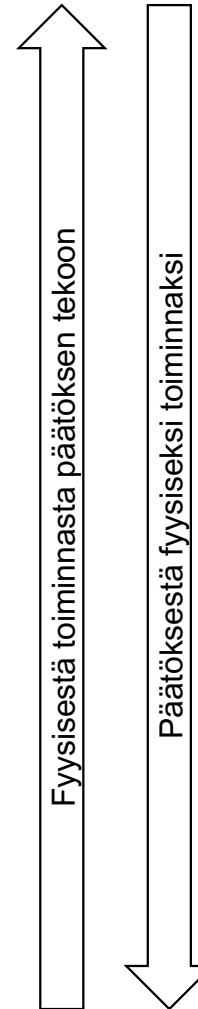
IT järjestelmä

OT järjestelmä



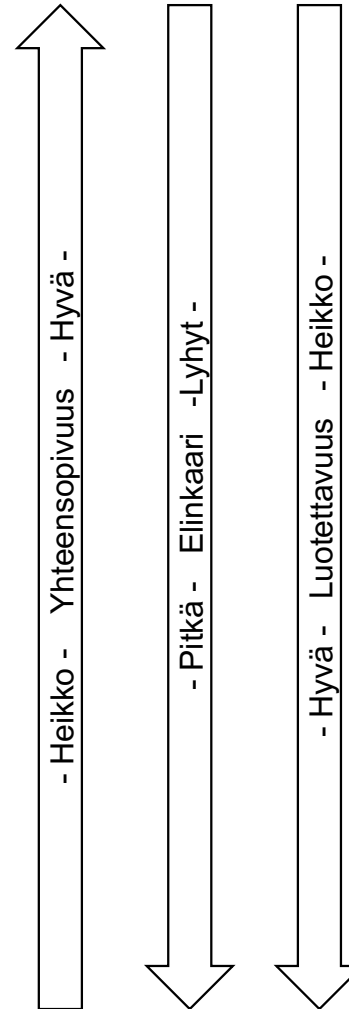
Automaatiojärjestelmä

- Tieto tasojen välillä
 - Tiedonperusteella tehdään päätöksiä, jonka perusteella muutetaan toimintaa
 - Aika päätöksestä tai tapahtumasta fyysiseen prosessiin muutokseen on erilainen eri tasoilla
- Taso 4: Toiminnanohjaus
(Aikaikkuna: kuukausia ... vuosia)
- Taso 3: Tuotannonohjaus
(Aikaikkuna: minuutteja ... päiviä)
- Taso 2: Prosessin ohjaus / hallinta
(Aikaikkuna: alle sekunteja... tunteihin)
- Taso 1: Kenttäinstrumentointi
(Aikaikkuna: < ms ... s)
- Taso 0: Prosessi
 - Fyysinen prosessi



Automaatiojärjestelmä

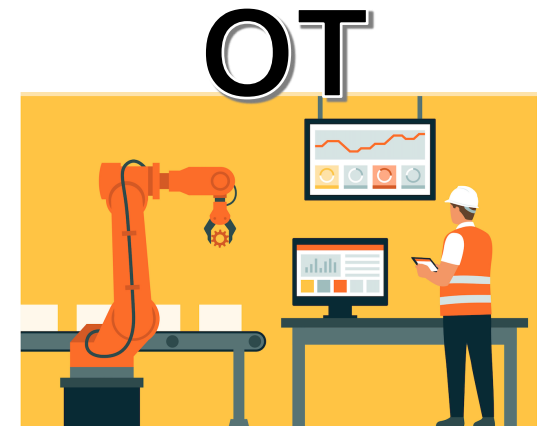
- Laitteiden ominaisuudet ovat erilaisia eri tasoilla
 - Lähempänä prosessia laitteilta vaaditaan parempaa luotettavuutta.
→Vika näkyy nopeammin fyysisessä prosessissa
 - Laitteiden elinkaari pitenee, kun ollaan lähempänä fyysistä prosessia
- Taso 4: Toiminnanohjaus
Esim: Toimintotietokone. Elinikä 3 – 5 vuotta
- Taso 3: Tuotannonohjaus
- Taso 2: Prosessin ohjaus / hallinta
- Taso 1: Kenttäinstrumentointi
Esim: PLC. Elinikä 20 – 30 vuotta
- Taso 0: Prosessi
 - Fyysinen prosessi



