

Kattilalaitosten riskinarviointimenetelmät



Sami Matinaho
Chief Engineer, Automation
Neste Corporation

Matti Raninen
Leading expert, automation control and safety systems
Kiwa Oy

Kattilalaitosten riskinarviointimenetelmät

Sami Matinaho
Chief Engineer, Automation

Toiminnallinen turvallisuus
TÜV Functional Safety Professional IEC 61508/11
sami.matinaho@neste.com
050 458 1264

Neste Corporation
5800 ammattilaista, 65 kansallisuutta, 17 maata



Matti Raninen
Leading expert, automation control and safety systems

Kokemusta teollisuuden
automaatiosuunnittelutehtävistä yli 30 vuotta
TÜV Functional Safety Professional IEC 61508
EOQ/ SLY Risk Manager
IRCA QMS ISO 9001 Lead Auditor, Bureau Veritas
Sähköpätevyys S2
matti.raninen@kiwa.com
041 543 8980

Kiwa Group toimii yli 40 maassa, henkilöstöä yli 10 000.

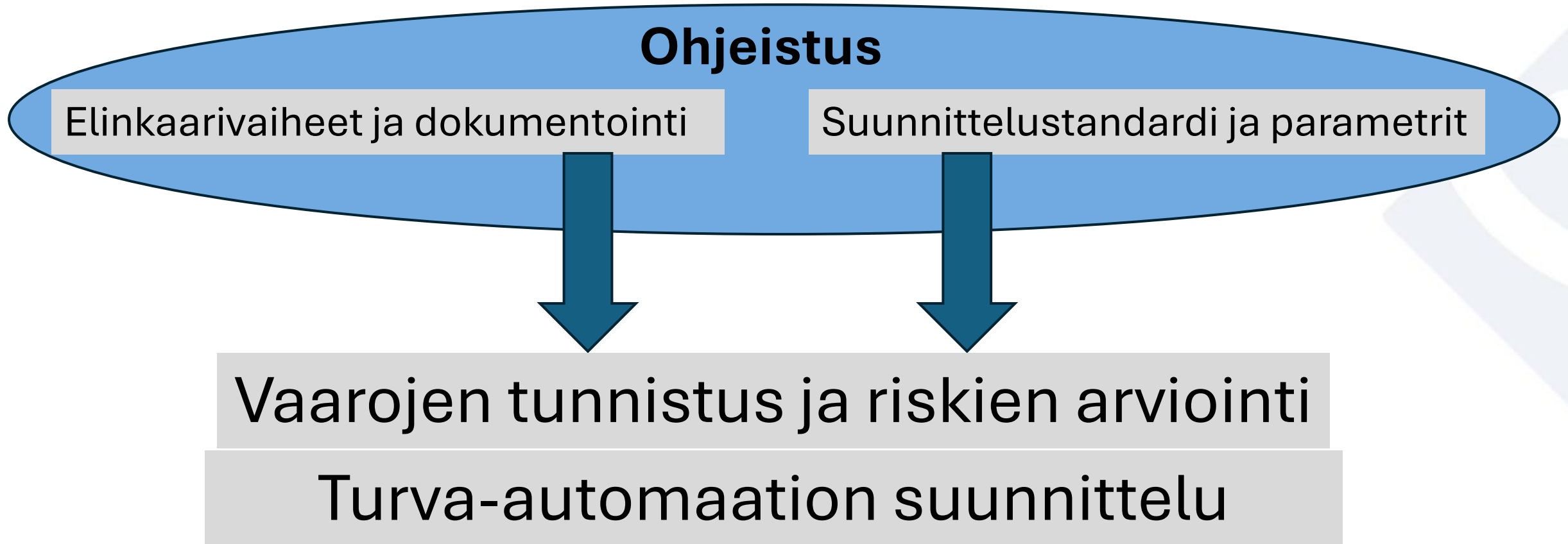


[Testing](#)
[Inspection](#)
[Certification](#)
[Training](#)
[Consultancy](#)



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Prosessiturvallisuuden hallintamenetelmät



Kattilalaitoksen vaaran arvioinnin perusteet

Perustuu Painelaitelaki 1144/2016 65 §

- Rekisteröitävä **höyrykattila**, jonka **teho on yli 6 megawattia**;
- Rekisteröitävä **kuumavesikattila**, jonka **teho on yli 15 megawattia**; tai
- joka sijoitetaan maan alle.

Kattilalaitoksen vaaran arvioinnista on käytävä ilmi eri **vaaratilanteet ja olosuhteet**

- **käyttöön liittyvinä**;
- **käyttötekniikasta aiheutuvat**;
- **laitteiden vikaantumisista ja vaurioista**;
- **muista syistä**.

Vaaratilanteisiin on varauduttava ja selvitettävä vähintään:

- **Varautuminen vaaratilanteiden ehkäisemiseen**;
- **Selvitys toimenpiteistä**;
- **Selvitys suojausjärjestelmistä**;
- **Järjestelmien vaadittavat toiminnot ja luotettavuus**.

Tarkastuslaitoksen on tarkastettava vaaran arviointi.



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Vaarojen tunnistus
Hazop/ Hazid (POA)



Riskien todennäköisyyden ja suuruuden arviointi
Riskimatriisi



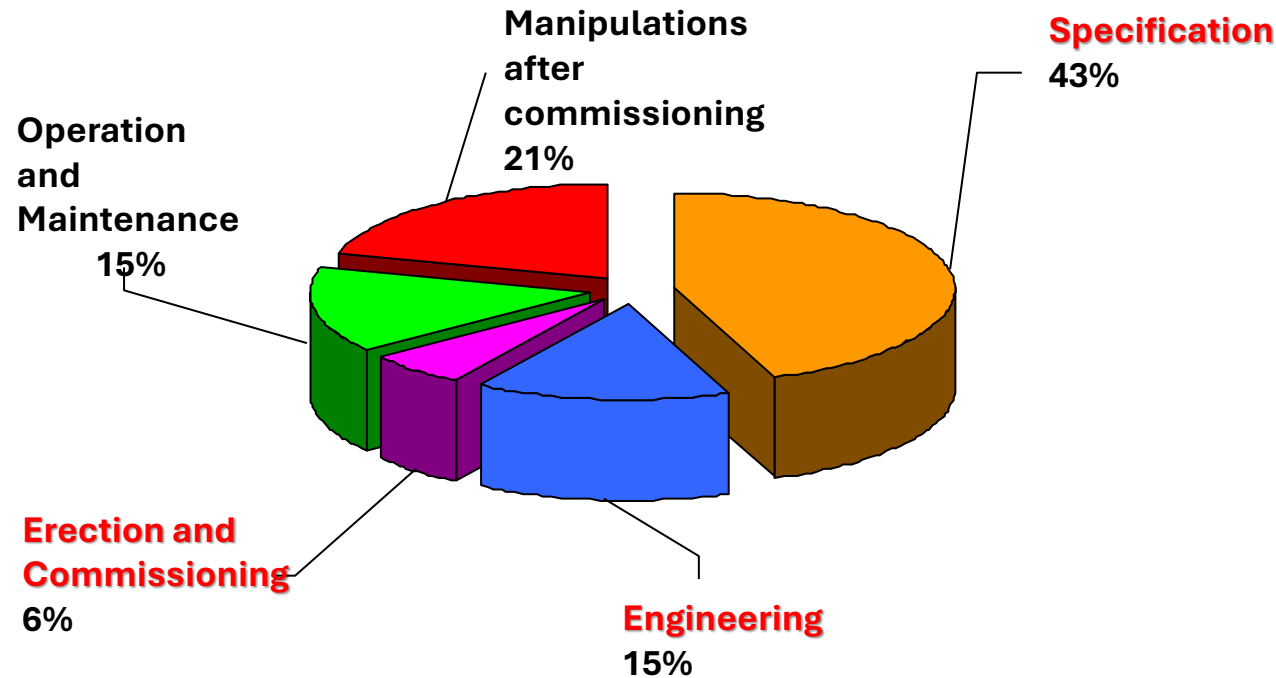
Riskien todennäköisyyden ja/tai seurausten suuruuden
pientäminen tai rajoittaminen
Suojauskerrosanalyysi LOPA
Riskigraph



