

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)

Kirsi Levä, johtaja

Biokaasualan turvallisuus

Kiertotalouden turvallisuusriskit ja
biokaasualan hyvät käytänteet

tukes

tuke

**Tausta: Tukesin bio- ja
kiertotalouslaitosten
turvallisuusriskejä koskeva
projekti 2017 - 2018**

Turvallisuuden ennakointi kiertotaloudessa

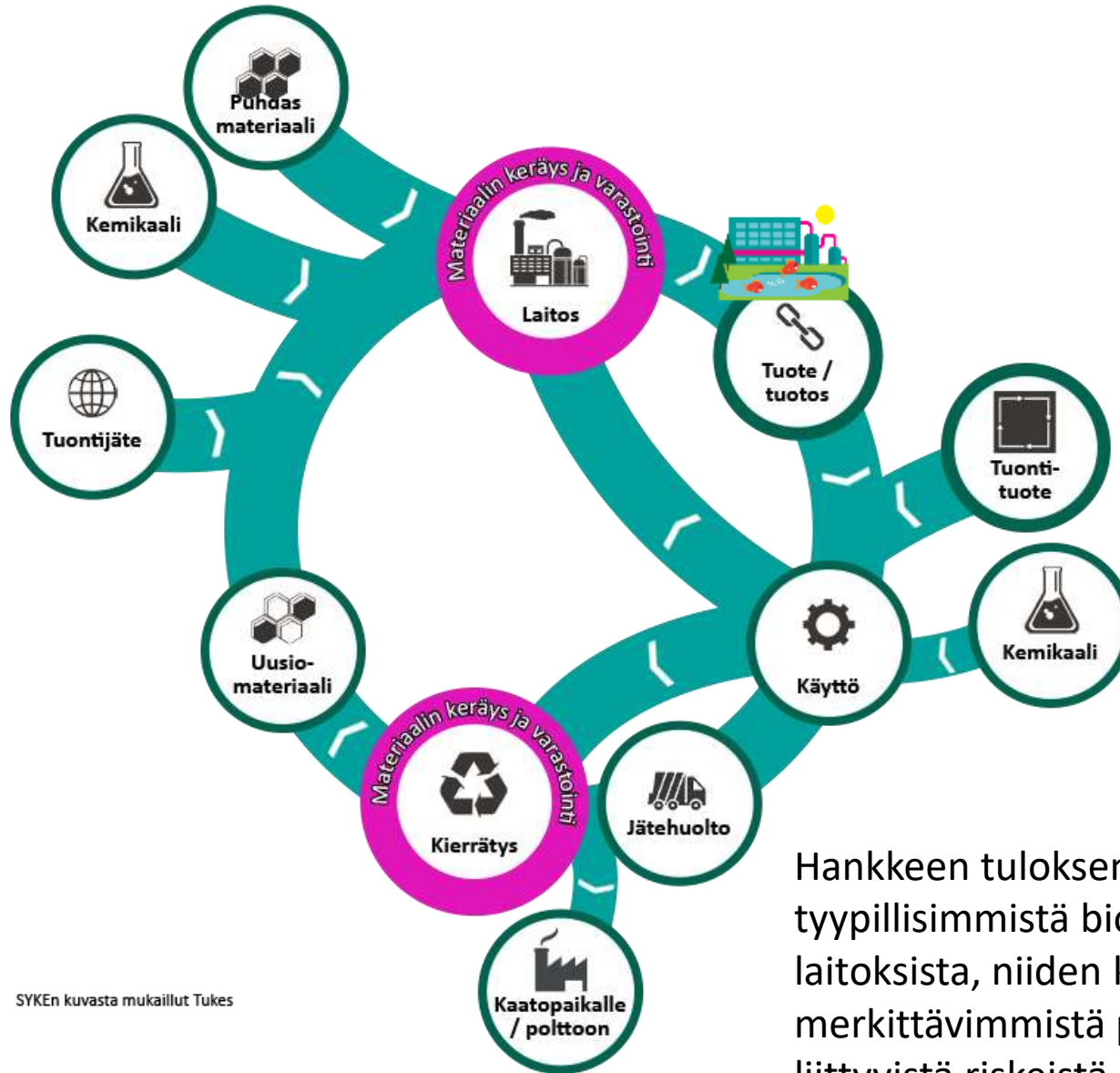
-> www.tukes.fi/kiertotalous

Hankkeen sisältö

1. Kiertotalouden tyypilliset turvallisuusriskit
2. Turvallisen laitoksen suunnittelu, käyttö ja kunnossapito
 - Turvallisen laitoksen suunnittelu
 - Laitoksen turvallinen käyttö ja kunnossapito
 - Avainsanatyyppinen tarkastuslista
3. Laitostyyppikohtaiset tyypilliset ja vakavat riskit sekä niihin varautuminen
4. Lainsäädännön toimivuus ja kehitystarpeet turvallisen kiertotalouden vauhdittamiseksi
5. Turvallisuuden ennakointi osaksi kiertotalouden vauhdittamista



Kiertotalous: ajattelutavan muutos ja erityispiirteet



SYKE:n kuvasta mukailut Tukes

Hankkeen tuloksena muodostui kokonaiskuva tyypillisimmistä bio- ja kiertotalouden laitoksista, niiden kasvunäkymistä sekä merkittävimmistä prosessiturvallisuuteen liittyvistä riskeistä ja niiden hallinnasta.

tuke

**Esimerkkejä kiertotalouslaitosten
tyypillisistä turvallisuusriskeistä ja
niihin varautumisesta**

Yhteenveto tyypillisistä kiertotalouslaitoksista ja niihin liittyvistä turvallisuusriskeistä