Kuvat: AdobeStock (Muokattu)

Automaation Kyber-ympäristö

- Molemmat järjestelmät käsittelevät ja siirtävät tietoa
 - Järjestelmät koostuvat
 - Fyysisistä laitteista ja verkoista
 - Ohjelmistoista ja palvelimista
 - Tiedosta, joka järjestelmässä käsitellään
- IT järjestelmä
 - Tarkoitus on tukea organisaatiota toteuttamaan sen toiminnalle oleellisia prosesseja.
 - Esim: yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä
 - IT järjestelmät on yleisesti rakennettu suorituskyky näkökulmasta
 - Prosesseilla ei ole kriittisiä aikarajoja, vaan ne suoritetaan mahdollisimman nopeasti. ”Nopeasti riittää”
- OT järjestelmä
 - Tarkoitus on ohjata fyysistä tuotantoympäristöä sille annettujen ohjeiden mukaan. Yleisesti puhutaan automaatioympäristöstä
 - Esim: Sähköjakeluverkon ohjaus
 - OT järjestelmät ovat ns. reaaliaikajärjestelmiä
 - Prosessilla on kriittinen aikaraja, jossa sen pitää tapahtua. (Ennustettavasti)
 - Jos ohjattavuus ja havaittavuus menetetään, pitää aloittaa turvatoimet



Lähde: https://www.intel.com/content/www/us/en/learn/what-is-a-real-time-system.html#articleparagraph_71471
Jari Seppälä TUNI jari.seppala@tuni.fi

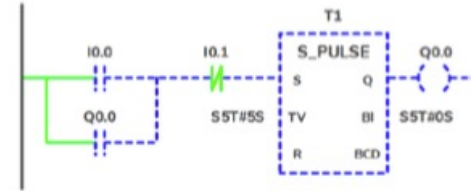
Kuvat: AdobeStock

Automaation Kyber-ympäristö

Laitteet

• OT: Tarkoitettu teollisuuteen

- hyvä luotettavuus (24/7, 20+ vuotta)
- Olosuhdekestoisuus (Lämpötila, värinä...)
- Sijoitettu laitekaappeihin tuotantolilaan
- Optimoitu suorittamaan tarkkaan rajattua tehtävää
- syklisesti (Reaaliaikainen)



• IT: Tarkoitettu "toimistoon"

- Hyvä suorituskyky
- Suunniteltu toiminto- ja laitetila ympäristöön
- Sijoitettu toimisto tai laitetiloihin
- Suunniteltu suorittamaan monipuolisesti sovelluksia ja tehtäviä
- Palvelut toimii yleensä tapahtumapohjaisesti



```
public delegate void Notify(); // delegate

public class ProcessBusinessLogic
{
    public event Notify ProcessCompleted; // event

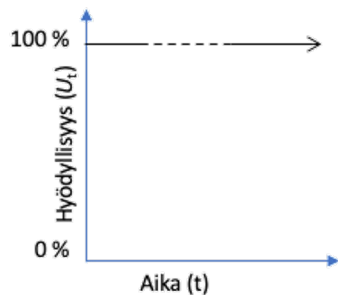
    public void StartProcess()
    {
        Console.WriteLine("Process Started!");
        // some code here..
        OnProcessCompleted();
        .....
    }
}
```

Kuvat: cisco.com
apple.com
Jari Seppälä TUNI (jari.seppala@tuni.fi)

Automaation Kyber-ympäristö

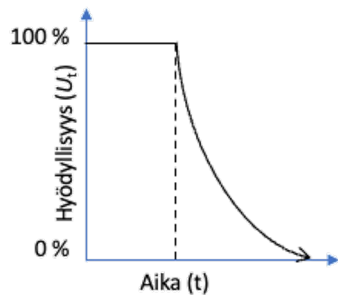
• Automaation reaaliaikaisuus

- Automaatiossa reaaliaikaisuudella tarkoitetaan tiedon hyödyllisyyttä ajan funktiona ($U(t)$)
 - Tarkasteltava aika voi olla pitkä < 1 h. Oleellista, että tieto tulee ennustettavasti (syklisesti)
- OT järjestelmät vaativat kovan tai isokronisen (syklisen) reaaliaikaisuuden
 - Tämä johtuu ohjauksen ennustettavuusvaatimuksesta. Esim: säätöäpiiriä on vaikea tehdä, jos anturitieto on tule oikea-aikaisesti
- Reaaliaikaisuus on OT järjestelmien erikoisominaisuus
 - Jos se menetetään, on vaara, että prosessi pysähtyy tai toimii väärin
- Nopeus korostuu nopeissa prosesseissa, joissa sykli aika on lyhyt, mutta nopeus ei korvaa ennustettavuusvaatimusta
 - Esim: Liikkeen ohjaus