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Automaatiosuunnittelun elinkaaren aikana esiintyvät virheet



Note : Based on 34 investigated incidents in the UK Health and Safety Executive (GB): Out of Control. Why control systems go wrong and how to prevent failure? 1995 (2nd edition 2003, source: © Health & Safety Executive HSE – UK)

1. Systematic Faults
2. Random Hardware Failure
3. Common Cause Failure

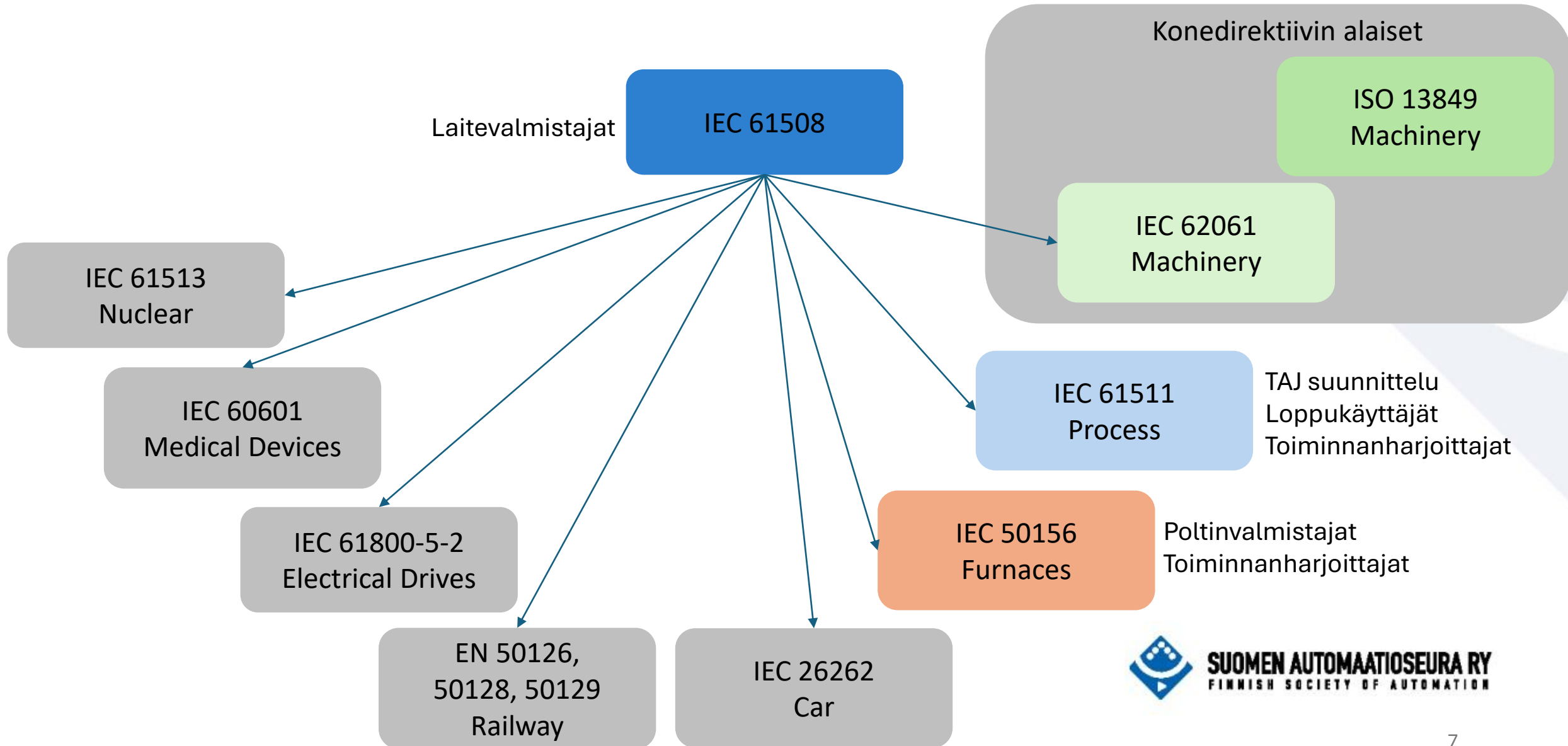
Riskien arviointi

- Analyysille varattu aika liian lyhyt (1 pv, 2 pv)
 - Tarkkuus tai laajuus kärsii
- Liikaa henkilöitä/ liian vähän asiantuntijoita
- Valmistautuminen puutteellista, ei tietoa
- ”Ei voi sattua meillä”
- ”Hazop on tehty sen aikaisen parhaan tietämyksen mukaan, eikä sitä ole tarvetta muuttaa”



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Turva-automaation suunnittelustandardit