	Tulipalo/ itsestytymä, räjähdys	Tuntematon jae syötössä (räjähtävä, tuontijäte jne.)	Tuotteen kontaminoi- tuminen	Myrkylliset ja tukahduttavat kaasut (rikkivety jne.)	Vuodot ja päästöt maaperään, vesistöön tai ilmaan	Altistuminen (homeet jne.)	Manuaalisen työn aiheuttamat vaarat	Kuljetuksen ja henkilö- liikenteen aiheuttamat vaarat	Ilkivalta, terrorismi
Biokaasu (mädätys)	X			X	X	X	X	X	
Mäntyöljyn tislauk	X			X	X			X	
Nestemäiset biopolttoaineet	X			X	X			X	
Materiaalinkierätys	X	X	X		X	X	X	X	
Jätteenpoltt	X	X		X	X	X	X	X	X
Jätteen kaasutus	X	X		X	X	X	X	X	
Kuoren kaasutus	X			X				X	
Ligniinin erotus	X			X	X			X	
Teolliset symbioosit/ teollisuuspuistot	X	X		X	X			X	X

Esimerkkejä biokaasutoimittajien yhteistyöprojekteista



IKEAn ruoantähteistä biokaasua



Fazerin tehdas- vierailijakeskus lämmitetty biokaasulla



Niemi – biokaasu polttoaineena ja osana visuaalista ilmettä



Pauligin kahvit paahdettu 100 % biokaasulla

Biokaasun kysyntä: kasvu ja rajoitteet

Kysyntää kasvattavat tekijät

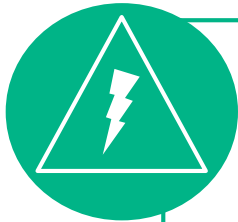
- Kiertotaloustavoitteet
- Uusiutuvien liikennepolttoaineiden tavoitteet
- Kuntien hiilineutraaliustavoitteet
- Kaasutankkausasemaverkoston kehittyminen
- Biokaasulaitosten investointituet
- Lisäarvoa jätteestä
- Biokaasutoimittajien yhteistyö brändien omistajien kanssa
- Puhdistettua biokaasua voi syöttää maakaasuverkkoon
- LBG-kehitys (läpimurtoa odotetaan)

Kasvua rajoittavat tekijät

- Biokaasun hinta
- Raaka-aineen saatavuus
- Haluttomuus käyttää kiinteää mädätysjäännöstä (yhdyskuntajätteestä) lannoitteissa
- Raaka-aineen hinnan mahdollinen kasvu kysynnän kasvaessa
- Toistaiseksi pieni kaasuautomarkkina
- Teknis-taloudelliset haasteet bio-SNG:n osalta