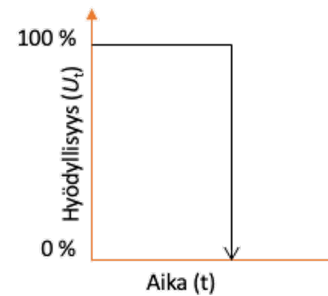
“Best Effort” reaaliaikaisuus
“Best Effort real-time”

- Tieto on aina hyödyllinen.



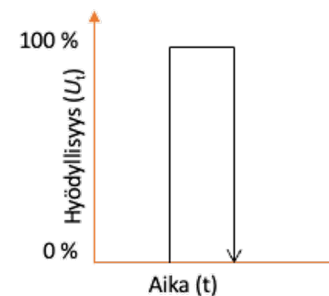
Pehmeä reaaliaikaisuus
“Soft real-time”

- Tiedon hyödyllisyys alkaa laskea tietyn ajanhetken jälkeen



Kova reaaliaikaisuus
“Hard real-time”

- Tieto on hyödyllistä vain tiettyyn aikarajaan saakka



Isokroninen reaaliaikaisuus
“Isochronous real-time”

- Tieto on hyödyllistä vain tietyn aikaikkunan sisällä

Lähde:

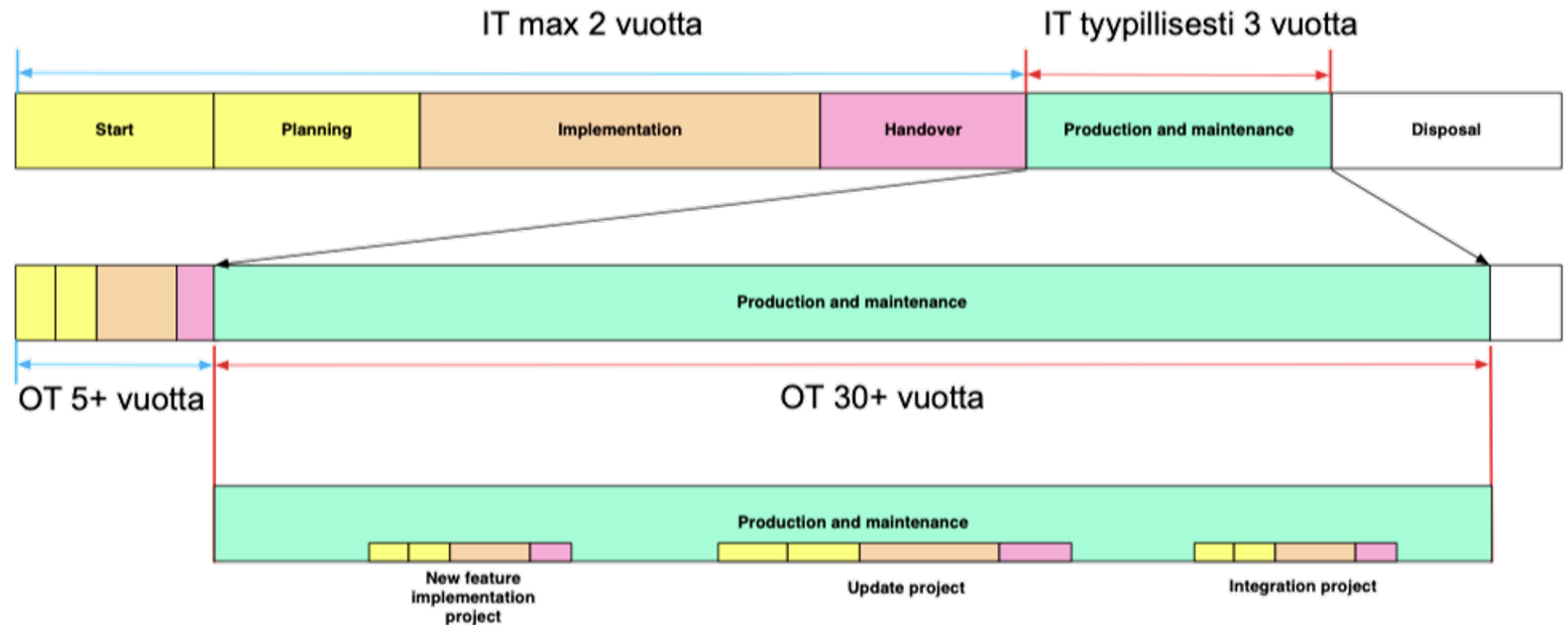
[//www.intel.com/content/www/us/en/learn/what-is-a-real-time-system.html#articleparagraph_714712785](http://www.intel.com/content/www/us/en/learn/what-is-a-real-time-system.html#articleparagraph_714712785)
Jari Seppälä, TUNI (jari.seppala@tuni.fi)