Turva-automaation PEDin alaiset suunnittelustandardit



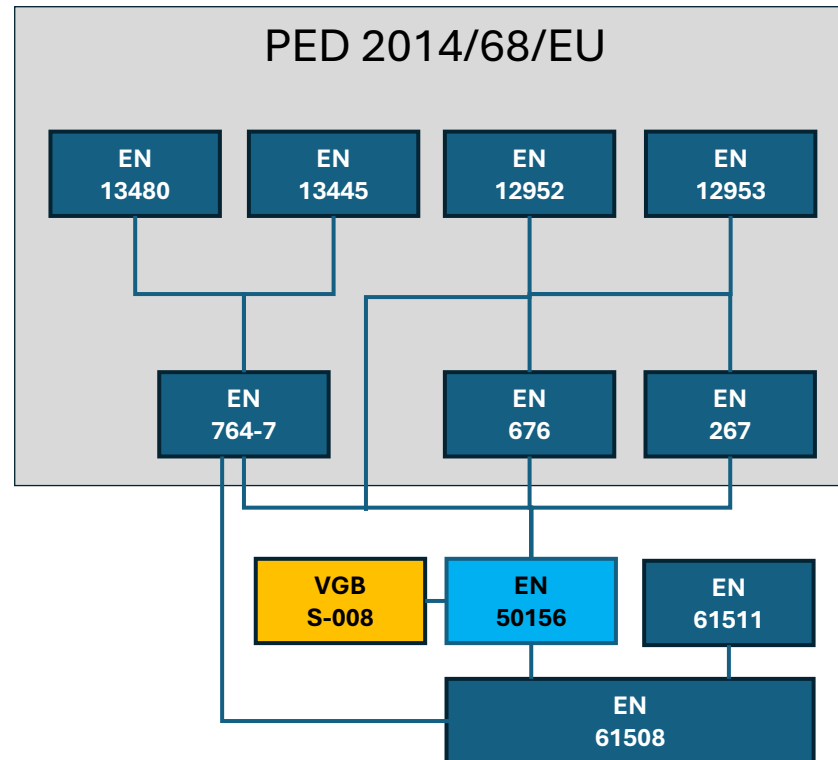
VGB-Standard

Recommendations for managing functional safety in steam boiler plants and systems of the water/steam cycle
(Second revised edition)

VGB-S-008-00-2020-11-EN



Kuva: vgb-s-008-00-2020-11-en_ebook-su -kansi



Kuva pohjautuu VGB vgb-s-008-00-2020-11-en_ebook-su figure 1

EN 13480 Metallic industrial piping.
EN 13445 Lämmittämättömät painesäiliö
EN 12952 Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot
EN 12953 Tulitorvikattilat
EN 764-7 Painelaitteet. Osa 7: Lämmittämättömien painelaitteiden turvajärjestelmät
EN 676 Forced draught burners for gaseous fuels
EN 267 Forced draught burners for liquid fuels
EN 50156 Electrical equipment for furnaces and ancillary equipment
EN 61508 Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus
EN 61511 Toiminnallinen turvallisuus. Turva-automaatiojärjestelmät prosessiteollisuussektorille

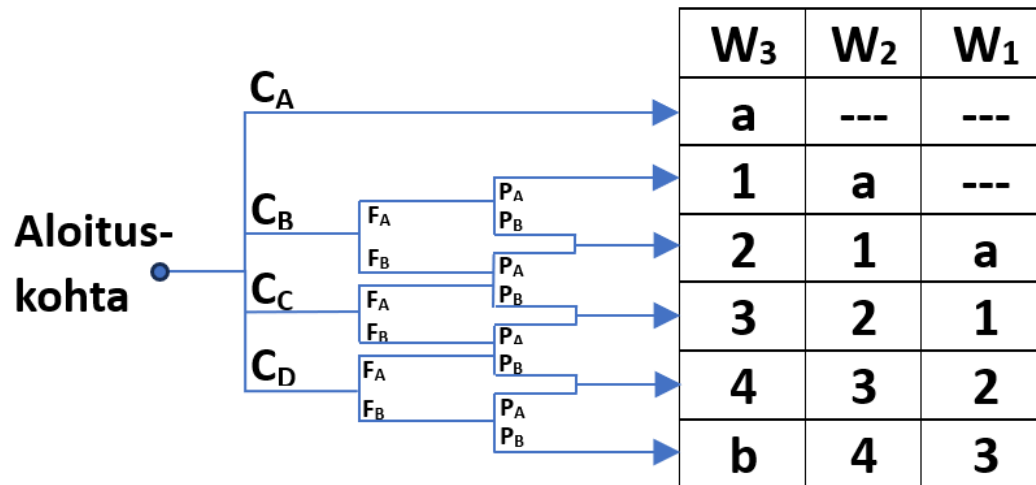


SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riskien todennäköisyyden ja suuruuden arviointi

- Riskigraph vs LOPA



Ominaisuuudet

- Melko yksinkertainen käyttää
- Hyvin tunnettu menetelmä
- Soveltuu hyvin yksinkertaisiin prosesseihin, joissa ei ole lukuisia suojauskerroksia

C Seurausparametrit voivat olla mm.

- Henkilövahingot
- Ympäristövahingot
- Omaisuusvahingot
- Keskeytysvahingot

F Oleskelumuuttuja

P Vaaran välttämistodennäköisyysparametri

W Vaaran esiintymistodennäköisyys

**Hieman erillaisia muunnoksia
esim. EN 50156-1 standardissa.**

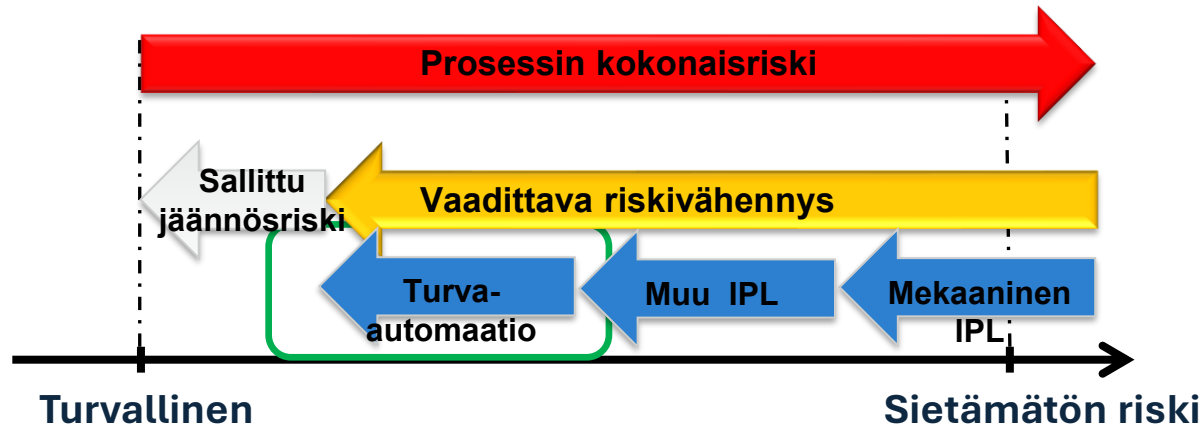


SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riskien todennäköisyyden ja suuruuden arviointi

- Riskigraph vs LOPA



Ominaisuudet

- Vaatii hyvää LOPA menetelmätuntemusta
- LOPA –analyysin säännöt liittyvät turva-automaation, jolloin TAJ:n suunnittelusäännöt on tunnettava
- Soveltuu hyvin kemian prosesseihin, joissa on lukuisia suojauskerroksia

Appendix A. LOPA Summary Sheets for the Continuing Examples

193

TABLE A.1
Summary Sheet for Continuing Example 1a: Risk Matrix Consequence Categorization Method
(Method 1 of Chapter 3)