Biokaasu

Sattuneita onnettomuuksia ja vaaratilanteita



- **Liukastumisia, putoamisia** jne.
- **Pienempiä tulipaloja** biokaasulaitoksilla Suomessa
- **Valjaat jätelietteiden siirrossa** altaisiin jäänet käyttämättä
 - Läheltä piti -tilanteita on sattunut
 - Tähän kiinnitetään erityistä huomiota
- **Altistuminen ammoniakille**
- **Räjähdykset biokaasulaitoksella** vuonna 2005
- Asentaja **mennyt kaivoon, jossa oli rikkivetyä**
 - Läheltä piti –tilanne
- **Kaasuvaraston kasvanut paine** aiheuttanut prosessihäiriön
 - Aiheuttaja jäätyneet venttiilit

Biokaasun vaaratilanneskenaariot (1/3)

Syttymät ja räjähdykset

Kategoria

Merkittävä / tyypillinen skenaario

Syy-seuraus-ketju

- **Vaurio lastauslaitteistoissa (paine)** → vuoto → tulipalo
- Vuoto kompressorikontissa → **sisätiläräjähdyks**

Seurausten vakavuus ja todennäköisyys

- **Merkittävän henkilövahingon vaara**
- **Merkittäviä taloudellisia vaikutuksia, mahd. lieviä ympäristövaikutuksia**
- Seuraukset mahd. **erittäin vakavat, todennäköisyys pieni**
- Pienempiä paloja on biokaasulaitoksilla sattunut

Varautumiset

- Hyvä suunnittelu, laitteistojen ja letkujen tiiveyden varmistaminen
- Operaattorien koulutus ja ohjeistus
- Kaasunilmaisimien käyttö tärkeää

Biokaasun vaaratilanneskenaariot (2/3)

Altistuminen rikkivedylle ja tukahduttaville kaasuille

Kategoria

Merkittävä / tyypillinen skenaario

Syy-seuraus-ketju

- Jätteen käsittely sisätiloissa → **haitallisia/tukahduttavia kaasuja**
- Laitevaurio → Altistuminen (rikkivety, metaani, hiilidioksidi)

Seurausten vakavuus ja todennäköisyys

- **Erittäin vakavan henkilövahingon vaara** (metaani, hiilidioksidi, rikkivety)
- **Taloudelliset vaikutukset** mahdollisia

Varautumiset

- Altistumiseen kaasuyhtiöt kiinnittäneet paljon huomiota.
- Hyvä suunnittelu. Hajukaasujen poistojärjestelmät ja kaasuilmaisimet
- Kuljettajien koulutus (jätteen vastaanotto ja purku)
- Operaattoreiden koulutus ja ohjeistus.
- Henkilökohtaisten suojarusteiden käyttö

Biokaasun vaaratilanneskenaariot (3/3)

Epäpuhtaudet biokaasussa

Kategoria

Merkittävä / tyypillinen skenaario

Syy-seurausketju

- Prosessihäiriö puhdistuksessa (esim. aktiivihiilisuodattimen tukkeutuminen) → epäpuhtauksia (esim. rikkivetyä ja CO₂)

Seurausten vakavuus ja todennäköisyys

- Epäpuhtaudet voivat aiheuttaa korroosiota
- Hiilidioksidi vähentää energiamäärää biokaasussa
- **Harvinaisia skenaarioita**

Varautumiset

- Hyvä suunnittelu: Suomessa on todettu tapauksia, joissa puhdistus ei ole toiminut riittävän hyvin. Epäpuhtauksien poisto otetaan huomioon laitosta suunniteltaessa.

Tiedoksi

- Käynnistetään diplomityö, missä pureudutaan tarkemmin **biokaasuekosysteemeihin** (tuotanto, nesteytys, varastointi ja tankkaus) ja niihin liittyvien erityisten turvallisuusriskien tunnistamiseen ja hallintaan

tuke

Lisätietoja
Kiertotalouden
turvallisuusriskeistä



Keskeiset kiertotalouslaitosten riskit

Kiertotalouden laitostyytit edustavat monilta osin perinteistä prosessiteollisuutta. Siten myös kiertotalouslaitosten riskit vastaavat valtaosin prosessiteollisuuden perinteisiä riskejä (esim. vuodot, syttymät, altistumiset).