Muuttuva ympäristö

Automaatiojärjestelmien elinkaari on pitkä

- Tuotantoympäristön normaali elinkaari on tyypillisesti yli 30 vuotta
- Prosessin suunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto on pitkä verrattuna IT ympäristöön
- Laitteet on käytössä tyypillisesti yli 20 vuotta
- Tuotantoympäristöä päivitetään suunnitellusti pala kerrallaan.

Eli. Nyt tuotannossa oleva ympäristö on voitu suunnitella 1990 –luvulla ja siinä on käytössä 2 000 -luvun laitteita

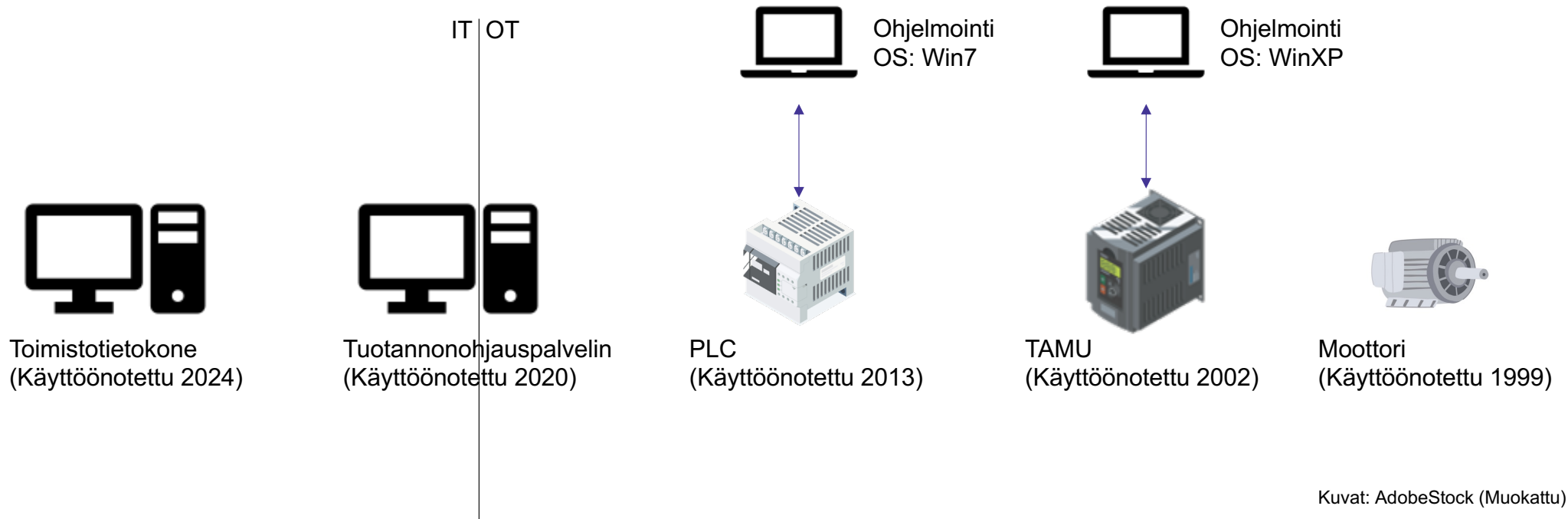


Muuttuva ympäristö

Automaatiojärjestelmien elinkaari on pitkä

- Pitkä elinkaari tarkoittaa, että...
 - Kaikkeen ei voi varautua, uusia vaatimuksia tulee jatkuvasti
 - Aina ei ole päivityksiä, haavoittuvuuksien kanssa pitää elää
 - Aina ei voi käyttää uusinta työkalua, WinXP:tä ei voi vain vaihtaa Win11 ympäristöön