Scenario Number 1a	Equipment Number	Scenario Title: Hexane Surge Tank Overflow. Spill not contained by the dike	
Date:	Description	Probability	Frequency (per year)
Consequence Description/Category	Release of hexane (1,000–10,000 lb) outside the dike due to tank overflow and failure of dike Severity Category 4		
Risk Tolerance Criteria (Category or Frequency)	Action required		$>1 \times 10^{-3}$
	Tolerable		$<1 \times 10^{-5}$
Initiating Event (typically a frequency)	Loop failure of BPCS LIC. (PFD from Table 5.1)		1×10^{-4}
Enabling Event or Condition		—	
Conditional Modifiers (if applicable)	Probability of ignition	N/A	
	Probability of personnel in affected area	N/A	
	Probability of fatal injury	N/A	
	Others	N/A	
Frequency of Unmitigated Consequence			1×10^{-4}
Independent Protection Layers	Dike (existing) (PFD from Table 6.3)	1×10^{-2}	
	SIF (to be added – see Actions)	1×10^{-2}	
Safeguards(non-IPLs)	Human action not an IPL as it depends upon BPCS generated alarms. Cannot be used as BPCS failure is initiating event (Approach A)		
Total PFD for all IPLs		1×10^{-4}	
Frequency of Mitigated Consequence			1×10^{-8}
Risk Tolerance Criteria Met? (Yes/No): Yes, with added SIF.			
Actions Required to Meet Risk Tolerance Criteria	Add SIF with PFD of 1×10^{-2} . Responsible Group/Person: Plant Technical/ J. Doe June 2002 Maintain dike as an IPL. (Inspection, maintenance, etc.)		
Notes	Add action items to action tracking database.		
References (links to originating hazard review, PFD, P&ID, etc.):			
LOPA analyst (and team members, if applicable):			

Kuva:

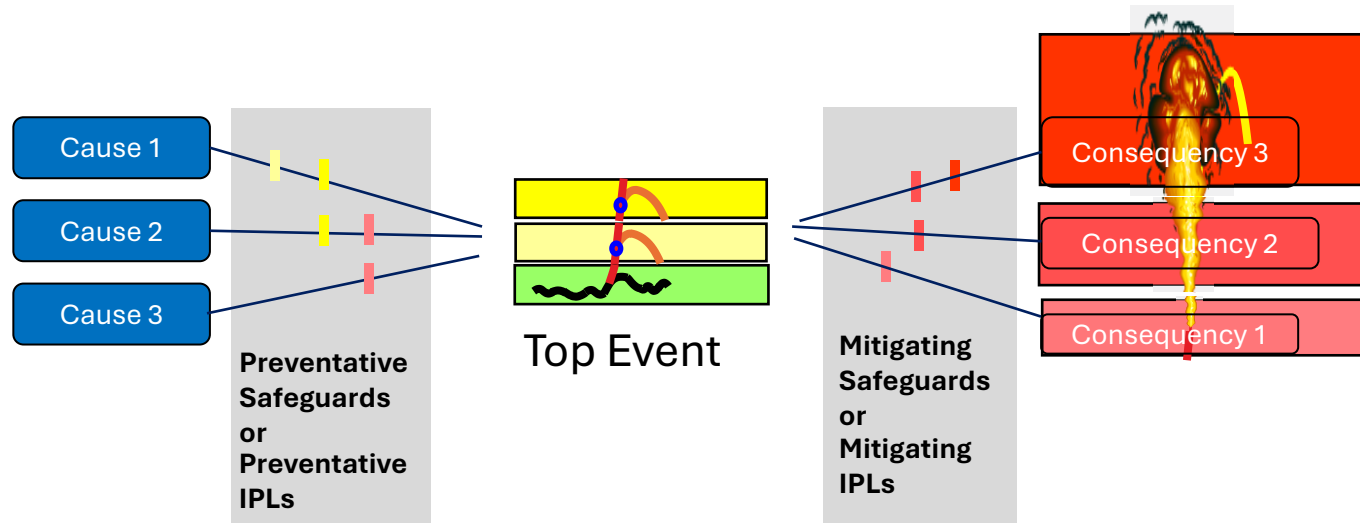
Layer of Protection Analysis: Simplified Process Risk Assessment
by Center for Chemical Process Safety



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Suojauskerrosanalyysit LOPA vs Bow tie



Ominaisuuudet

- Visuaalisesti havainnollinen
- Nopea ja helppo ymmärtää
- Vaatii hyvää prosessiymmärrystä

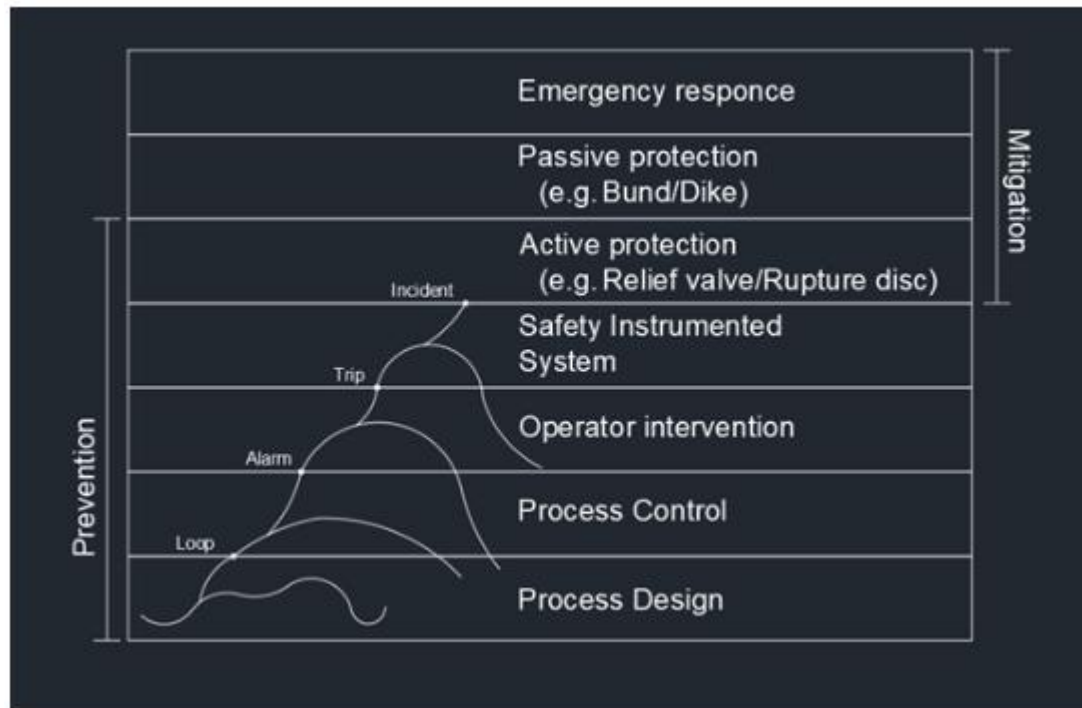


SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riskien todennäköisyyden ja/tai seurausten suuruuden pienentäminen tai rajoittaminen