Hankkeessa tunnistettiin myös selkeästi kiertotalouden laitostyyppihin liittyviä erityisiä riskejä. Nämä turvallisuusriskit liittyvät kierrätettävän materiaalin riskeihin ja erityispiirteisiin, uusiin teknologioihin ja innovaatioihin sekä erityisesti toimialan uusiin tai pieniin toimijoihin.



Keskeiset kiertotalouslaitosten riskit

1. Ei-toivotut ja tuntemattomat aineet materiaalivirrassa

- Muovijätteen mukana materiaalikierrätykseen päätyvät haitalliset ja allergisoivat jakeet, sekä erittäin haitalliset aineet
- Jätteenpolttoon voi päätyä vaarallisia materiaaleja
- Suomeen saattaa päätyä uusia mikrobeja ulkomailta tuotavan jätteen mukana.

2. Altistuminen haitallisille aineille

- Biojätteen varastoinnin ja käsittelyn yhteydessä altistuminen myrkyllisille aineille kuten rikkivedylle ja hiilimonoksidille
- Metallinkierrätyksessä on mahdollista altistua radioaktiivisille aineille osana kierrätysterästä



Keskeiset kiertotalouslaitosten riskit

3. Tulipalo- ja räjähdysvaara

- Jätteiden itsesytyminen varastoinnissa ja tuotannossa aiheuttaa tulipaloja
- Räjähdykset liittyen palavien nesteiden ja kaasujen käsittelyyn sekä pölyräjähdykset ovat mahdollisia tietyillä toimialoilla
- Materiaalinkierrätykseen liittyy turvallisuusriskejä useissa eri kohdin – *keräyksessä, kuljetuksessa, varastoinnissa, tuotannossa*

4. Kohonnut tapaturmavaara

- Erityisesti materiaalinkierrätyksessä ja jätteenkäsittelyssä manuaalisen työn osuus ja sen aiheuttama tapaturmavaara on suuri.

Keskeiset kiertotalouslaitosten riskit



5. Uudet ja kehitteillä olevat teknologiat

- Osa kiertotalouden teknologioista on vielä uutta ja vaatii kehitystyötä. Tämä tuo omat haasteensa ja poikkeamatilanteet prosesseissa ovat tyypillisiä. *Turvallisuusriskien ennakointi suunnittelussa korostuu!*
- Prosessipoikkeaman seuraukset voivat aiheuttaa mm. jätteitä tai sivuvirtoja, jotka ovat suunniteltua suurempia tai haitallisempia.

6. PK-sektorin toimijat

- PK-sektorilla toimivilla yrityksillä ei välttämättä ole tarvittavia turvallisuuskäytäntöjä ja riittävää kehittynyttä teknologiaa.
- Teollisuuspuistojen alueille sijoittuvat PK-yritykset voivat aiheuttaa merkittäviä riskejä myös muille toimijoille alueella.

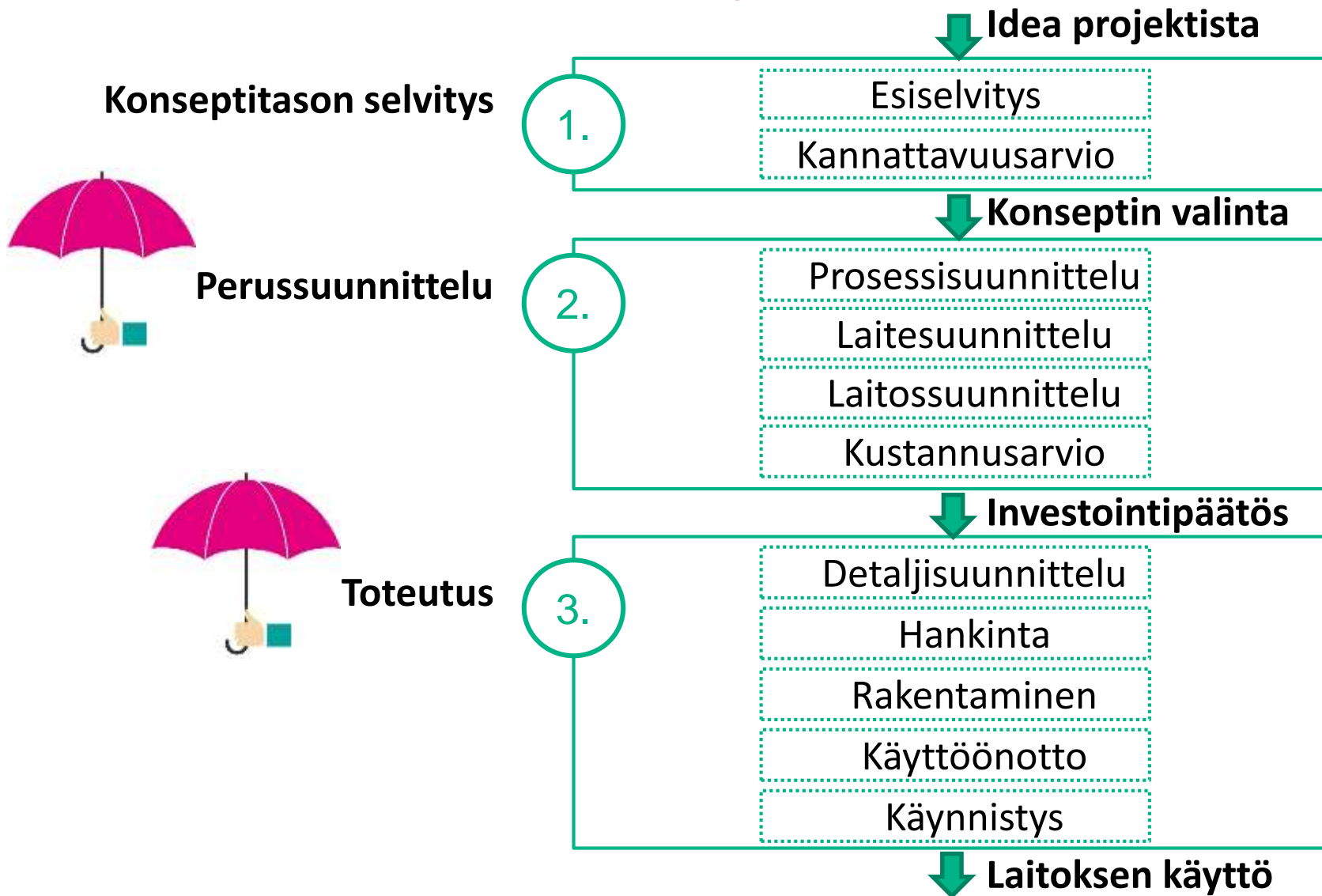
7. Teollisuuspuistojen erityispiirteet

- Haasteena teollisuuspuistoissa on yhtenäisen turvallisuuskulttuurin luominen, ml. käytännöt, vastuuhenkilöt, koulutus, viestintä ja liikennöinti sekä varautuminen onnettomuuksien varalta.

tuke

**Turvallisuuden
ennakointi alkaa
suunnittelusta**

Laitoksen suunnittelu ja toteutus



Laitoksen sijoituspaikan arviointi (1/2)

Vaarallisten kemikaalien teollinen käsittely ja varastointi

- Vaarallisia kemikaaleja käsittelevää laitosta koskevat **kemikaaliturvallisuusvaatimukset**:
 - Kemikaaliturvallisuuslaki
 - Kemikaaliturvallisuusasetus
 - Asetus nestekaasulaitosten turvallisuusvaatimuksista
 - Asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta
 - Tukes-opas *Tuotantolaitosten sijoittaminen*
 - Seurausanalyysit
 - Kaavoitus (sijoitus teollisuusympäristöön, T tai T/Kem)
- Periaatteita suositellaan sovellettavan myös **pienempiin kohteisiin**
 - erityisesti, jos toiminta voi aiheuttaa vaaraa ympäristölle





Laitoksen sijoituspaikan arviointi (2/2)

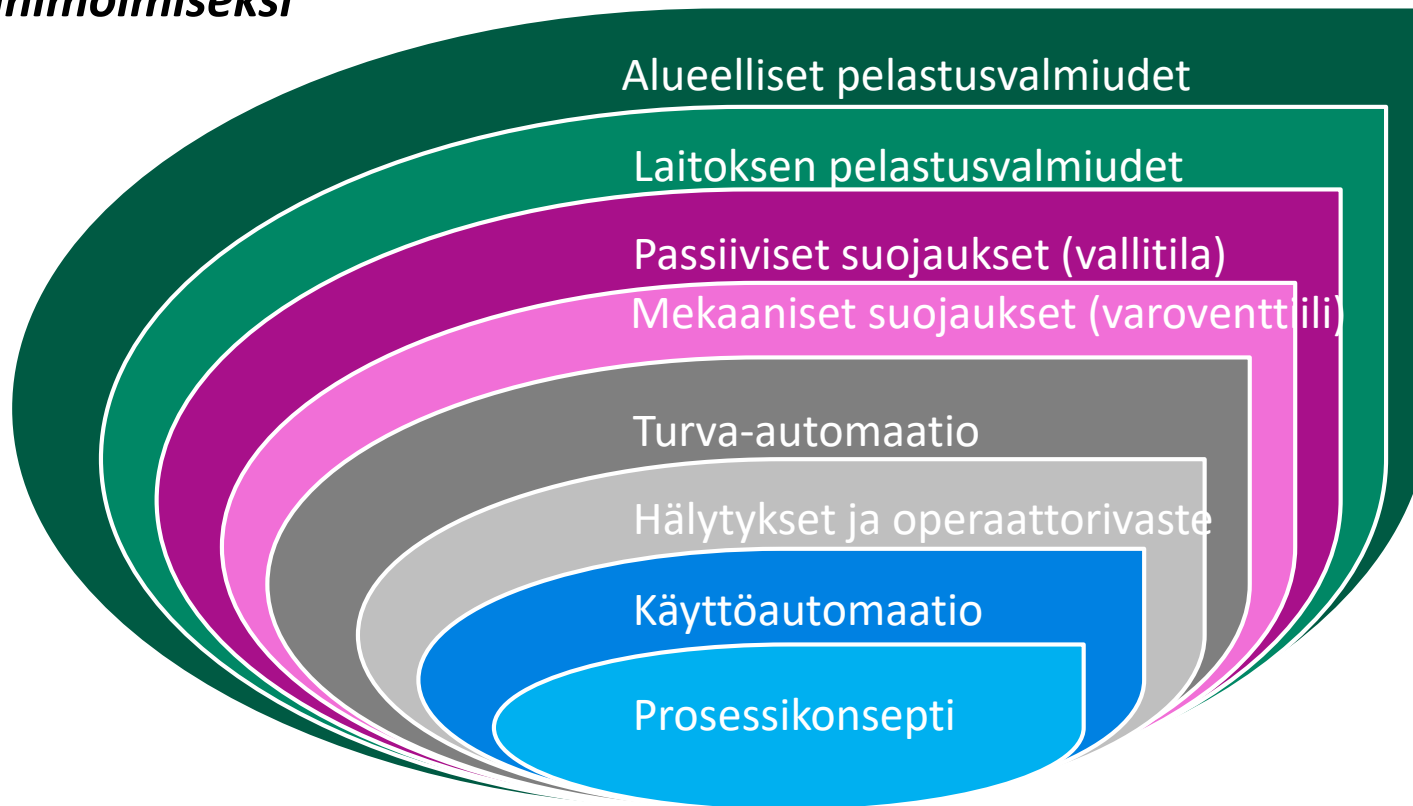
Vaarallisten kemikaalien teollinen käsittely ja varastointi

- Huomioitava **vaara ympäröivälle luonnolle**, asutukselle ja julkisille kohteille (koulut, sairaalat jne.)
- **Etäisyyden tulee olla riittävä** muuhun teollisuuteen
 - vaaroja arvioitava myös ympäröivän toiminnan osalta (mm. teollisuuspuistot)
- Sijoituspaikan / -paikkojen arviointi suositellaan tehtävän **riskianalyysillä**
 - huomioidaan mm. laitoksen ja viereisten toimintojen aiheuttamat onnettomuusvaarat, minimietäisyydet, logistiikka, melu, maaperä ja pelastusvalmiudet



Onnettomuuksiin varautuminen, suojauskerrosmalli

Suojauskerrokset onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja seurausten minimoimiseksi



tuke

**Turvallisuuden ennakoinnin
tueksi laadittiin avainsana –
tyyppinen tarkistuslista**

Avainsanatyypinen tarkastuslista

Alla on esitetty pääotsikoittain aiheet, jonka mukaan tarkastuslista jaetaan tärkeisiin kysymyksiin

Tarkastuslistaa voidaan soveltaa laitostyyppikohtaisesti

1. Sijointipaikka
2. Prosessikonsepti
3. Raaka-aineet
4. Suunnittelu
5. Operointi
6. Kunnossapito
7. Logistiikka
8. Pelastusvalmiudet
9. Ympäristöasiat
10. Henkilöturvallisuus ja altistuminen
11. Johtaminen



Raamit avainsanatyypiselle tarkastuslistalle

Sijointuspaikka – Esimerkkejä keskeisistä kysymyksistä

- **Mitä ympäristössä sijaitsee välittömässä läheisyydessä?** Onko lähellä haavoittuvia kohteita, esim. koulut, sairaalat, asuinalueet?
- Onko rakennettavuusasioita selvitetty? **Onko alueen lähellä muita teollisuuslaitoksia ja voivatko ne aiheuttaa vaaraa?**
- Onko merkittäviä **seurausvaikutuksia laitosalueen ulkopuolelle**, esim. lämpösäteily, ylipainevaikutukset, myrkyllisyysvaikutukset tai melu?
- **Varastointikasojen sijoittelu alueella?**



Raamit avainsanatyypiselle tarkastuslistalle

Prosessikonsepti – Esimerkkejä keskeisistä kysymyksistä

- Onko tunnistettu **vaihtoehtoisia prosessikonsepteja** sekä **vertailtu niiden etuja ja haittoja**, esim. operoitavuus, luontainen turvallisuus, päästöt, jätteet ja jätevedet, kannattavuus?
- Onko kyseessä **vakiintunut tai uusi prosessikonsepti**?
- Mitkä ovat prosessikonseptin **merkittävimmät onnettomuuskenaariot** ja niiden seurausvaikutukset?



Raamit avainsanatyypiselle tarkastuslistalle

Raaka-aineet ja tuotteet – Esimerkkejä keskeisistä kysymyksistä

- Miten estetään/tunnistetaan **erittäin haitallisten aineiden päätyminen kiertoon** (esim. lääkeaineet, radioaktiiviset aineet, POP-yhdisteet)?
- Miten estetään **ei-toivottujen fraktioiden päätyminen syötteen/jätteiden joukkoon** (esim. räjähtävät ja radioaktiiviset aineet)?
- Miten on varauduttu **kiertomateriaalien syttymiseen** (esim. akut)?
- Tuodaanko jätettä ulkomailta ja liittyykö tähän erityisiä vaaroja (esim. uudet bakteerikannat)?



Selvitystyö toteutettiin yhteistyössä

- ✓ Vuorovaikutteinen työskentelytapa ja tiivis yhteistyö projektin johdon, Tukesin ja toteuttajan, Neste Engineering Solutions Oy:n kanssa.
- ✓ **Ohjausryhmän muodostivat** seuraavat tahot:
 - Tukes
 - Kaupan liitto
 - Kemiateollisuus ry
 - Metsäteollisuus ry
 - SITRA
 - Sosiaali- ja terveysministeriö
 - Työ- ja elinkeinoministeriö
 - Ympäristöministeriö
 - VTT
 - Ympäristöteollisuus ja -palvelut YTP ry



Lisätietoja ja materiaaleja, videoita, yms.

- <https://tukes.fi/kiertotalous>

Kirsi Levä

johtaja, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) |

Puh. 029 5052 000 | +358 50 123 4567

kirsi.leva@tukes.fi