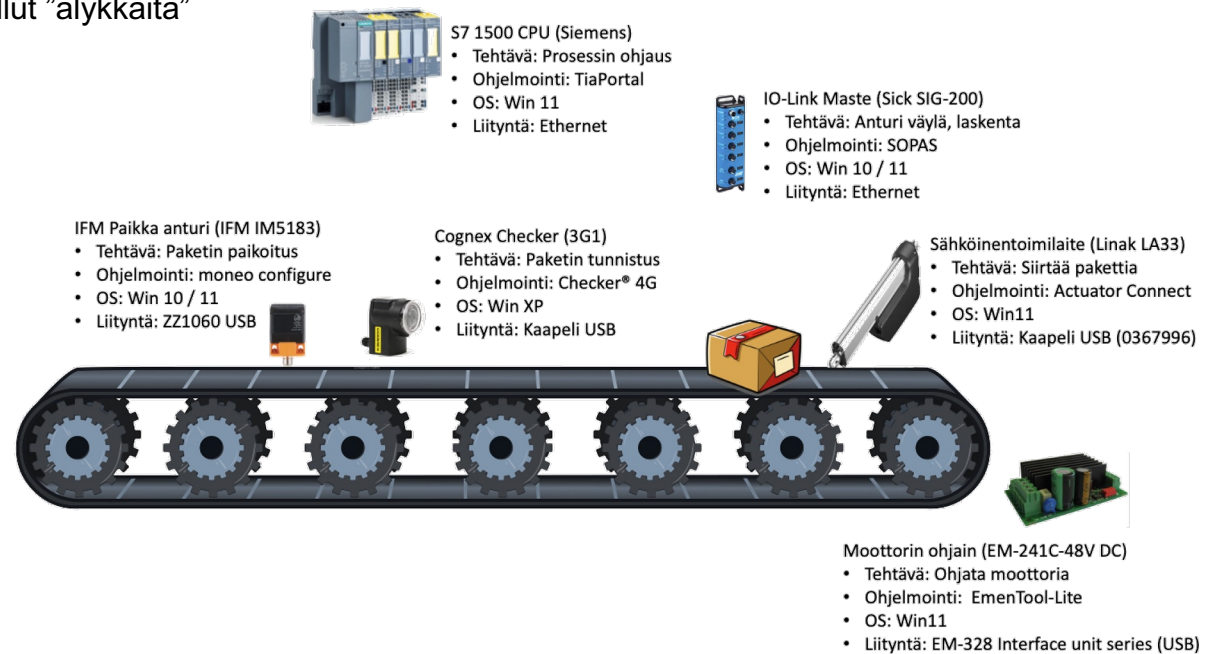
Mitä lähempänä ollaan ydinprosessia, sitä pidempi on laitteiden ja ohjelmistojen elinkaari



Muuttuva ympäristö

Automaation ylläpito vaatii erilaisia työkaluja

- Laitekohtainen ”älykkyys” mahdollistaa paremman diagnostiikan
 - Uusi ei ole aina paras, laitteet pitää määrittää tarpeen mukaan!
- Laitekehityksen myötä toimilaitteista ja antureista on tullut ”älykkäitä”
 - Ylläpidettävien ohjelmien määrä kasvaa
 - Kokonaisuus koostuu monesta palasesta
 - Monimutkaisuus kasvaa
- Aina ei ole mahdollista käyttää uusinta työkalua
 - Myös vanhoja käyttöjärjestelmiä tarvitaan



Tuntemattoman ympäristön ylläpito on MAHDOTONTA

- Saat päättää opetteletko ympäristön
 - Rauhassa ennen kuin jotain hajoaa
 - Kiireessä, kun jotain hajosi