- Suojauskerrosmenetelmien haasteet



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>

James Reasonin kehittämä reikäinen
”Sveitsin juusto” –malli



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros
Independend Protection Layer (IPL)

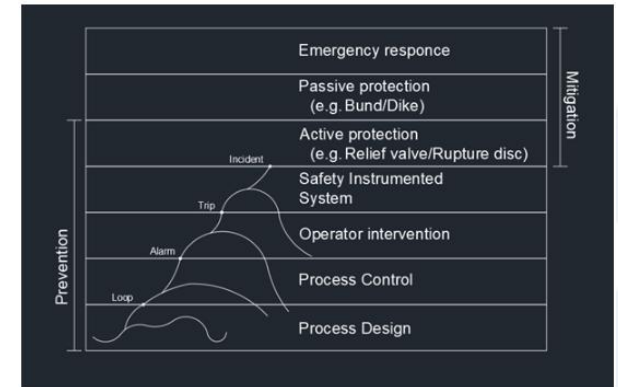
- **Skenaariota voidaan eliminoidaan tai rajoittaa luontaisesti turvallisemman suunnittelun ansiosta.**

Esimerkkejä:

- Suunnittelu ja mitoitukset tehdään harmonisoidun standardin mukaan

Haaste

- Käytössä olevien laitosten osalta suunnittelustandardien mukaista suunnittelua on vaikea ja työlästä todentaa



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros
Independend Protection Layer (IPL)

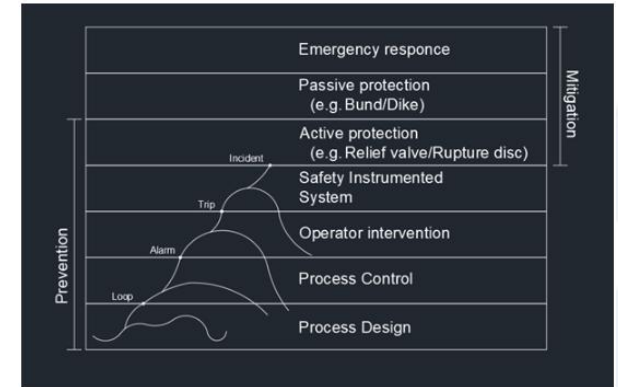
➤ Perusprosessinohjausjärjestelmä (BPCS)

Esimerkki

- BPCS:n toiminta voidaan hyvittää suojauskerroksena (IPL), jos se täyttää asianmukaiset IPL –kriteerit (mm. määräaikaistestaus)

Haaste

- BPCS:n vikaantuminen voi olla riskiskenaarion juurisyy, miten varmistetaan BPCS:n IPL:n toimivuus.
- Jaetut kenttälaitteet tai järjestelmät toisten suojauskerrosten (SIS) kanssa -> riippumattomuusvaateet eivät täyty.



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>



**All IPLs are Safeguards but
not all Safeguards are IPLs**



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros
Independend Protection Layer (IPL)

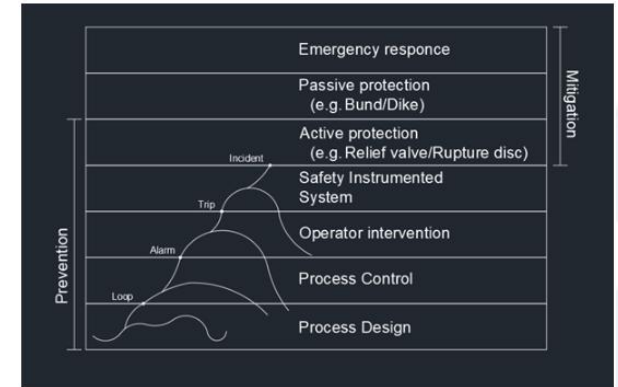
➤ Kriittiset hälytykset ja ihmisen toimet

Esimerkki

- Käyttäjän toiminta, joka käynnistyy hälytyksistä tai havainnoista, voidaan hyvittää IPL:ksi.
- Tulee täyttää asianmukaiset IPL –kriteerit (mm. määräaikaistestaus)

Haaste

- Toimenpiteen tehokkuuden varmistamiseksi on täytettävä **useita kriteerejä.**
- **Haavoittuvuutena on ihmisen toiminta ja reagointi**



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros
Independend Protection Layer (IPL)

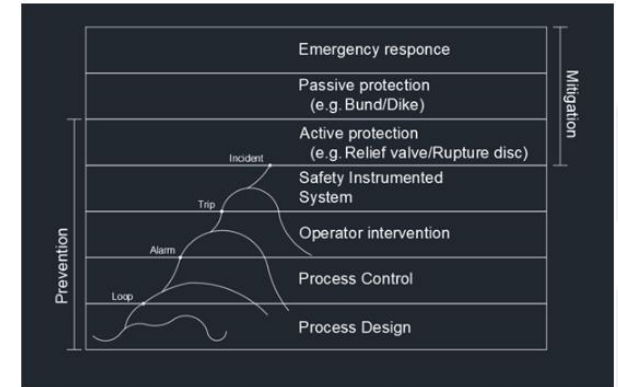
➤ Turva-automaatiojärjestelmä (SIS)

Esimerkki

- SIS on yhdistelmä antureita, CPU-yksiköitä ja toimilaitteita, joille on määritetty turvallisuuden eheystaso (SIL) riskien arvioinnin pohjalta

Haaste

- Turva-automaation tulee olla toiminnallisesti riippumaton BPCS:stä (jaetut kenttälaitteet).



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros
Independend Protection Layer (IPL)

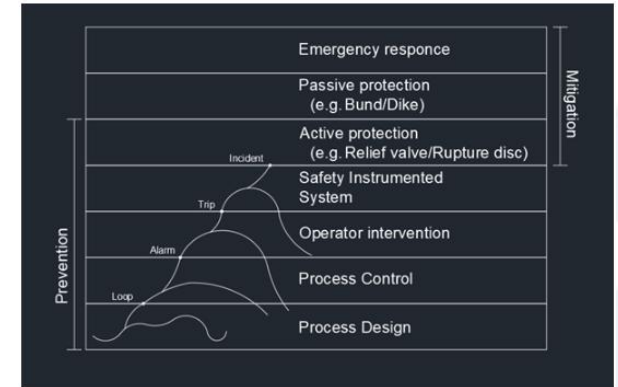
➤ Aktiivinen suojaus (ylipaineventtiilit, murtokalvot jne.)

Esimerkki

- Laitteet ovat asianmukaisesti mitoitettuina, suunniteltuina ja huollettuina suojauskerroksia (IPL).

Haaste

- Laitteen suojauskerroksen riskien vähentämiskertoimen (RRF) määrittäminen toiminnanharjoittajan toimesta
 - Luotetaan fasilitaattorin kokemukseen



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros
Independend Protection Layer (IPL)

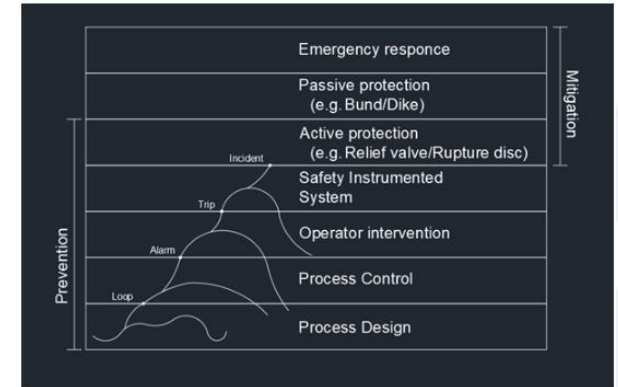
➤ Passiivinen suojaus (mm. padot, heikennetty nurkka)

Esimerkki

- Laitteet ovat asianmukaisesti mitoitettuina, suunniteltuina ja huollettuina suojauskerroksia (IPL).
- Niiden vikaantumisaste on alhainen

Haaste

- Laitteen suojauskerroksen riskien vähentämiskertoimen (RRF) määrittäminen toiminnanharjoittajan toimesta
 - Luotetaan fasilitaattorin kokemukseen



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros
Independend Protection Layer (IPL)

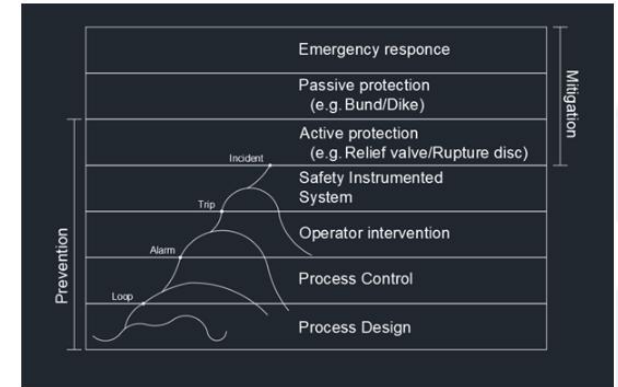
➤ Laitoksen hätätilanteisiin reagointi/ palokunta

Esimerkki

- Näitä ominaisuuksia (palokunta, laitoksen evakuointi jne.) ei yleensä pidetä IPL:inä.

Haaste

- Liian monta muuttujaa (esim. viiveet) vaikuttavat niiden kokonaistehokkuuteen skenaarion lieventämisessä.
- Eivät tyypillisesti tarjoa suojaa laitoksen henkilöstölle.



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>

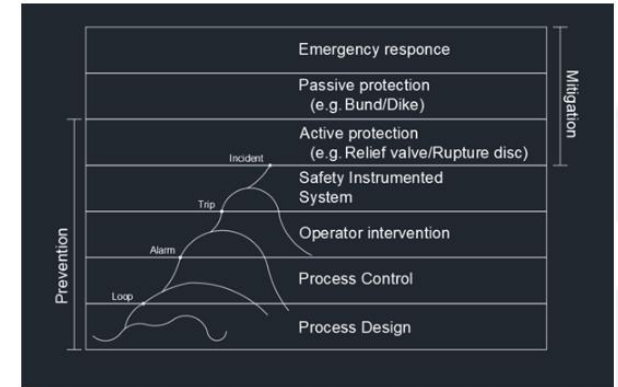


SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros Independent Protection Layer (IPL)

- **Spesifisyys (Specificity):** IPL pystyy **havaitsemaan ja estämään** tai **lieventämään** määritellyn, mahdollisesti vaarallisen tapahtuman seurauksia.
- **Riippumattomuus (Independence):** IPL on **riippumaton kaikista muista suojauskerroksista tai juurisyystä**, jotka liittyvät tunnistettuun, mahdollisesti vaaralliseen tapahtumaan.
- **Luotettavuus (Dependability):** IPL:n tarjoama suojaus vähentää tunnistettua riskiä **tunnetulla ja määritellyllä määrällä**.
- **Auditoitava (Auditability):** IPL on suunniteltu mahdollistamaan suojaustoiminnon **säännöllinen ja määräaikainen tarkastus/ testaus**.



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>



Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros Independent Protection Layer (IPL)

Lisäksi

➤ **Luvattoman muutoksen suojaus**

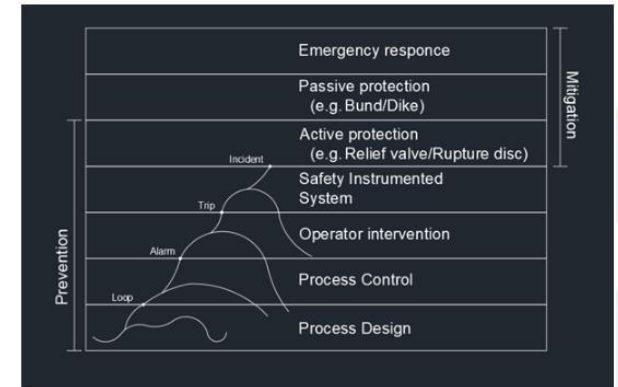
Suojaus on suojattu fyysisillä tai hallinnollisilla toimenpiteillä, jotka estävät luvattomat muutokset kokoonpanoon, jotka voivat tehdä suojauksesta tehottoman. Ohjelmiston salasanat tai fyysiset turvalaitteet ovat esimerkkejä toimenpiteistä, joilla voidaan estää luvaton muuttaminen.

➤ **Muutosten hallinta (MoC)**

Suojaus on osa muutoshallintaa (Management of Change) sen varmistamiseksi, että kaikki järjestelmämuutokset hyväksytetään ja dokumentoidaan täysin. Ehdotetut muutokset on tarkistettava kaikkien soveltuvien organisaatiotasojen (esim. toiminta, suunnittelu, johto jne.) kanssa sen varmistamiseksi, että muutokset ymmärretään hyvin ja että niiden mahdolliset vaikutukset ehdotettuun IPL:ään dokumentoidaan.

➤ **Eheys (Integrity), harvojen vaateiden toimintatapa**

Suojatoimenpiteet on suunniteltava ja sitä on ylläpidettävä vähentämään riskiä tunnetulla riskitasolla. Jokaisen turva-automaatio IPL:n on kyettävä täyttämään harvojen vaateiden vaatimukset.



Kuva <https://tukes.fi/kattilalaitoksen-vaaran-arviointi>



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros Independent Protection Layer (IPL)

Jos riskien arvioinnissa käytetään kriittisiä hälytyksiä riskien pienentämiseen (RRF 10), ko. hälytys pitää käsitellä turvallisuuskriittisenä hälytyksenä, mikä tarkoittaa, että siihen kohdistuu lisävaatimuksia:

- Kriittisen hälytyksen pitää olla **riippumaton tapahtuman alkusyystä**;
- Kriittisen hälytyksen pitää olla **riippumaton muista suojauskerroksista**;
- Kriittinen hälytys ja siihen liittyvät operaattorin toimenpiteet edustavat suojauskerroksena ihmisen varassa olevia **toimenpiteitä, jotka ovat viimeisenä prioriteettihierarkiassa**, eli kaikki muut riskinvähennyskeinot pitää olla ensin käytetty;
- Kriittisellä hälytyksellä tulee olla **korkeampi hälytysprioriteetti** BPCS:ssä (esim. korkea tai kriittinen) ja erottuva hälytysnimi, josta vaaratilanne ja tarvittavat toimenpiteet ovat ymmärrettävissä;
- Kriittisen hälytys voi olla vain $\leq$ RFF 10, $>$ RFF 10 arvot ei ole tyypillisesti sallittuja;
- Kriittiset hälytykset (RFF 10) ovat muutoshallinnan alaisia, operaattori ei voi muuttaa hälytysrajaa;
- **Määräaikaistestaus** kenttälaitteen, hälytysrajan ja hälytyksen osalta;



Vaarojen tunnistus ja riskien suuruuden arviointi

Riippumaton suojauskerros Independent Protection Layer (IPL)

Kriittiseen hälytykseen liittyy olennaisesti operaattorin toimenpiteet

- Operaattorin toimintaan käytettävissä olevaa aikaa pitää tarkastella myös realistisesti ja kriittisesti:
 - Vaara on havaittavissa valvomosta ja estettävissä manuaalisesti ajoissa
 - **on aikaa (20..40 min) ja keinot ohjata prosessi manuaalisesti turvalliseen tilaan**
 - on olemassa poistumistie ja turvalliseen poistumiseen on aikaa
 - Käytettävissä oleva aika tulee olla vähintään 20 min.
 - Pidemmän matkan päässä olevat kohteet min. 40 min. ilman kulkuneuvon käyttämistä.
- **Valvomo tulee olla miehitettynä koko ajan;**
- **Selkeä toimintaohje operaattoreille** (esim. ohje on avattavissa suoraan DCS:stä ko. hälytyksen kohdalta). Lisäksi kriittiset hälytykset tulee olla listattu omana erillisenä kappaleenaan toiminnankuvauksissa;
- Operaattorin toiminta hälytyksen **tullessa on koulutettava ja koulutus on varmistaminen määräväliajoin;**
- **Operaattori ei voi muuttaa estää tai vaimentaa kriittistä hälytystä;**
- Voimassa oleva **kriittinen hälytys tulee toistua**, kunnes se on poistunut.



ALARP — Määritelmä



"**ALARP**" on kirjainlyhenne sanasta "as low as reasonably practicable" eli "niin matala kuin kohtuullisin ponnistuksin käytännöllistä"

ALARP:iin sisältyy riskin punnitseminen seurauksia vasten, ja riskin pienentämiseksi tarvittavat resurssit kuten aika ja raha.

ALARP ei ole suoraviivaista kustannus-hyöty optimointia, vaan pikemminkin tavoite/tahtotila tehdä kaikki voitava, paitsi jos tämä vaatii suhteettoman suuria panostuksia.

Nesteellä ALARP on kiinteä osa HAZOP/LOPA-analyysiä.

ALARP — HAZOP/LOPA riskimatriisi

Vakavuus Todennäköisyys/vuosi (Tapahtumataajuus)	Kategoria 0 Erittäin lievä	Kategoria 1 Lievä	Kategoria 2 Vakava	Kategoria 3 Erittäin vakava	Kategoria 4 Katastrofaalinen
100 % (tapahtuu vuosittain, 1/1 a)	xx €	xx €			
10 % (tapahtuu 1/10 a)		xx €	xx €		
1 % (tapahtuu 1/100 a)			xx €	xx €	
0,1 % (... 1/1 000 a)				xx €	xx €
0,01 % (... 1/10 000 a)					xx €
0,001 % (... 1/100 000 a)					

	Siedettävä riski
	ALARP jos RAGAGEP
	Kohonnut tai ALARP jos RAGAGEP
	Ei hyväksyttävä
	Sietämätön
	Sietämätön, välitön seis

Riskimatriisin lisäksi tarvitaan **säännöt**, kuinka seurausvakavuus, alkutapahtuman todennäköisyys ja sovellettavat riskinvähennyskeinot määritellään.

Jos ei ole teknisesti mahdollista vähentää riskiä siedettävälle tasolle, niin ALARP pitää perustella ja osoittaa.

ALARP:ia ei tarvitse osoittaa, jos riski on siedettävä (tumman vihreä).

ALARP voi olla korkeintaan keltainen (kohonnut) riski.

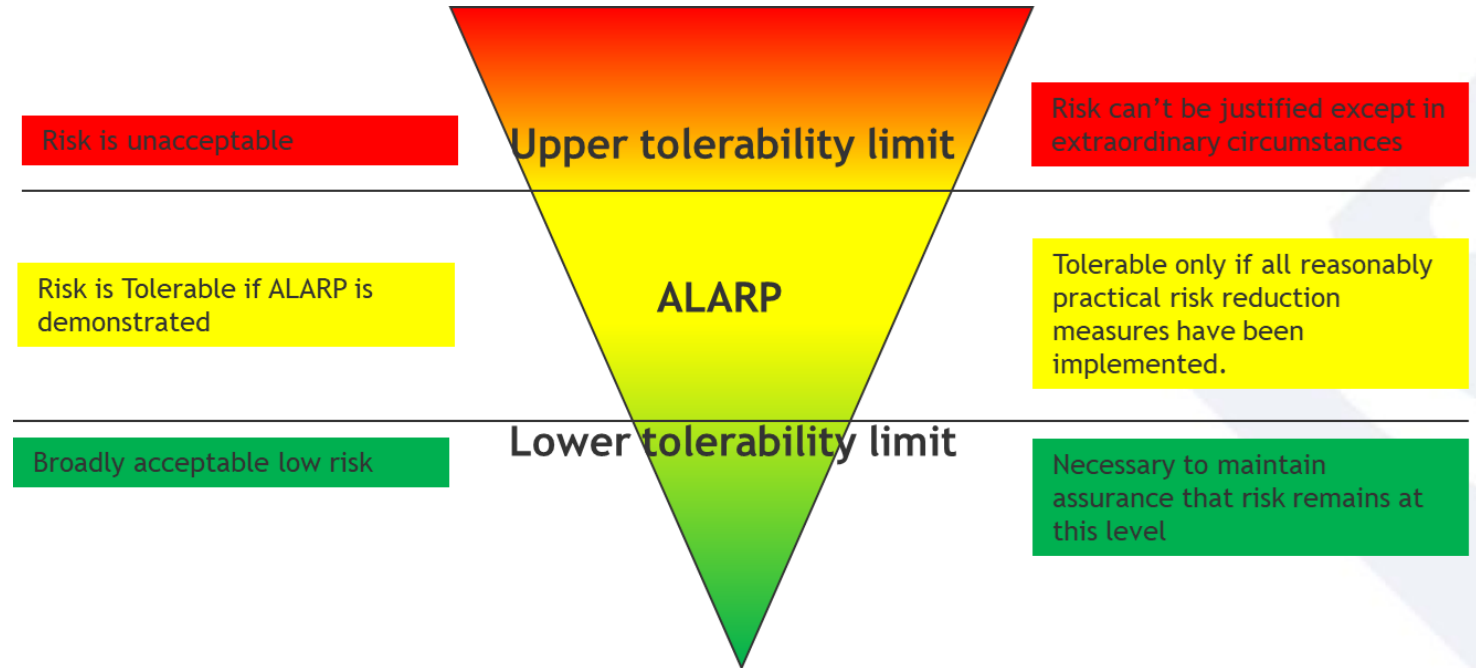
ALARP ja RAGAGEP

Ylemmän ja alemman sietorajan väliin jäävät riskit vaativat **ALARP**-demonstraatioon

=> osoitettava että on käytetty kaikki kohtuullisin ponnistuksin saavutettavat keinot ja on noudatettu **RAGAGEP**-periaatetta (Recognized And Generally Accepted Good Engineering Practices):

- kustannukset
- tekninen soveltuvuus
- mahdolliset uudet riskit?

=> vasta tämän jälkeen riski on ALARP



ALARP — Perustelurajat

Value of Statistical Life, VSL

Ihmishengen menetyksen
kustannukset vaihtelevat paljon eri
maiden ja yritysten välillä =>
tyypillisesti 1–10 miljoonaa euroa,
EU-maiden keskiarvo n. 3,27
miljoonaa euroa (2020)

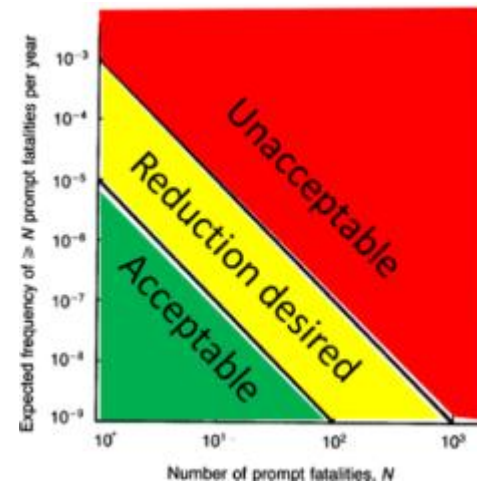
Vakavuus Todennäköisyys/vuosi (Tapahtumataajuus)	Kategoria 0 Erittäin lievä	Kategoria 1 Lievä	Kategoria 2 Vakava	Kategoria 3 Erittäin vakava	Kategoria 4 Katastrofaalinen
100 % (tapahtuu vuosittain, 1/1 a)					
10 % (tapahtuu 1/10 a)					
1 % (tapahtuu 1/100 a)					
0,1 % (... 1/1 000 a)					
0,01 % (... 1/10 000 a)					
0,001 % (... 1/100 000 a)					



ALARP-kustannusraja:

Sallittu maksimikustannus
riskinvähennystoimenpiteelle, jolla
riski vähenee yhdellä dekadilla

(F/N-käyrä, Farmerin käyrä)



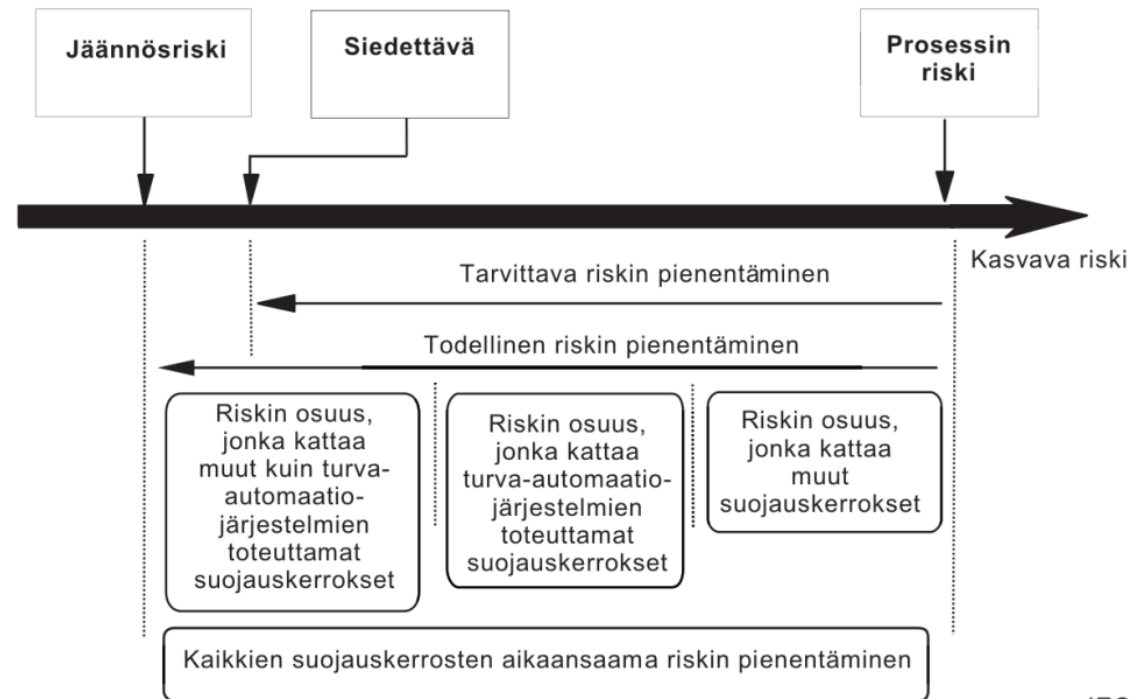
SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

ALARP – Jäännösriski

Jos tietoisesti hyväksytään kohonnut riskitaso, kyseessä **ei** ole ALARP.

Tietoinen päätös jättää riski koholle (eli muu kuin siedettävä tai ALARP)

- pitää dokumentoida, ja
- yrityksen johto kantaa päätöksestä vastuun.



IEC



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

Kattilalaitosten riskinarviointimenetelmät



Sami Matinaho
Chief Engineer, Automation
Neste Corporation

Matti Raninen
Leading expert, automation control and safety systems
Kiwa Oy



SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION