

# Tuotteen turvallisuuden varmistamisen työkalupakki

- Turvallisen tuotteen kehittämiseksi
- Turvallisuuden suunnitteluun ja arviointiin

22.2.2000

Jouni Kivistö-Rahnasto  
Matti Vuori

# Sisällysluettelo

1	Työkalupakin tarkoitus ja käyttö .....	3
2	Vaarat, onnettomuudet ja vahingot .....	4
3	Riski ja turvallisuus .....	5
3.1	Yleistä.....	5
3.2	Riskin suuruuden määrittäminen ja sen merkityksen arvioiminen .....	5
4	Tuotteen turvallisuuden suunnittelu.....	8
5	Tuotteen turvallisuuden arviontimenetelmien käyttö .....	10
5.1	Erilaisia tuotteen turvallisuuden arvioinnin menetelmiä .....	10
5.2	Tarkastelun kohde tärkeää: tuote on tuote vasta käytössä.....	10
5.3	Missä vaiheessa suunnittelua analysointi kannattaa tehdä? .....	11
6	Tuotekonseptin potentiaalisten ongelmien ja yleisten vaarojen analysointi .....	12
6.1	Alustava vaara-analyysi .....	12
6.2	Tuotteen potentiaalisten ongelmien analyysi (POA) .....	14
6.3	Vaaraluettelot / tarkistuslistat .....	17
7	Tuotteen rakenteellinen turvallisuus.....	19
7.1	Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA).....	19
7.2	Vikapuuanalyysi .....	21
7.3	Poikkeamatarkastelu (HAZOP).....	22
8	Tuotteen toiminnallinen turvallisuus .....	23
8.1	Toimintovirheanalyysi (TVA) .....	23
8.1.1	Johdanto .....	23
8.1.2	Menetelmän yleiskuvaus .....	24
8.2	Tuotteen väärinkäyttöanalyysi.....	27
8.3	Työn turvallisuusanalyysi (TTA) .....	29
8.4	Yleismenetelmä: Tuotteen käytettävyys- ja turvallisuusanalyysi.....	31
9	Lakiin perustuvat koneiden turvallisuusvaatimukset .....	33
9.1	Konepäätös Vnp 1314/1994.....	33
9.2	Konepäätöksen soveltamisen kohteet .....	33
9.3	Konepäätöksen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten toteuttaminen .....	34
9.4	Konepäätöksen vaatima tyyppitarkastus.....	45
9.5	Konepäätöksen vaatima tekninen dokumentointi .....	46
9.6	Konepäätöksen mukainen vaatimustenmukaisuusvakuutus .....	47
10	CE-merkintä .....	48

# 1 Työkalupakin tarkoitus ja käyttö

Tuotteen turvallisuuden suunnittelu ja kaikkien turvallisuuteen liittyvien vaatimusten huomioiminen on yrityksissä usein vaikeaa. Monet lait ja asetukset ohjaavat tuotteiden suunnittelua ja tuotteiden turvallisuutta. Käytännön ratkaisuita turvallisuuden parantamiseksi on esitetty standardeissa ja tuotteiden vaarojen tunnistamiseen ja niiden aiheuttamien riskien arvioimiseen on olemassa useita erilaisia menetelmiä. Yrityksillä on kuitenkin vaikeuksia sovittaa turvallisuuden suunnittelua osaksi olemassa olevia suunnittelukäytäntöjä. Tämä VTT:llä laadittua ”työkalupakki” antaa kaikenkokoisille yrityksille perusvälineet tuotteen turvallisuuden suunnitteluun.

Työkalupakki on osa sarjaa:

- Tuotekehitystoiminnan kehittämisen työkalupakki
- Käyttöliittymien kehittämisen työkalupakki
- Käyttäjakeskeisen tuotekehityksen peruslomakkeet pienelle yritykselle

Sarjaa täydennetään jatkossa muilla osilla.

Tutustu myös Pk-yrityksen riskienhallinnan välinesarjaan. ([www.vtt.fi/rm/projects/pk-rh](http://www.vtt.fi/rm/projects/pk-rh))

---

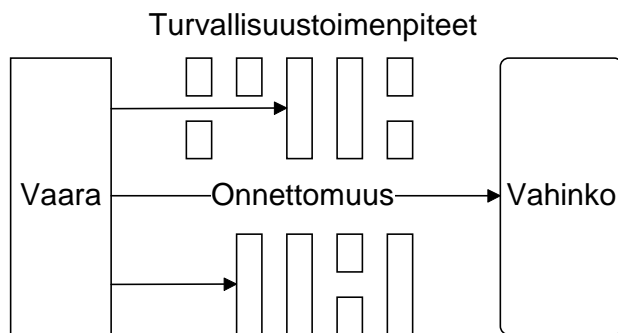
Työkalupakkiin on koottu VTT:llä 1990-luvulla hyödynnettyjä menetelmiä. Työkalupakki on koottu projekteissa ”Tulevaisuuden käyttöliittymien kehittäminen ja sen tekniikat” (<http://www.vtt.fi/aut/rm/projects/smart>) ja ”Käyttäjakeskeisen tuotekehityksen tietotuki” (<http://www.vtt.fi/aut/rm/projects/katti>). Molempien projektien päärahoittaja on Tekes. Kiitokset rahoittajille ja kehittämiseen osallistuneille yrityksille.

## 2 Vaarat, onnettomuudet ja vahingot

Tuotteessa olevat potentiaaliset vahingon aiheuttajat ovat vaaratekijöitä. Vaaratekijät voivat aiheuttaa ihmisille vammoja ja sairauksia. Vaaratekijät voivat myös vahingoittaa rakenteita, omaisuutta ja ympäristöä. Tilannetta, jossa ihminen altistuu vaaralle, sanotaan vaaratilanteeksi.

Vaaratekijät luovat tilanteita, jotka voivat johtaa vahinkoihin. Vahinkoja aiheuttavat suunnittelemattomat tapahtumaketjut ovat onnettomuuksia. Onnettomuus on dynaaminen mekanismi, joka alkaa vaaran syntymisestä ja joka etenee tuotteen ja sen käytön eri vaiheissa ennakoimattomien tapahtumien ketjuna ja aiheuttaa lopulta vahinkoja

Vaarat eivät aiheuta vahinkoja, jos onnettomuuteen liittyvät ennakoimattomien tapahtumien ketju pysytään katkaisemaan. Riittävät turvallisuustoimenpiteet estävät onnettomuuksien etenemisen vahinkoksi. Puutteelliset turvallisuustoimenpiteet mahdollistava onnettomuuksien etenemisen vahinkoon saakka (kuva 1).



Kuva 1. Vahingot voidaan estää sopivilla turvallisuustoimenpiteillä.

## 3 Riski ja turvallisuus

### 3.1 Yleistä

Riskin käsite on oleellinen työkalu, kun arvioidaan vahinkojen ja niihin johtavien onnettomuuksien merkitystä. Riski muodostuu tapahtuman todennäköisyydestä ja seurausten vakavuudesta. Tietyn onnettomuuden suuri tapahtumistodennäköisyys ja suuret onnettomuudesta johtuvat vahingot aiheuttavat suuren riskin. Pieni todennäköisyys ja pienet seuraukset aiheuttavat pienemmän ja merkityksettömämmän riskin. Toisaalta vähäiseltäkin tuntuvat vahinko voi aiheuttaa suuren riskin, jos vahinko voi tapahtua jatkuvasti.

Turvallisuudella tarkoitetaan tuotteen kykyä toimia ja tehdä sille suunniteltuja asioita ilman, että siitä aiheutuu vammoja tai terveyshaittoja ihmisille tai muita vahinkoja omaisuudelle tai ympäristölle. Tuote on turvallinen, kun sen aiheuttamat riskit on arvioitu hyväksyttäväksi. Kaikkiin tuotteisiin liittyy riskejä ja täydellistä turvallisuutta on vaikea ellei mahdoton saavuttaa. Tuotteen aiheuttamat riskit muodostavatkin eräänlaisen turvallisuutta ja vaarallisuutta kuvaavan mittarin. Tuotteet, joiden aiheuttamat riskit ovat pieniä ja hyväksyttäviä, ovat turvallisia. Tuotteet, joihin liittyy suuria ja hyväksymättömiä riskejä, ovat vaarallisia. Riskin kasvaessa nollassa, se voi edelleen olla hyväksyttävä. Riskin edelleen kohotessa, ovat turvallisuustoimenpiteet toivottavia. Riskin kasvaessa korkeaksi, se ei ole enää hyväksyttävä ja se vaatii ehdottomasti turvallisuustoimenpiteitä.

Tuotteiden aiheuttamat riskit muuttuvat ajan kuluessa. Tämän vuoksi tuotteen valmistuksessa ja suunnittelussa tarvitaan jatkuvaa tietoa tuotteeseen liittyvistä vaaroista, läheltäpiti tilanteista ja onnettomuuksista. Tuotteen turvallisuuden kehittäminen ja vaarojen aiheuttamien riskien hallinta ei siis lopu suunnitteluun. Turvallisuus on oleellinen osa tuotteen laatua ja sen kehittämiseen tarvitaan jatkuvaa työtä.

### 3.2 Riskin suuruuden määrittäminen ja sen merkityksen arvioiminen

Tuotteiden suunnittelun alussa, siis määrittelyvaiheessa, riskin suuruuden avulla voidaan arvioida tuotteen vaarojen ja turvallisuuteen liittyvien vaatimusten tärkeyttä. Tämän avulla tuotteen turvallisuuteen liittyvät vaatimukset voidaan asettaa tärkeysjärjestykseen. Tuotteen kehittämissä ja päätöksentekovaiheissa riskin määrittäminen auttaa eri ratkaisuvaihtoehtojen turvallisuuden vertailussa.

Riskin suuruutta voidaan arvioida sekä laadullisesti että määrällisesti. Laadullisessa arvioinnissa vahingon vakavuutta ja sen todennäköisyyttä arvioidaan niitä kuvaavien sanojen avulla. Tuloksena on laadullinen kuvaus riskin suuruudesta. Riskin määrällisessä arvioinnissa vahingolle ja todennäköisyydelle määritetään jokin mitattava lukuarvo, esimerkiksi onnettomuuskustannukset ja tapahtumistiheys. Käytännössä koneiden suunnittelussa on käytetty laadullisia menetelmiä, koska määrällisten menetelmien käyttöön liittyy suuria virhemahdollisuuksia ja laskennassa tarvittavia luotettavia lähtöarvoja ei aina ole saatavilla. Lisäksi määrällisillä menetelmillä on vaikea mitata esimerkiksi onnettomuuteen liittyvää inhimillistä kärsimystä.

Standardissa BS 8800 on esitetty laadullinen menetelmä riskin suuruuden arvioimiseen (taulukko 1). Menetelmä on alunperin tarkoitettu työpaikalla jo olevien laitteiden riskien arvioimiseen. Sitä voidaan kuitenkin käyttää myös suunnittelun aikana. Menetelmän mukaan riski voi olla merkityksetön, vähäinen, kohtalainen, merkittävä tai sietämätön. Turvallisuustoimenpiteiden tarpeellisuutta arvioidaan riskin mukaan ja sitä varten standardissa on esitetty yksinkertainen suositus turvallisuutta parantavien toimenpiteiden suunnittelusta ja toteuttamisesta (taulukko 2).

Taulukko 1. Riskin suuruuden laadullinen määrittäminen

Tapahtuman todennäköisyys	Vahingon vakavuus		
	Lievästi vahingollinen (1)	Vahingollinen (2)	Erittäin vahingollinen (3)
Erittäin Epätodennäköinen (1)	Merkityksetön riski (2)	Vähäinen riski (3)	Kohtalainen riski (4)
Epätodennäköinen, mutta mahdollinen (2)	Vähäinen riski (3)	Kohtalainen riski (4)	Kohtalainen riski (4)
Todennäköinen (3)	Kohtalainen riski (4)	Merkittävä riski (5)	Merkittävä riski (5)

Taulukko 2. Turvallisuutta parantavien toimenpiteiden tarpeellisuus ja toteuttaminen.

Riski	Toimenpiteiden tarpeellisuus
Merkityksetön (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Turvallisuuteen liittyviä toimenpiteitä ei tarvita</li> </ul>
Vähäinen (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ei pakollisia lisätoimenpiteitä</li> <li>Voidaan tarkastella kustannustehokkaampia ratkaisutapoja tai parannuksia, jotka eivät aiheuta lisäkustannuksia</li> <li>Tarkkailun avulla pitää varmistaa tilanteen pysyminen hallinnassa</li> </ul>
Kohtalainen (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riskiä pitää pienentää, mutta kustannuksia pitää seurata tarkasti ja rajoittaa</li> <li>Riskin pienentäminen pitää tehdä sovitun ajan kuluessa</li> <li>Jos kohtalaiseen riskiin liittyy erittäin suuren vahingon mahdollisuus, voidaan tarvita vahingon todennäköisyyteen liittyviä lisäselvityksiä. Turvallisuustoimenpiteiden tarve määritellään lisäselvitysten perusteella.</li> </ul>
Merkittävä (5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Työtä ei saa aloittaa ennen kuin riski on pienennetty</li> <li>Riskin pienentämiseen voidaan joutua käyttämään huomattavia resursseja</li> <li>Jos riski liittyy jo käynnissä olevaan työhön, toimenpiteet pitää toteuttaa kiireellisesti</li> </ul>
Sietämätön (6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Työtä ei saa aloittaa tai jatkaa ennen kuin riski on pienennetty</li> <li></li> <li></li> <li>Työtä ei saa jatkaa vaikka riskin poistaminen ei onnistu edes rajoittamattomilla resursseilla</li> <li></li> </ul>

Riskin määrittämisessä käytetty vahingon vakavuus vaihtelee lievästi vahingollisesta erittäin vahingolliseen. Riskin suuruuden oikea määrittäminen vaatiikin yhtenäistä käsitystä siitä, millaisia ovat lievät tai erittäin vahingolliset vahingot (taulukko 3)

Taulukko 3. Esimerkkejä erilaisten vahinkojen vakavuudesta

Vahingon vakavuus	Esimerkkejä
Lievästi vahingollinen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ulkoiset vammat</li> <li>• Pienet haavat ja ruhjeet</li> <li>• Silmien ärtyminen põlystä</li> <li>• Haitta ja ärsytys (esim. päänsärky)</li> <li>• Ohimenevä sairastelu, joka aiheuttaa vaivaa ja epämukavuutta</li> </ul>
Vahingollinen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repeämä</li> <li>• Palaminen</li> <li>• Luja isku</li> <li>• Pahat revähdykset ja nyrjähdykset</li> <li>• Pienet murtumat</li> <li>•</li> <li>• Kuuroutuminen</li> <li>• Ihotulehdus</li> <li>• Astma</li> <li>• Yläraajojen rasisairaudet</li> <li>• Sairaus, joka aiheuttaa lievän pysyvän vamman</li> </ul>
Erittäin vahingollinen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amputaatio</li> <li>• Suuret murtumat</li> <li>• Myrkytys</li> <li>• Yhdistelmävammat</li> <li>• Kuolemaan johtavat vammat</li> <li>•</li> <li>• Työperäinen syöpä</li> <li>• Muut vakavat elinikä lyhentävät sairaudet</li> <li>• Akuutit kuolemaanjohtavat sairaudet</li> </ul>

Tapahtuman todennäköisyyden arvioimisessa pitää huomioida ihmisten ja laitteiden todellinen toiminta. Tapahtuman todennäköisyyteen vaikuttavat:

- Vaaralle altistuvien ihmisten lukumäärä
- Vaaralle altistumisen taajuus ja altistumisen pituus
- Ulkoiset tekijät (esim. sähkönsyöttö katkeaa tai vedenjakelu loppuu)
- Laitoksen, koneen osien tai turvalaitteiden rikkoutuminen
- Altistuminen vaarallisille aineille
- Henkilökohtaisten suojavälineiden antama suoja sekä suojavälineiden käytön kattavuus
- Vaaralliset teot (tahaton vahinko tai tarkoituksellinen poikkeaminen oikeasta menettelystä)
  - Ei tunneta vaaroja
  - Ei ole tarvittavia tietoja, fyysisiä kykyjä tai taitoja työn tekemiseen
  - Aliarvioidaan riskit
  - Aliarvioidaan turvallisten työtapojen käytännöllisyys ja hyödyllisyys.

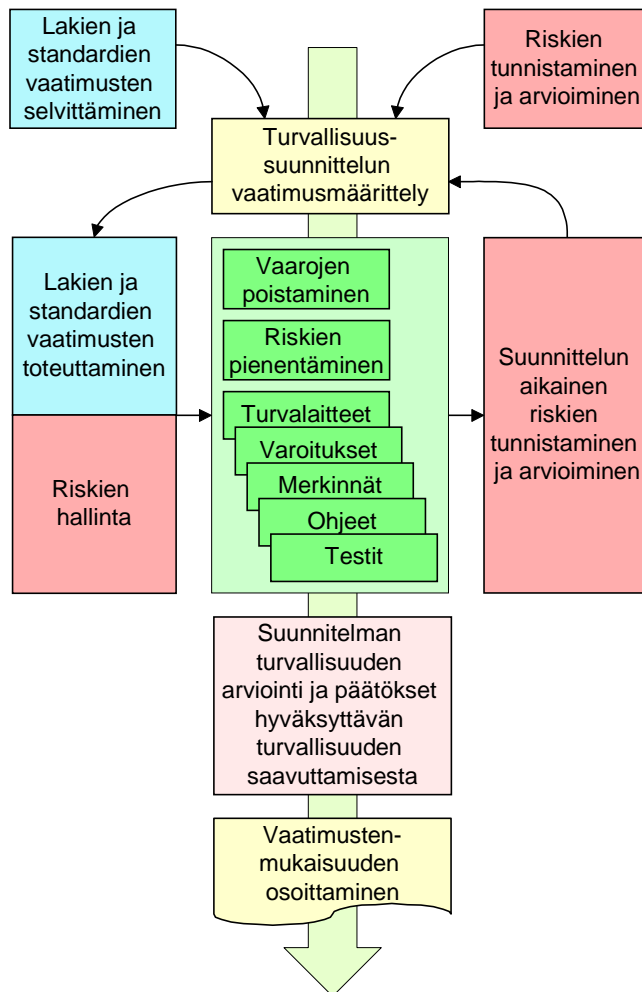
### Kirjallisuutta

BS 8800. 1996. Guide to occupational health and safety management system. London: British Standards Institution BSI. 40 s.

## 4 Tuotteen turvallisuuden suunnittelu

Tuotteen vaarat voivat aiheuttaa vahinkoja. Vahinkojen estäminen on siis suunnitteluongelma, johon voidaan etsiä ratkaisuita tavallisen tuotesuunnittelun keinoin. Turvallisuuden suunnittelussa, kuten kaikessa muussakin suunnittelussa, on neljä toisistaan eroavaa tehtävää (kuva 2):

- Määrittely (turvallisuusvaatimukset)
- Suunnittelu ja kehittäminen (Turvallisuustoimenpiteiden suunnittelu)
- Arviointi ja päätöksenteko (Turvallisuustoimenpiteiden riittävyys ja tuotteen turvallisuus)
- Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen.



Kuva 2. Tuotteen turvallisuuden suunnittelu.



Määrittelyssä tunnistetaan tuotteeseen liittyvät vaarat ja tekniset vaatimukset tuotteen turvallisuustoimenpiteiksi. Määrittelyn tuloksena saadaan selkeää turvallisuuden vaatimusmäärittelyä. Vaatimusmäärittelyssä kuvataan lakien, standardien, asiakkaan jne. vaatimat turvallisuustoimenpiteet sekä vaarat, joiden hallitsemiseksi ei ole vielä valmiita turvallisuustoimenpiteitä. Tuotteen vaarojen turvallisuustoimenpiteiden tunnistamiseksi:

- Tutkitaan vastaavanlaisissa tuotteissa esiintyvät vaarat ja turvallisuustoimenpiteet
- Tutkitaan, mitä tuotteen vaaroja ja turvallisuusvaatimuksia lait, asetukset ja muut määräykset käsittelevät
- Tutkitaan mitä vaaroja ja turvallisuustoimenpiteitä standardeissa kerrotaan
- Tunnistetaan turvallisuusanalyysillä suunniteltavan tuotteen erikoispiirteisiin liittyvät vaarat.

Suunnittelussa kehitetään toimenpiteet, joilla tuotteen vaarat ja niiden aiheuttamat riskit saadaan hallintaan. Suunnittelu etenee kahdella rintamalla. Vaatimusmäärittelyssä kuvattuihin vaaroihin kehitetään tarvittavat turvallisuustoimenpiteet. Toisaalta vaatimusmäärittelyssä on kuvattu suuri joukko turvallisuustoimenpiteitä, jotka eivät kaipaa kehitystä, vaan ne pitää toteutetaan standardien, määräysten ja spesifikaatioiden mukaisesti. Suunnittelu etenee neljässä vaiheessa:

- Poista vaara, jos se vain on mahdollista
  - Pyöristä terävät reunat
  - Vaihda haitallinen tai jopa vaarallinen materiaali vaarattomaan
  - Jne.
- Pienennä vaaran aiheuttamien vahinkojen seurauksia tai pienennä vaarallisten tapahtumien taajuutta
  - Alenna korkea sähköjännite turvallisiksi
  - Automatisoi vaarallinen työvaihe toimintavarmalla tekniikalla
  - Jne.
- Suunnittele tarvittavat turvalaitteet ja suojukset
  - Liikkuvien osien suojaaminen
  - Kuulosuojaimet
  - Jne.
- Varoita käyttäjää vaaroista ja opasta turvalliset käyttötavat
  - ”Varo kynnystä”
  - ”Turvaistuinta ei saa asentaa kohtaan, jossa on airbag”
  - Jne.

Arviointi- ja päätöksentekovaiheessa arvioidaan sitä, onko suunniteltava tuote riittävän turvallinen. Jos tuotteessa olevia vaaroja ei olla pystytty poistamaan tai niiden aiheuttamat riskit ovat jääneet liian suuriksi, pitää turvallisuuden suunnittelua jatkaa.

Turvallisuussuunnittelun tavoite on välttää tuotteen aiheuttamat vahingot. Tuotteen turvallisuuden lisäksi valmistajan pitää **osoittaa tuotteen turvallisuus**. Turvallisuuden osoittamiseen tarvitaan sekä turvallisuusanalyysien että toimenpiteiden dokumentointi, tuotteen ja sen valmistuksen muu tekninen dokumentointi, mahdolliset testit ja lausunnot sekä vaatimustenmukaisuusvakuutus ja merkinnät.

## 5 Tuotteen turvallisuuden arviontimenetelmien käyttö

### 5.1 Erilaisia tuotteen turvallisuuden arvioinnin menetelmiä

Tuotteeseen liittyviä vahinkomahdollisuuksia voidaan arvioida turvallisuus- ja luotettavuusanalyysillä jo tuotteen suunnittelun ja kehityksen yhteydessä. Analyysi voi olla luonteeltaan kvalitatiivinen (laadullinen), jolloin tunnistetaan mm. tuotteen käyttöön, kunnossapitoon ja häiriötilanteisiin liittyvät vaarat ja niiden mahdollisia seurauksia. Analyysi voi olla myös kvantitatiivinen (määrällinen), jolloin määritetään numeerisia tunnuslukuja tuotteen turvallisuudelle.

Kun tuotteeseen liittyvät perustiedot (esimerkiksi suunnitteludokumentit ja ohjeet) on koottu, tuotteeseen liittyvä lainsäädäntö ja standardit on selvitetty, tuotteen käyttötarkoitus sekä erilaiset sovellutukset ja käyttäjät määriteltä voidaan aloittaa varsinainen tuotevahinkoriskien tutkiminen.

### 5.2 Tarkastelun kohde tärkeää: tuote on tuote vasta käytössä

Tarkastelussa on erilaisia lähestymistapoja:

- Tuotekonseptin yleinen tarkastelu: tunnetut vaarat, energialähteet jne.
- Tällä tavoin saadaan kuvaa konseptin rakenteellisesta turvallisuudesta ja siitä, miten turvallinen se on perusratkaisuiltaan.
- Tuotteen teknisten ratkaisujen turvallisuustekninen laatu
  - Tarkastellaan esimerkiksi, miten jonkin osan vikaantuminen vaikuttaa sen turvallisuuteen. Tämä on keskeistä, koska vikaantuminen tai muu ei-toivotulla tavalla toimiminen on ongelmien yleinen syy
- Tuotteen toiminnallinen turvallisuus
  - Tuotteen rakenteellinen ja muu tekninen turvallisuus ei riitä. Järjestelmissä on monia vapausasteita ja käyttäjän toiminta voi olla monenlaista. Siksi on tarkasteltava todellista käyttöä ja sen asettamia turvallisuusvaatimuksia. Tuotteen käytön tarkastelussa on otettava samanlainen ote kuin vaativien työjärjestelmien tarkastelussa. Itse asiassa vielä tarkempi ote, koska kuluttajatuotteiden käyttäjä voi olla lähes kuka tahansa! Myös väärinkäytön (myös tahallisen) mahdollisuudet on selvitettävä

Tärkeää on aina ottaa huomioon:

- Koko tuote, kaikki komponentit
- Käyttäjä
- Käyttötehtävät, -tilanteet
- Realistinen, todellinen käyttö.

## 5.3 Missä vaiheessa suunnittelua analysointi kannattaa tehdä?

Analysoinnin tehtävänä on paljastaa tuotteen vaarat. Jos niitä on, niiden poistamiseksi on tehtävä tuotteeseen muutoksia. Tämä on edullisinta, kun tuote on vasta piirustuslaudalla (CAD-ohjelmassa).

Rakenteisiin liittyvät tarkastelut, esimerkiksi vikapuuanalyysi voidaan aina tehdä suunnitelman eli yleensä piirustusten pohjalta. Toiminnallisissa analyyseissä, joissa tarkastellaan ihmisenkin toimintaa tilanne on vaikeampi, koska CAD-mallit ovat usein staattisia, niissä ei voida kuvata toimintaa. Analyysejä täytyykin tehdä perustuen suunnittelun tuottamiin kuvauksiin käyttötilanteista (käyttöskenaariot) ja esimerkiksi fyysisillä malleilla tehtäviin simulaatioihin ja peleihin. Näitä analyysejä on jatkettava, kun prototyyppi saadaan käyttökuntoon.

Koska tuotekehitys on yleensä jatkuvaa, eivät turvallisuusanalyysitkään tule koskaan valmiiksi. Erityisesti toiminnalliset analyysit on syytä muutosten jälkeen päivittää. Seuraavassa on esitelty esimerkinomaisesti muutamia turvallisuusanalyysin menetelmiä, joita voidaan soveltaa tuotevahinkoriskien tutkimiseen. Kaikkia ei suinkaan ole tarkoitus käyttää. Tapaus- ja tuoteryhmäkohtaisesti on päätettävä, miten saadaan riittävä varmuus tuotteen turvallisuudesta. Menetelmiä on myös uskallettava räätälöidä omiin tarpeisiin.

Useimmista menetelmistä on saatavana tarkempia oppaita tai koulutusta.

## 6 Tuotekonseptin potentiaalisten ongelmien ja yleisten vaarojen analysointi

### 6.1 Alustava vaara-analyysi<sup>1</sup>

Alustava vaara-analyysi on kehitetty suunnitteilla olevien tuotteiden ja järjestelmien analysoimiseksi. Tavoitteena on karkeahkolla tasolla tunnistaa suunnitelmaan liittyvät vaarat ja parannuskeinot mahdollisimman aikaisessa vaiheessa siten, että suunnittelija voi ottaa ne huomioon suunnittelun edetessä. Saadaan myös tietoa siitä, mihin suunnitelman osiin ja ominaisuuksiin yksityiskohtaisemmat ja aikaa enemmän vievät analyysit tulisi kohdentaa.

Valmiin ja käytössä olevan tuotteen analysointiin ei ole menetelmäteknisiä esteitä. Voidaan esimerkiksi analysoida kilpailijan tuotteita oman suunnittelun vaatimusmäärittelyn tueksi. Analyysi voidaan tehdä yhden laatijan toimesta tai muutaman henkilön asiantuntijaryhmässä. Menetelmän vaatima työmäärä on yksityiskohtaisempia menetelmiä (esimerkiksi vika- ja vaikutusanalyysi) huomattavasti pienempi.

Menetelmää sovellettaessa laajemmat tarkastelukohteet jaetaan joko rakenteellisiin tai toiminnallisiin osiin. Tarkastelukohteita analysoidaan osa kerrallaan ja kunkin kohdalla käsitellään kyseeseen tulevat vaarat. Erityisenä kiinnostuksen kohteena ovat erilaiset energiamuodot, jotka hallitsemattomasti vapautuessaan voisivat aiheuttaa onnettomuuksia ja käyttökeskeytyksiä. Näiden tunnistamiseen käytetään avainsanaluetteloa. Käyttökelpoisen vaarallisiin energialähteisiin perustuvan luettelon on esittänyt esimerkiksi Harms-Ringdahl (1987). Tunnistetut vaarat syineen, seurauksineen ja parannusehdotuksineen kirjataan analyysilomakkeelle (*kuva 3*).

Muistettakoon: Tuotteen turvallisuusanalyysi on aina ”alustava” – olkoon sen nimessä mitä hyvänsä – koska se ei käytännössä ole koskaan ”lopullinen”. Syy tähän on se, että tuotteet käyvät aina muutoksia ja/tai löytävät uusia käyttäjäryhmiä ja käyttökohteita.

#### Kirjallisuutta

Hammer, W. 1980. Product Safety Management and Engineering. Prentice Hall.

Harms-Ringdahl, L. 1987 Säkerhetsanalys i skyddsarbetet. En handledning. Tukholma: Folksam. 189 s.

---

<sup>1</sup> Luvun ovat kirjoittaneet Markku Reunanen & Matti Vuori, VTT Automaatio

<b>Alustava vaara-analyysi</b> <b>Järjestelmä/tuote: Sähkölaite X</b>	<b>Sivu: 1(1)</b>
--	-------------------

<b>Tuotteen osa: Virtalaite</b>	<b>Tämän sivun täyttöpäivämäärä: 27.12.1999</b>
---------------------------------	---

Vaaran aiheuttaja (energiamuoto tms.)	Vaaran syyt (altistumisen mahdollistavat ominaisuudet, rakenteet, tekniset ja inhimilliset tapaturmatekijät)	Seuraukset (Tapaaturmatyyppi, vamman vakavuus)	Todennäköisyys ennen torjuntatoimenpiteitä (* , ** , ***)	Torjuntatoimenpiteet (Tuotteen turvallistaminen)	Huomautuksia
Sähkö	Laitteen avaaminen, kun jännite on kytketty.  Paljaat jännitteelliset osat	Sähköisku, mahdollinen kuolema	***	Siirretään vaarallisen jännitteen omaavat osat piirilevyn alle  Eristetään jännitteiset osat  Lisätään koteloon varoitus jännitteestä  Kielletään käyttöohjeessa koteloa avaaminen, kun jännite on kytkettynä. Lisäksi kielletään käyttäjää avaamasta koteloa, vain ammattimies saa avata sähkökoteloa.  Tehdään pienempi luukku lampun vaihtamista varten	

Kuva 3. Alustavan vaara-analyysin kirjauslomake.

## 6.2 Tuotteen potentiaalisten ongelmien analyysi (POA)<sup>2</sup>

. Tuotteen potentiaalisten ongelmien analyysin tavoitteena on ongelma-alueiden selvittäminen ja tärkeysjärjestyksen määrittäminen. POA:ssa ongelmien tunnistamiseen sovelletaan erilaisia ideointitekniikoita. Tuotteen potentiaalisten ongelmien analyysi aloitetaan tuotteesta aiheutuvien mahdollisten ongelmien etsimisellä. Mitään ongelmatyyppiä ei etukäteen rajata tarkastelun ulkopuolelle, vaan kaikki mahdolliset ongelmat kirjataan, liittyivätkä ne tuotteen käyttäjään, tuotteen vikoihin ja puutteisiin, suunnitteluun, valmistukseen, huoltoon ja kunnossapitoon tai ympäristöön. Analyysin ensimmäinen vaihe on aivoriihimuotoinen ideointipalaveri (taulukko 4).

Taulukko 4. POA:n vaiheet.

Analyysin vaihe	Tulokset
1. Ongelmien tunnistaminen	
<ul style="list-style-type: none"><li>Hiljaisen aivoriihen periaate</li><li>Ideointilomakkeen käyttö</li></ul>	Lomakkeille kirjatut ongelmat
<ul style="list-style-type: none"><li>Hiljaisen aivoriihen periaate</li><li>Ideointilomakkeen käyttö</li><li>Avainsanojen käyttö</li></ul>	Lomakkeilta laadittu yhteenveto
<ul style="list-style-type: none"><li>Keskustelumuotoinen aivoriihi</li><li>Järjestelmällinen kohde kohteelta eteneminen</li></ul>	Täydennetty yhteenveto
2. Ongelmien arviointi	
<ul style="list-style-type: none"><li>Jatkokäsiteltävien ongelmien valinta</li><li>Ongelmien vakavuuden luokitusjärjestelmän muodostaminen</li></ul>	Luettelo jatkokäsiteltävistä ongelmista ja arviointikriteerit
<ul style="list-style-type: none"><li>Käsiteltäväksi valittujen ongelmien syiden ja seurausten selvittäminen</li><li>Ongelmien vakavuusluvun arviointi</li></ul>	Ongelmien syyt ja seuraukset sekä vakavuusluvut kirjattuina analyysilomakkeille
3. Toimenpide-ehdotusten ideointi	
<ul style="list-style-type: none"><li>Keskustelumuotoinen aivoriihi</li></ul>	Toimenpide-ehdotukset kirjattuina analyysilomakkeille

Aivoriihiyöskentely aloitetaan siten, että työryhmän jäsenet kirjaavat noin viiden minuutin aikana kolme mielessään olevaa tuotteeseen liittyvää ongelmaa lomakkeelle. Tämän jälkeen lomakkeita kierrätetään siten, että kukin antaa lomakkeensa toiselle työryhmän jäsenelle. Ongelmien kirjaamista ja lomakkeiden vaihtoa jatketaan, kunnes uusia ongelmia ei enää löydetä. Määrälliseksi vähimmäistavoitteeksi asetetaan yleensä lomakkeen täyttyminen. Työskentelytapaa kutsutaan hiljaiseksi aivoriiheksi. Aivoriihen tavoitteena on saada nopeasti kerättyä työryhmän jäsenillä jo tiedossa olevat tuotteen ongelmat. Samalla työryhmän jäsenet saavat virikkeitä toisten kirjaamista ongelmista ja ajatuksista.

Ongelmien etsimisen toisessa vaiheessa (kuva 4) työryhmän vetäjä ohjaa ideointia antamalla virikkeitä erilaisia avainsanoja (taulukko 5). Avainsanoja kehitettäessä on tarkasteltava tuote ja sen käyttäjä ajateltu yksiköksi, joka tehtävänsä toteuttaessaan käsittelee aineita, energiaa ja tietoa. Tarkasteltavaan yksikköön voidaan ympäristöstä kuvitella tulevan energiavirtoja (esimerkiksi auringon lämpösäteily, tuuli, pakkanen yms.), ainevirtoja (esimerkiksi lumi, sade) ja tietovirtoja (esimerkiksi ohjeet, kokemukset), joilla voi olla haitallinen vaikutus tarkasteltavaan yksikköön (tuotteeseen tai käyttäjään). Avainsanaluettelon ja erityisesti niiden yhdistelmien tavoitteena on auttaa tuotteen, sen käyttäjän ja ympäristön vuorovaikutustilanteeseen liittyvien ongelmien tunnistamisessa.

<sup>2</sup> Luvun ovat kirjoittaneet Markku Reunanen & Matti Vuori, VTT Automaatio



Taulukko 5. Tuotteen potentiaalisten ongelmien avainsanaluettelo.

Luokka	Ongelma	Avainsana
A	Vuodenajat ominaisuuksineen	Sade, vesi, tulva, lumi, jää, routa, pakkanen, helle, aurinko, ukkonen
B	Käyttöympäristö	Liikenne, liikkuminen, rakennukset, rakenteet
C	Materiaalit, energia	Valmistusmateriaalit, prosessimateriaalit, apuaineet, materiaalien kuljetus ja varastointi, puolivalmisteiden kuljetus ja varastointi
D	Valmistusprosessi	Käyttöönotto, koekäyttö, käyttöhäiriö, valvonta, tarkastus, kunnossapito, korjaus, sisäiset kuljetukset ja varastointi, puhdistus, siivous, taito
E	Tiedonkulku	Tiedot, kokemukset, kiire, loma, lakko, hätätilanne, poikkeustilanne, vieraat, ymmärtäminen
F	Keskittymät	Henkilökeskittymä tai -harventuma, tietokeskittymä tai -harventuma, omaisuuskeskittymä, energiakeskittymä, liikennekeskittymä, muu keskittymä
G	Muut	Vika, vaurio, vuoto, tukos, palo, räjähdys, karkaava reaktio, myrkyllisyys, säteily, sähköisku, tukehtuminen, melu, mekaaninen värähtely

Ongelmien tunnistamisen ensimmäisen ja toisen vaiheen jälkeen kannattaa ongelmat ryhmitellä esimerkiksi valmistusprosessin mukaisesti. Viimeisessä tunnistamisvaiheessa keskitytään tuotteen yksityiskohtaiseen tarkasteluun keskustelumuotoisessa aivoriihessä. Työryhmän vetäjä ohjaa ajatuksia käyttäen apuna kaaviota tuotteen valmistusprosessista ja toimintaperiaatteesta. Viimeisen tunnistamisvaiheen tavoitteena on tunnistaa koko tuotteen elinkaaren aikana esiintyvät ongelmat mahdollisimman kattavasti.

Ongelmien arviointivaihe voidaan kiteyttää ongelman aiheuttaman riskin määrittämiseen ja arvioimiseen. Riskin suuruuden määrittämisessä ja sen merkityksen arvioimisessa voidaan käyttää luvussa 3.2 esitettyä menetelmää. Arviointivaiheessa valitaan ensin jatkokäsiteltävät ongelmat karkealla valintamenettelyllä. Ongelmat voidaan luokitella esimerkiksi seuraavasti:

- Luokka A; jatkokäsittelyä edellyttävät ongelmat,
- Luokka B; vanhat ja luotettavasti jo hallinnassa olevat ongelmat sekä mielikuvitusongelmat
- Luokka C; hyväksyttävät "pikkuongelmat".

Jatkokäsittelyyn valituille eli luokan A ongelmille ideoidaan ehdotuksia niiden hallitsemiseksi optimaalisella tavalla. Ongelmien yksityiskohtainen tarkastelu antaa usein valmiita toimenpide-ehdotuksia sekä paljastaa ongelma-alueet, joiden tarkasteluun tulee soveltaa yksityiskohtaisempia analyysimenetelmiä.



## 6.3 Vaaraluettelot / tarkistuslistat

Vaaraluettelot ovat käyttökelpoisia tarkistuslistoja useiden menetelmien kanssa yhdessä käytettynä. Sellaisenaan niiden puute on, että vaaroja ei systemaattisesti kytketä toimintaan, tuotteen käyttöön tai tuotteen rakenteelliseen osaan.

Seuraavassa on esimerkkinä standardin SFS-EN 414 Liite A:n mukainen vaaraluettelo:

### 1 Mekaaniset vaaratekijät

Aiheuttajina esimerkiksi koneenosien tai työkappaleiden muoto, suhteellinen sijainti, massa ja vakavuus (osien potentiaalienergia), massa ja nopeus (osien liike-energia), riittämättömän mekaaninen lujuus, potentiaalienergian varastoituminen joustaviin osiin (jousiin) tai paineenalaisiin nesteisiin tai kaasuihin taikka tyhjiöön.

- 1.1 Puristumisvaara
- 1.2 Leikkautumisvaara
- 1.3 Viiltovaara
- 1.4 Takertumisvaara
- 1.5 Nieluunjoutumis- tai loukkuunjäämisaara
- 1.6 Iskuvaara
- 1.7 Pisto- tai puhkaisuvaara
- 1.8 Kitka- tai hiertymisaara
- 1.9 Korkeapaineisen neste- tai kaasusuihkun vaara
- 1.10 Osien sinkoutuminen (koneen, työkappaleen tai työstettävän materiaalin)
- 1.11 Vakavuuden menettäminen (koneen tai koneenosien)
- 1.12 Koneiden yhteydessä esiintyvät liukastumis-, kompastumis- ja putoamisvaarat (niiden mekaanisen luonteen vuoksi)

### 2 Sähköstä johtuvat vaaratekijät, esimerkiksi:

- 2.1 Kosketus jännitteisiin osiin (suora tai epäsuora)
- 2.2 Sähköstaattiset ilmiöt
- 2.3 Lämpösäteilystä tai muista lämpöilmiöistä, kuten sulaneiden osasten sinkoutumisesta sekä oikosulkujen, ylikuormitusten tms. aiheuttamista kemiallisista vaikutuksista
- 2.4 Ulkoisista vaikutuksista sähkölaitteisiin

### 3 Lämpötilasta johtuvat vaaratekijät, joista seuraa:

- 3.1 Palo- tai paleltumisvammoja, joita aiheuttavat koskettaminen, liekit tai räjähdykset sekä lämpösäteily
- 3.2 Kuumun tai kylmän työympäristön aiheuttamia terveyshaittoja

### 4 Melun aiheuttamat vaaratekijät, joista seuraa:

- 4.1 Kuulon heikkenemistä (kuuroutta), muita fysiologisia häiriöitä (esimerkiksi tasapainon menettämistä, tarkkaavaisuuden heikkenemistä)
- 4.2 Häiriöitä puheen ymmärtämisessä, äänimerkkien kuulemisessa jne.

### 5 Tärinän aiheuttamat vaaratekijät

Seurauksena on erilaisia hermoston ja verenkierron häiriöitä.

### 6 Säteilystä johtuvat vaaratekijät, joita aiheuttavat erityisesti:

- 6.1 Valokaaret
- 6.2 Laserit
- 6.3 Ionisoivat säteilylähteet
- 6.4 Suurtaajuista sähkömagneettikenttää käyttävät koneet

### 7 Vaaratekijät, joita aiheuttavat koneiden työstämät, käyttämät tai päästämät aineet, esimerkiksi:

- 7.1 Vaaratekijät, jotka ovat seurausta haitallisten nesteiden, kaasujen, sumujen, huujujen ja pölyjen kosketuksesta tai hengittämisestä
- 7.2 Tulipalon tai räjähdyksen vaara
- 7.3 Biologiset tai mikrobiologiset vaarat (virus- tai bakteeriperäiset)

**8 Ergonomisten periaatteiden huomiotta jättämisestä koneensuunnittelussa aiheutuneet vaaratekijät (koneen yhteensopimattomuus ihmisen ominaisuuksiin ja kykyihin) ovat seurausta esimerkiksi:**

- 8.1 Epäterveellisistä asennoista tai liiallisesta ponnistelusta
- 8.2 Ihmisen käden tai jalan rakenteen riittämättömästä huomioon ottamisesta
- 8.3 Henkilönsuojainten käyttämättä jättämisestä
- 8.4 Riittämättömästä paikallisvalaistuksesta
- 8.5 Henkisestä yli- tai alikuormituksesta, stressistä jne.
- 8.6 Inhimillisestä erehdyksestä

## **9 Vaaratekijöiden yhdistelmät**

**10 Energiansyötön vikaantumisen, koneenosien rikkoontumisen ja muiden toimintahäiriöiden aiheuttamat vaaratekijät, esimerkiksi:**

- 10.1 Energiansyötön vika (käyttö- tai ohjauspiireissä)
- 10.2 Odottamattomat koneenosien sinkoutumiset tai nesteiden taikka kaasujen purkautumiset
- 10.3 Ohjausjärjestelmän vikaantuminen, virhetoiminto (odottamaton käynnistyminen, odottamaton toiminta-alueen ylittyminen)
- 10.4 Asennusvirheet
- 10.5 Kaatuminen, koneen vakavuuden odottamaton menettäminen

**11 Vaaratekijät, jotka johtuvat esimerkiksi seuraavien turvallisuuteen liittyvien toimenpiteiden tai välineiden (tilapäisestä) puuttumisesta tai virheellisestä sijoittamisesta:**

- 11.1 Kaikenlaiset suojukset
- 11.2 Kaikenlaiset turvallisuuteen liittyvät (suoja)laitteet
- 11.3 Käynnistys- ja pysäytyslaitteet
- 11.4 Turvallisuusmerkinnät ja -signaalit
- 11.5 Kaikenlaiset tiedotus- ja varoituslaitteet
- 11.6 Energiansyötön katkaisevat laitteet
- 11.7 Laitteet hätätilanteita varten
- 11.8 Työkappaleiden syöttö- ja poistolaitteet
- 11.9 Turvallista säätöä tai huoltoa varten tarpeelliset laitteet ja varusteet
- 11.10 Kaasujenpoistolaitteet jne.

## 7 Tuotteen rakenteellinen turvallisuus

### 7.1 Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)

**Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)** on tuotteen toimintavarmuuden analysointimenetelmä. Se on tarkoitettu sellaisten vikojen tunnistamiseen, joiden seurauksilla on merkittävä vaikutus tarkasteltavan järjestelmän suorituskykyyn. Menetelmä sopii ensisijaisesti materiaali- ja laitevikojen tarkasteluun. Sitä voidaan soveltaa erilaisista tekniikan aloista (sähkö-, kone-, hydrauliteknikasta ym.) ja niiden yhdistelmistä koostuviin järjestelmiin sekä myös ohjelmistojen ja inhimillisten tekijöiden tutkimiseen. Tarkastelun voi tehdä yksi menetelmän tunteva laatija.

VVA:ssa tarkasteltava tuote jaetaan riittävän yksinkertaisiin komponentteihin ja osajärjestelmiin, joille voidaan määrittää vioittumistavat. Komponentti tai osajärjestelmä, vioittumistapa, sen aiheuttaja ja vioittumisen vaikutus tuotteen toimintaan kirjataan lomakkeelle (kuva 5). Samalle lomakkeelle voidaan kirjata parannusehdotukset, esimerkiksi valmistusmateriaalin tai konstruktion muuttaminen (tekstinkäsittelyohjelmassa on sarakkeiden lisääminen helppoa omien tarpeiden mukaisesti). Myös vian ja siihen liittyvien korjaavien toimenpiteiden tärkeyttä voidaan arvioida ja kirjata VVA-lomakkeelle (kuva 6). Yhden komponentin tai osajärjestelmän analysoimiseen kuluu aikaa noin 0,25 - 1 h. Vika- ja vaikutusanalyysiä on kuvattu tarkemmin standardissa SFS 5438.

**Kirjallisuutta:**

SFS 5438. 1988. Järjestelmän luotettavuuden analysointimenetelmät. Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA). Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. 10 s. + liitt. 2 s.

<b>Vika- ja vaikutusanalyysi Järjestelmä/tuote:</b>	<b>Sivu: 1(1) Laatijat:</b>
<b>Osajärjestelmä:</b> Lamppu	<b>Tämän sivun täyttöpäivämäärä:</b>

Osa ja vioittumistapa	Vian syy	Seuraukset	Kommentteja
Lamppu palaa	Tuuletin ei päällä	Näytettävä kuva ei näy Lamppu vaihdettava	Yhteinen kytkin tuulettimelle ja lampulle
Eristeet palavat	Tuuletin ei päällä	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tulipalo</li> <li>Jännite runkoon -&gt; sähköisku</li> </ul>	

Kuva 5. Yksinkertainen VVA-lomake.

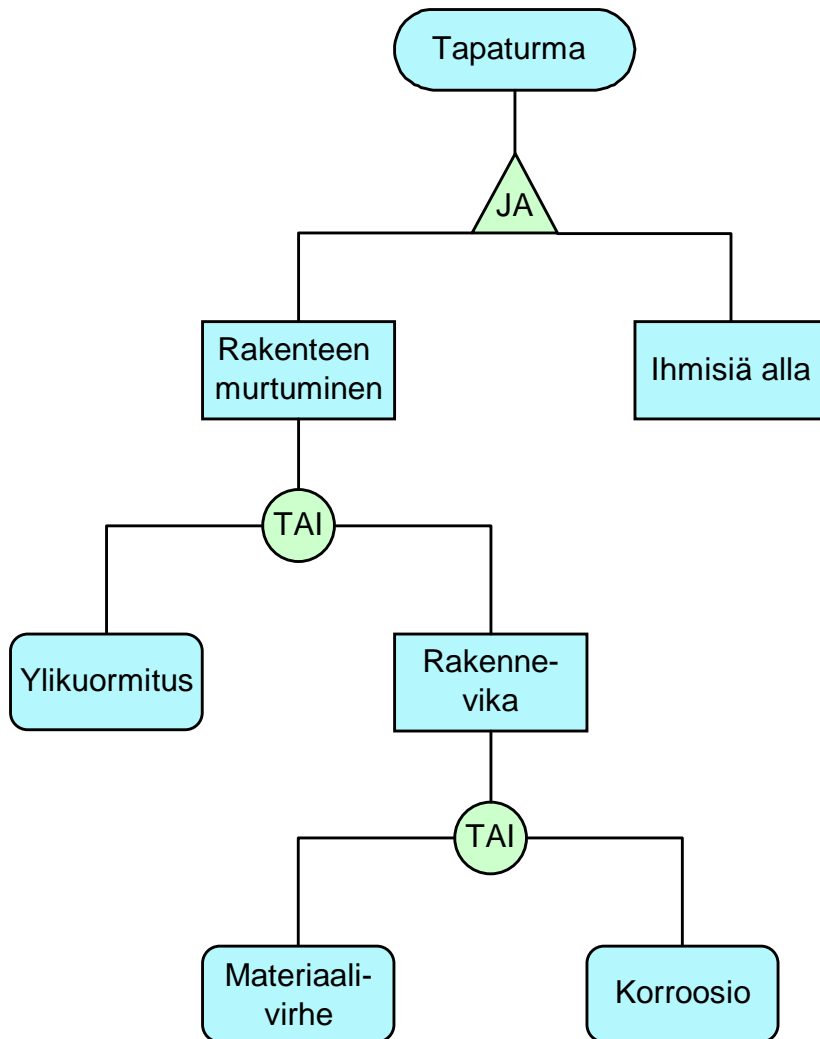
<b>Vika- ja vaikutusanalyysi Järjestelmä/tuote:</b>	<b>Sivu: 1(1) Laatijat:</b>
<b>Osajärjestelmä:</b> Lamppu	<b>Tämän sivun täyttöpäivämäärä:</b>

Osan no.	Osan nimi	Osa ja vioittumistapa	Vian syy	Seuraukset	Prioriteetti	Parannusehdotukset	Huom

Kuva 6. Monimutkaisempi VVA-lomake.

## 7.2 Vikapuuanalyysi

**Vikapuuanalyysi** on kehitetty järjestelmävikaan tai mahdollisiin henkilövahinkoihin johtavien vikayhdistelmien selvittämiseksi monimutkaisemmissa järjestelmissä. Vikapuun rakentaminen aloitetaan valitsemalla ensin huipputapahtuma, joka yleensä on jokin ei-toivottu tuotteen vikaantumistapa, häiriö tai vaarallinen tapahtuma (kuva 7). Huipputapahtumalle etsitään syitä, jotka johtavat yhdessä tai erikseen kyseessä olevaan ei-toivottuun tulokseen. Näin rakennetaan vikapuuta taso tasolta tarkemmaksi, kunnes päädytään perustapahtumiin. Perustapahtumat ovat vikapuun arviointia varten riittävän yksityiskohtaisia tai sellaisia, joille voidaan löytää esimerkiksi vikaantumisen esiintymistajuuus. Vikapuun rakentamiseen ja ratkaisemiseen on kehitetty useita tietokoneohjelmia, jotka mahdollistavat myös suurten vikapuun hallinnan.



Kuva 7. Yksinkertaistettu esimerkki vikapuusta, joka tarkastelee erään tapaturmamahdollisuuden syitä.

Vikapuuanalyysia voidaan käyttää jo tuotteen varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Menetelmä on varsin työvälinäinen ja tuloksen onnistuneisuus riippuu tekijän taidoista ja kyvystä nähdä ei-toivotut tapahtumat. Ei-toivotuja tapahtumia etsitään yleensä ensin karkeammilla tuotevahinkoriskien analysointimenetelmillä, kuten alustavalla vaara-analyysillä ja tuotteen potentiaalisten ongelmien analyysillä.

### Kirjallisuutta:

Ervamaa, J., Mankamo, T., Suokas, J. 1979. Luotettavuustekniikka. Helsinki: Insinööritieto Oy. 326 s.

## 7.3 Poikkeamatarkastelu (HAZOP)

**Poikkeamatarkastelu (HAZOP)** auttaa sellaisten robustien tuotteiden kehittämisessä, jotka toimivat myös tavallisesta poikkeavissa tilanteissa käytön tai toimintaan vaikuttavien tekijöiden vaihdellessa. Poikkeamatarkastelun lähtökohdaksi on normaalityyppisen turvallinen järjestelmä. Järjestelmän toimintaparametreihin – tyypillisesti vaikkapa paine – oletetaan syntyvän suunnitellusta poikkeavia tiloja, jolloin järjestelmä ei enää välttämättä ole turvallinen tai luotettava, tai laatu heikkenee. Menetelmää käytetään tyypillisesti työryhmässä, jossa on eri alueiden asiantuntijoita. Poikkeamatarkastelu kehitettiin 1970-luvulla Englannissa kemian teollisuuden käyttöön. Menetelmä soveltuu kuitenkin myös tuotteiden analysointiin. Poikkeamatarkastelua on käytetty myös ihmisten toimintajärjestelmien – joissa koneilla ja laitteilla on vain sekundaarinen osuus – analysoimiseen. Menetelmä on järjestelmällisesti etenevä ja suhteellisen yksinkertainen (kuva 8).

<b>Vika- ja vaikutusanalyysi</b> <b>Järjestelmä/tuote:</b>	<b>Sivu: 1(1)</b> <b>Laatijat:</b>
<b>Osajärjestelmä:</b> Lamppu	<b>Tämän sivun täyttöpäivämäärä:</b>

Poikkeama	Mahdolliset syyt	Seuraukset	Toimenpiteet

Kuva 8. Poikkeamatarkastelulomake.

Analyysissä pyritään ideoinnin avulla löytämään kaikki mahdolliset muutokset prosessisuureissa. Apuna käytetään johdattelevia avainsanoja ja niiden johdannaisia:

- Ei, ei yhtään, ei mitään, puutteellinen.
- vähemmän, alempi, liian vähän, liian alhainen.
- Enemmän, korkeampi, liian paljon, liian korkea.
- Osittain, osaksi.
- Lisäksi, samalla tavalla, yhtä hyvin, yhdessä.
- Jonkin häiriön vuoksi, jonkin vaikutuksesta, likaantumisen takia.
- Jonkin sijasta, jokin muu.
- Vastakkainen, käännteinen, väärä suunta.
- Aikaisemmin, liian aikaisin.
- Myöhemmin, liian myöhään.

Poikkeamatarkastelu tähtää ongelmien tunnistamiseen ja siinä ei esitetä riskin suuruudelle numeerista arviota. Se suosii täydellisyyteen pyrkivää lähestymistapaa riskienhallinnassa. Tämä onkin suositeltavaa prosessiteollisuuden potentiaalisten vahinkojen suuruuden vuoksi ja muilla teollisuuden aloilla tärkeää markkinoiden vaativuuden vuoksi.

Ongelmien löydyttyä etsitään keinoja niiden poistamiseksi. Yleensä pyritään poikkeaminen syiden hallitsemiseen, ja vasta sitten yritetään hallita näkyvä poikkeama – sehän on vain oire jostakin ongelmasta.

# 8 Tuotteen toiminnallinen turvallisuus

## 8.1 Toimintovirheanalyysi (TVA)

### 8.1.1 Johdanto

Inhimilliset virheet ovat keskeinen tuoteturvallisuuden riskitekijä. Niiden välttämiseen ei riitä pelkkä standardien mukaan suunnitteleminen. Tuotteen käyttövirhesietoisuutta ja virheiden syitä on tarkasteltava yksityiskohtaisesti ja järjestelmällisesti, jotta tuotteen riittävästä turvallisuudesta voidaan olla varmoja ennen tuotteen laskemista markkinoille.

Käyttövirheet ja tuotteen ongelmat, joista virheet johtuvat, ovat myös keskeinen tuotteen käytettävyyteen ja käyttäjätyytyväisyyteen vaikuttava tekijä. Poistamalla tuotteesta virheiden syntyyn vaikuttavat tekijät saadaan siten paitsi tuote, jota voidaan ilman tuotevastuun lankeamista laskea markkinoille, myös tuote, jolla on menestymisen edellytykset. Tuotteen käytön virhemahdollisuuksien analyysiä voidaan pitää välttämättömänä kaikille tuotteita valmistaville yrityksille, ei pelkästään huipputuotteeseen pyrkiville.

Tuotteen toimintovirheanalyysi (lyhenne TVA) on menetelmä käyttövirheiden tarkasteluun. Sen avulla löytyvät:

- Mahdolliset virheet ja ongelmat tuotteen käytössä.
- Virheiden taustalla olevat tuotteen, mm. ergonomiset "ansat".

Tarkastelun yhteydessä voidaan myös tehdä systemaattinen "ennakoitavissa olevien väärinkäyttömahdollisuuksien analysointi". Menetelmä vaatii erityisosaamista, joten on suositeltavaa, että ensimmäinen analyysikerta tehdään osaavan konsultin opastuksella – näin voidaan ensimmäisellä kerralla oppia analyysin tekeminen. Oma osaaminen voidaan myös hankkia erillisen koulutuksen kautta. Kunnan yritykseen on luotu riittävä osaaminen, analyysien laadinta ei lisää tuotekehityskustannuksia merkittävästi, koska suuri osa resursseista kuluu käyttötehtävien miettimiseen, mikä olisi tehtävä muutenkin.

#### **Toimintovirheanalyysin etuja ovat:**

- Käyttövirheiden mahdollisuuksien järjestelmällinen etsiminen ja tunnistaminen, mikä mahdollistaa turvallisen tuotteen
- Tämä pienentää tuoteprojektin riskejä, erityisesti tuotevastuuriskiä
- Auttaa poistamaan käytön "kitkatekijöitä" ja tekemään helppokäyttöisen tuotteen, tuotteen jonka käytettävyyden on hyvä
- Virheiden vaikutusten arviointi tuotteen toiminnan ja käytön kannalta
- Saadaan tietoa virheet mahdollistavista puutteista tuotteessa
- Auttaa kehittämään tuotteen käyttö- ja ohjauslaitteita sekä käyttöohjeita
- Suhteellisen yksinkertainen käyttää, mikäli tarkasteltava tehtävä voidaan jaotella selkeästi erillisiksi toiminnoiksi
- Dokumentoi tuotteen suunnittelua ja auttaa suunnittelijoita jakamaan tietoa
- Dokumentoi vaarojen analysoinnin, mikä on tärkeää tuotevastuun kannalta

#### **Toimintovirheanalyysin rajoituksia ovat:**

- Tarkastelussa ovat vain toimintovirheet. Kuten kaikki turvallisuusanalyysit, tämäkin vaatii tuekseen muiden menetelmien käyttöä
- Soveltuu parhaiten tarkasti määriteltyjen toimintosarjojen tutkimiseen
- Ei sisällä virhetodennäköisyyksien arviointia

Toimintovirheanalyysi soveltuu useimpien tuotteiden kaikkien käyttötehtävien tarkasteluun. Tarkastelun kohteena voi olla esimerkiksi:

- Normaalit tuotteen käyttötilanteet (tuotteen ensisijainen käyttötapa)
- Käyttöönotto
- Kuljetuksen valmistelu
- Häiriönpoisto
- Kulutusosien vaihto
- Kunnossapito.

Tuotteesta pitääkin yleensä analysoida kaikki käyttötehtävät.

## 8.1.2 Menetelmän yleiskuvaus

**Toimintovirheanalyysillä** tunnistetaan yksittäisten käyttötehtävien ja niiden vaiheiden suorittamisessa esiintyviä virheitä ja ongelmia sekä niiden vaikutuksia tuotteeseen, käyttäjään ja käyttöympäristöön. Samalla selvitetään virhemahdollisuuksien syyt ja mahdollisuudet ongelmien poistamiseen tuotetta tai käyttöohjeita kehittämällä. Toimintovirheanalyysissä tarkastellaan yhtä työtehtävää ja sen vaihetta kerrallaan.

Tuotteen käyttötehtävien vaiheet jaetaan normaalisti sellaisiin toimintoihin, joissa 1) käyttäjä aikoo tehdä tuotteelle jotain ja 2) tekee tuotteelle tai tuotteella jotain. Usein seurauksena on tuotteen jonkinlainen toimintatilan muutos (esimerkiksi virran kytkeminen päälle tuotteeseen). Käyttöä tarkastellaan tehtävän vaihe ja toiminto kerrallaan ja kyseeseen tulevat virhemahdollisuudet käsitellään kunkin toiminnon kohdalla. Virhemahdollisuudet tunnistetaan käymällä kunkin toiminnon kohdalla läpi erilaisten virhetyyppien luettelo.

### Näkyvien virhemahdollisuuksien luettelo

- Toiminto **jää suorittamatta**  
*Esim. virtaa ei kytketä päälle; virtaa ei katkaista kunnossapitotyöhön ryhdyttäessä*
- Toiminto **myöhästyy**  
*Esim. laite odottaa jotain reaktiota vain tietyn aikaa; laitteen tila muuttuu ja toiminnon vaikutus ei enää olekaan toivottu*
- Toiminto **liian aikaisin**  
*Esim. yritetään käyttää laitetta liian pian virran kytkemisen jälkeen; avataan laite liian pian virran pois kytkemisen jälkeen*
- Toiminto **on väärä tai puutteellinen**  
*Esim. virta sammutetaan, kun se pitäisi kytkeä päälle; hallintalaitetta käytetään väärään suuntaan; ei kiristetä riittävästi*  
*avainsanoja: liian paljon, vähän, pitkä, lyhyt, nopea, hidas, väärä suunta*
- Toiminto **tehdään väärälle kohteelle**  
*Painetaan esim. väärää nappia; kytketään väärä liitin*  
*avainsanoja: samaa tyyppiä, samannäköinen, yhteensopiva, samanlaisessa ympäristössä, vieressä, väärät vihjeet, väärät ohjeet, tuttu*
- Toiminto **on ylimääräinen**  
*Oikean toiminnon lisäksi tehdään jokin haitallinen, ylimääräinen toiminto, esim. avataan oikean venttiilin lisäksi toinen venttiili*
- Toimintojen **väärä järjestys**  
*Esim. kytketään sähkölaitteisiin virta väärässä järjestyksessä; asetetaan laitteen toimintaparametrit väärässä järjestyksessä; kootaan väärässä järjestyksessä*

Toimintovirheiden tunnistaminen ei edellytä ihmisen sisäisten virhemekanismien ja niihin vaikuttavien tekijöiden tunnistamista. Toimintovirheen mahdollisuuden poistaminen tai pienentäminen sen sijaan onnistuu sitä paremmin, kun enemmän tiedetään ihmisen käyttäytymisestä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Toimintovirheanalyysin tavoitteena ei ole virheen tekijän vaan ihmiselle luonteenomaisten virhesuoritusten ja niiden vaikutusten tunnistaminen.

Analyysissä selvitetään mahdollisten virheiden syyt ja seuraukset. Löydettyjen toimintovirhemahdollisuuksien seuraukset määritetään aina sille tasolle asti, jossa toimintovirheen vaikutukset tuotteen toimintaan, henkilöturvallisuuteen ja ympäristöön käyvät ilmi.

Usein on olennaista, miten käyttäjä havaitsee tehdyn virheen, jotta virhe saadaan korjattua ja tapahtumaketju saadaan pysäytettyä.



Jos ongelma osoittautuu vakavaksi, harkitaan toimenpiteitä virheen välttämiseksi ja seurausten lieventämiseksi. Analyysin tulokset kirjataan sitä varten laaditulle lomakkeelle (kuva 9).

Vielä kaksi huomautusta:

- Toimintovirheanalyysin analyyttiset ominaisuudet ovat vain runko, jolla kootaan hallitusti analysoijien tietotaito ja kokemus. Menetelmä edellyttää asiantuntevaa laatijajoukkoa, jotta tulokset olisivat laadukkaita.
- Analyysi on osa tuotekehitysprosessia. Analyysistä ei ole suurtakaan hyötyä, jos sen pohjalta ei kehitetä tuotetta.

**Toimintovirheanalyysi on keino tuoda syvällistä tuoteturvallisuus- ja inhimillisten tekijöiden osaamista tuotekehitykseen!**

Kirjallisuutta:

Vuori, M. 1995. Tuotteen toimintovirheanalyysi – menetelmän kuvaus ja käyttöohjeet. Tampere: VTT Valmistustekniikka, Julkaisematon. 19 s.

Salo, H. 1984. Inhimillisistä virhetoiminnoista aiheutuvien vaaratilanteiden toimintovirheanalyysi. Espoo: VTT, Tiedotteita 339. 61 s. + liitt. 6 s.

<b>Toimintovirheanalyysi Järjestelmä/tuote:</b>	<b>Sivu: 1(1) Laatijat:</b>
<b>Käyttötehtävä:</b>	<b>Tämän sivun täyttöpäivämäärä:</b>
<b>Tehtävän vaihe-/ tuotteen tai järjestelmän tila:</b>	

Käyttäjän toiminto (OK-toiminto)	Mahdollinen virhetoilinto	Virheen seuraukset (Välttömät ja välilliset)	Miten käyttäjä huomaa tehdyin virheen?	Miten virheeseen on va- rauduttu tuotteen suunnit- telussa	Parannustoimenpiteet

Kuva 9. Esimerkki tuotteen toimintovirheanalyysin kirjauslomakkeesta.

## 8.2 Tuotteen väärinkäyttöanalyysi

Tuotteen väärinkäyttöanalyysi on menetelmä, jolla voidaan täyttää vaatimukset kuviteltavissa olevien väärinkäyttömahdollisuuksien huomioonottamisesta tuotteen suunnittelussa.

Oleennaista tarkastelussa on:

- Minkä tahansa tuotteen komponentin mahdollinen väärinkäyttö
- Epätodennäköistenkin mahdollisuuksien arviointi
- Väärinkäyttömahdollisuudet epätavallisissa olosuhteissa, epätavallinen käyttäjä
- ”Normaalit väärinkäyttömahdollisuudet”: liiallinen kuormitus, väärän työkalun käyttö, suojuksen poistaminen
- Vandalismi
- Väärinkäyttö missä tahansa työtehtävässä
- Miettiä ongelmat ko. käyttäjälle ja muille käyttäjille.

Analyysi kannattaa tehdä jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa ja toistaa viimeiselle prototyypille, koska väärinkäyttömahdollisuuksiin vaikuttavat pienetkin tuotteen yksityiskohdat.

Tarkastelu lähtee kaikkien käyttötilanteiden (ml. huoltotehtävät) määrittelystä ja jakamista vaiheisiin (kuva 10). Kuhunkin vaiheeseen mietitään väärinkäytön mahdollisuudet ja niiden hallinta tuotteen (ml. sen merkinnät, varoitukset ja käyttöohjeet) kehittämisen keinoin. Tämä menetelmä on yleinen, asiantuntijoiden tai työryhmän ongelmien havaitsemiseen ja ideointiin perustuva. Siihen on mahdollista liittää elementtejä Tuotteen toimintovirheanalyysistä, jolloin voidaan ottaa systemaattisemmin huomioon tuotteen informaatioergonomiset seikat (esimerkiksi hallintalaitteiden palautteen väärinymmärtämisestä aiheutuvat virheet).

Väärinkäyttöanalyysi Järjestelmä/tuote:	Sivu: 1(1) Laatijat:
Käyttövaihe toiminta-alue, elinjakson vaihe:	Tämän sivun täyttöpäivämäärä:

Väärinkäyttö tai virheoiminto	Syyt, myötävaikuttavat tekijät	Todennäköisyys	Seuraukset	Suosituksset/tuotteen parannukset

Kuva 10. Esimerkki tuotteen väärinkäyttöanalyysin kirjauslomakkeesta. (Kirjaukset voidaan merkitä juoksevalla numeroinnilla, jolloin viittaus taulukon riveillä oleviin asioihin helpottuu)

## 8.3 Työn turvallisuusanalyysi (TTA)

Työn turvallisuusanalyysi on suunniteltu teollisten työtehtävien tarkasteluun, mutta sopii erinomaisesti erilaisten tuotteiden käytön tarkasteluun.

Työn turvallisuusanalyysi jakaa tuotteen käyttötehtävän osiin ja pyrkii sitten löytämään kuhunkin työvaiheeseen liittyvät vaarat, niiden syyt ja torjuntamahdollisuudet (kuva 11). Työn havainnointi tehdään joko työtä katselemalla tai videon perusteella. Arviointi tehdään usein työryhmässä. Vaarojen etsimisen apuna käytetään yleensä erilaisia tarkistuslistoja.

Vaarat yleensä pisteytetään, jotta toimenpiteet osataan kohdistaa pahimpiin riskeihin. Vaaroille arvioidaan mahdollisen tapaturman todennäköisyys (P) ja vakavuus (C). Tapaturmariski lasketaan näiden tulona.

*Taulukko 6. Tapaturman tapahtumataajuus ja vastaava riskin määrittämisessä käytetty tunnusluku.*

Tapaturmataajuus (P)	Tunnusluku
Vaara kokonaan poistettu	0
Harvemmin kuin kerran 10 vuodessa	0.1
Kerran 10 vuodessa	1
Kerran 3 vuodessa	3
Kerran vuodessa	10
Useita kertoja vuodessa	30

*Taulukko 7. Tapaturman vakavuus ja vastaava riskin määrittämisessä käytetty tunnusluku.*

Seurausten vakavuus (C)	Tunnusluku
Vähemmän kuin kolme sairauspäivää	1
3-7 sairauspäivää	5
8-29 sairauspäivää	15
30-300 sairauspäivää	70
Yli 300 sairauspäivää, kuolema	500

Sattumistaajuuksille valitut tunnusluvut perustuvat oletukseen, että tapaturmariski kasvaa lineaarisesti tapaturman sattumistaajuuden kasvaessa. Seurausten vakavuudelle annetut tunnusluvut ovat Suomen paperiteollisuudessa, kunkin vakavuusluokan tapaturmista keskimäärin aiheutuneiden työstä poissaolopäivien lukumääriä. Näiden käyttö perustuu oletukselle että keskimääräisten poissaolopäivien lukumäärät ovat kutakuinkin samoja kaikilla teollisuuden aloilla ja että tapaturmariski kasvaa lineaarisesti seurausten vakavuuden kasvaessa.

Muu menetelmää kuvaileva kirjallisuus käyttää yleensä logaritmistä skaalaa, eli 1 ... 5. Tässä esitetty lineaarinen skaala painottaa vakavia vaaroja realistisemmin.

Lomaketta voidaan täydentää esimerkiksi toimenpidevastuu-sarakkeella ja muiden kuin tapaturmariskien luokittelulla, jos tähän on yrityksessä tarvetta. Samoin voidaan sarakeotsikoita muuttaa siten, että esimerkiksi "vaara"-sarakeeseen voidaan samalla kirjata muunkinlaisia ongelmia: "Vaara" -> "Vaarat, ongelmat, hankaluudet".

### **Kirjallisuutta:**

Suokas, J., Rouhiainen, V., Reunanen, M. & Nordlund, K. 1982. Työn turvallisuusanalyysin laatiminen. Espoo: VTT, Tutkimuksia 104.. 31 s. + liitt. 12 s.

<b>Työn turvallisuusanalyysi</b> Järjestelmä/tuote:	<b>Sivu: 1(1)</b> Laatijat:
<b>Käyttötehtävä:</b>	<b>Tämän sivun täyttöpäivämäärä:</b>

Tehtävän vaihe	Vaara (mitä voi sattua)	Vaaran syy (miksi)	P	C	Riski	Esitettävät parannustoimenpiteet (esim. tuotteen muuttaminen)

Kuva 11. Työn turvallisuusanalyysi-lomake.

## 8.4 Yleismenetelmä: Tuotteen käytettävyys- ja turvallisuusanalyysi

Edellä esitellyt menetelmät noudattavat:

- Samanlaista toimintaperiaatetta: toiminnan, tuotteen käytön jäsenitys, jossa vaiheisiin ja toimintoihin tehdään havaintoa.
- Samanlaista lomakerunkoa: vasemmassa sarakkeessa käyttötilanteen jäsenitys, sen vieressä havainnot ja viimeisenä sarake toimenpide-ehdotuksille.

Käytännön tuotekehityksessä ei ole realistista olettaa kaikkia menetelmiä käytettävän erikseen, vaan kaikki huomioon otettavat seikat voidaan käydä läpi yhdessä tarkastelussa (kuva 12). Tähän perustuu yleismenetelmä ”Tuotteen käytettävyys- ja turvallisuusanalyysi”. Siinä otetaan jokaiseen käytön vaiheeseen liittyen huomioon kaikki:

- Vaarat
- Mahdolliset inhimilliset virheet
- Väärinkäyttömahdollisuudet
- Ongelmat
- Käytettävyyspuutteet (ml. ergonomiset puutteet).

Näitä voidaan painottaa tilanteesta ja toimeksiannosta riippuen eri tavoin.

<b>Tuotteen käytettävyy- ja turvallisuusanalyysi</b> Tuote:	<b>Sivu: 1(1)</b> Laatijat:
--	--------------------------------

<b>Käyttötehtävä:</b>	<b>Tämän sivun täyttöpäivämäärä:</b>
-----------------------	--------------------------------------

Tehtävän vaihe (mitä käyttäjä tekee)	Huomio (ongelma, vaara) [positiiviset asiat hakasulkuihin]	Ongelman syyt (väärinkäyttö, virhe, tuotteen puute, vaara, puutteelliset tiedot)	Tapahtuman todennäköi- syys	Seurausten vakavuus	Riski	Esitettävät parannustoimen- piteet (esim. tuotteen muuttaminen)

Kuva 12. Tuotteen käytettävyys ja turvallisuusanalyysi-lomake.



## 9 Lakiin perustuvat koneiden turvallisuusvaatimukset

### 9.1 Konepäätös Vnp 1314/1994

Tärkein koneiden suunnittelussa huomioitava määräys on valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta Vnp 1314/1994. Päätös sisältää koneita koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset sekä koneiden vapaata markkinointia Euroopassa koskevat toimenpiteet. Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta (Vnp 1314/1994) on yhdenmukainen Euroopan Unionin uuden kone-direktiivin (98/37/EC) kanssa, jonka mukaan Euroopan Unionin ja EFTA-maiden alueella myytävien koneiden pitää toteuttaa direktiivin olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Toisaalta viranomaiset eivät saa estää vaatimustenmukaisten koneiden markkinointia missään EU ja EFTA-maassa. Arvioidessaan koneiden vaatimustenmukaisuutta, viranomaisten pitää käyttää yhdenmukaistettuja Eurooppalaisia standardeja.

### 9.2 Konepäätöksen soveltamisen kohteet

Konepäätös koskee seuraavia tuotteita:

- Koneet
- Koneyhdistelmät
- Koneen toimintaan muuttavat käyttäjän liittämät laitteet
- Turvakomponentit
- Nostoapuvälineet.

**Koneella** tarkoitetaan toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja jossa on tarvittavat hallintalaitteet sekä ohjaus- ja energiansyöttöpiirit. Kone on kokoonpantu tiettyjä toimintoja, kuten materiaalin työstöä, käsittelyä, siirtämistä tai pakkaamista varten.

**Koneella** tarkoitetaan myös:

- koneyhdistelmiä, jotka on tiettyjä toimintoja varten järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena
- sellaista toisen koneen toimintaa muuttavaa vaihdettavissa olevaa laitetta, jonka käyttäjä voi itse liittää tai kytkeä koneeseen tai erilaisiin koneryhmiin tai traktoriin, sikäli kuin tämä laite ei ole varaosa tai työkalu.

**Turvakomponentilla** tarkoitetaan tässä päätöksessä komponenttia, jonka tarkoituksena on, että sitä käyttämällä toteutetaan turvatoiminto ja jonka vikaantuminen tai toimintahäiriö saattaa aiheuttaa vaaraa alttiina oleville henkilöille.

Turvakomponentilla ei kuitenkaan tarkoiteta sellaista toisen koneen toimintaa muuttavaa vaihdettavissa olevaa laitetta, jonka käyttäjä voi itse liittää tai kytkeä koneeseen tai erilaisiin koneryhmiin tai traktoriin, sikäli kuin tämä laite ei ole varaosa tai työkalu.

**Nostoapuvälineet** ovat komponentteja tai laitteita, joita ei ole pysyvästi kiinnitetty koneeseen ja jotka on sijoitettu koneen ja kuorman väliin tai jotka on kiinnitetty kuormaan, jotta siihen voidaan tarttua. **Irtaimet nostoapuvälineet** auttavat muodostamaan tai käyttämään raksia kuten silmukkaruuvit, sakkelit, nostorenkaat, rengaspultit jne.

Konepäätöstä ei kuitenkaan sovelleta kaikkiin laitteisiin, jotka määritelmänsä mukaan voisi olla kone.

**Konepäätöstä ei sovelleta:**

- Yksistään käsivoimalla toimiviin koneisiin, ellei niitä käytetä kuormien nostoon tai laskuun
- Lääketieteelliseen käyttöön tarkoitettuihin koneisiin, jotka ovat suorassa kosketuksessa potilaaseen
- Huvipuistoissa käytettäviin erikoiskoneisiin
- Höyrykattiloihin, muihin paineastioihin ja säiliöihin
- Ydintekniseen käyttöön erityisesti suunniteltuihin tai käytettyihin koneisiin, joiden vikaantuessa saattaa syntyä radioaktiivinen päästö
- Koneen osana oleviin radioaktiivisiin lähteisiin
- Ampuma-aseisiin
- Bensiinin, dieselöljyn ja muiden palavien nesteiden ja vaarallisten aineiden varastosäiliöihin ja putkistoihin
- Kuljetusvälineisiin eli kulkuneuvoihin ja niiden perävaunuihin, jotka on tarkoitettu ainoastaan henkilökuljetukseen teillä, rautateillä, ilmaitse tai vesitse, kuten myös kuljetusvälineisiin, sikäli kuin ne on suunniteltu tavaroiden kuljetukseen yleisillä teillä, rautateillä, ilmaitse tai vesitse; kuitenkin siten, että ajoneuvot, joita käytetään kaivannaisteollisuudessa, kuuluvat tämän päätöksen piiriin
- Valtamerialuksiin ja liikkuviin avomeriyksiköihin sekä näissä aluksissa ja yksiköissä olevaan laitteistoon
- Köysiratoihin, mukaan lukien raiteilla kulkevat köysiradat, jotka on tarkoitettu yleiseen tai yksityiseen henkilökuljetukseen
- Traktoreihin, jotka määritellään pyörillä varustettujen maatalous- ja metsätraktoreiden tyyppihyväksyntää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annetun valtioneuvoston direktiivin (74/150/ETY) 1 artiklan 1 kohdassa
- Erityisesti sotilas- ja poliisikäyttöön suunniteltuihin ja rakennettuihin koneisiin
- Sellaisiin rakennuksiin ja rakennelmissa oleviin hisseihin, joilla on kiinteät pysähdystasot ja kori, joka liikkuu yli 15 asteen kulmassa vaakatasoon nähden olevien kiinteitä johteita pitkin, jotka kuljettavat
  - Henkilöitä
  - Henkilöitä ja tavaroita
  - Yksinomaan tavaroita, jos koriin voi päästä; toisin sanoen henkilö voi mennä korin sisälle vaikeuksitta; ja korin sisäpuolella on hallintaelimet tai korissa oleva henkilö ulottuu hallintaelimiin.
- Henkilöiden kuljettamiseen tarkoitettuihin hammastankovälitteisiin raideajoneuvoihin
- Kaivoskuiluissa käytettäviin nostolaitteisiin
- Näyttämönostimiin
- Henkilöiden tai henkilöiden ja tavaroiden nostamiseen tarkoitettuihin rakennushisseihin.

**Konepäätöstä ei myöskään sovelleta** koneeseen, johon liittyvä vaara on pääasiassa sähköstä johtuva. Lisäksi, jos koneen aiheuttamaan vaaraan liittyy jokin erityisdirektiivi, sovelletaan erityisdirektiiviä.

## 9.3 Konepäätöksen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten toteuttaminen

Koneita koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset on esitetty konepäätöksen (Vnp 1314/1994) liitteessä 1. Koneen suunnittelijan pitää tunnistaa koneessa olevat vaarat ja huomioida vaarat lopullisessa suunnitelmassa. Käytännössä suunnittelijan pitää laatia turvallisuusanalyysi, josta ilmenee koneen vaarat ja toimenpiteet, joilla vaarojen aiheuttamat riskit on pienennetty riittävän pieniksi.

Yksinkertaisimmillaan turvallisuusanalyysi tarkoittaa koneen vertaamista konepäätöksen olennaisiin terveys- ja turvallisuusvaatimuksiin. Konepäätöksen liitteen 1 avulla tunnistetut vaarat ja vaatimukset voidaan kirjata erilliselle turvallisuussuunnittelun vaatimusmäärittelylomakkeelle (taulukko 8).



Tämä tapa on suositeltava silloin, kun on jo olemassa kone, jolle ei ole tehty aikaisempaa turvallisuus-analyysiä. Lisäksi konepäättökseen vaatimusten läpikäyminen on tärkeää, jos suunnittelijoilla ei ole aikaisempaa kokemusta turvallisuusvaatimuksista ja turvallisuusanalyseistä. Koneen vertaaminen konepäättökseen vaatimukseen muodostaa turvallisuussuunnittelun minimitason, joka pitää toteuttaa kaikkien koneiden kohdalla. Kun minimitaso on saavutettu, kannattaa koneen turvallisuuden kehittämiseen käyttää erilaisia turvallisuusanalyysimenetelmiä, joita on esitelty aikaisemmissa kappaleissa.

Konepäättökseen liitteessä 1 esitettyjen vaatimuksia ei ole laadittu erityisesti suunnittelutilannetta silmälläpitäen. Tämän vuoksi vaatimuksista on vaikea hahmottaa. Vaatimusten hahmottaminen helpottuu, kun ne ryhmitellään tavallisten suunnittelutehtävien mukaan:

- Vaatimus suunnitteluprosessille
- Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnistaminen
- Riskin poistamis- ja pienentämistavoite
- Hallintajärjestelmä ja sähkö
- Mekaaninen rakenne
- Varoitukset, merkinnät ja ohjeet
- Testit ja tarkastukset.

Seuraavissa taulukoissa on esitetty konepäättökseen liitteen 1 kohdat, joissa esitetään vaatimuksia edellä esitettyihin kohtiin.

- Taulukko 9. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat kaikkia koneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.
- Taulukko 10. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat elintarviketeollisuus- sekä käsikoneita ja puuntyöstökoneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.
- Taulukko 11. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat liikkuvia työkoneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.
- Taulukko 12. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat nostamista koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.
- Taulukko 13. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat maanalaiseen työhön tarkoitettuja koneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.
- Taulukko 14. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat henkilöiden nostamiseen ja siirtämiseen tarkoitettuja koneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Taulukko 9. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat kaikkia koneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Konepäätöksen liitteen 1 kohta	Vaatimus suunnittelu- prosessille	Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnistaminen	Riskin poistamis- tai pienentämistavoite	Hallintajärjestelmä ja sähkö	Mekaaninen rakenne	Merkimät, varoitukset ja ohjeet	Testit ja tarkastukset
Johdantohuomautuksia	X						
1 Olenneiset terveys ja turvallisuusvaatimukset							
1.1 Yleisiä huomautuksia							
1.1.1 määrittelyä	X						
1.1.2 Turvallistamisen periaatteet							
1.1.2 a)	X	X					
1.1.2 b)	X						
1.1.2 c)	X	X				X	
1.1.2 d)	X	X	X				
1.1.2 e)	X	X	X				
1.1.2 f)		X			X		
1.1.3 Materiaalit ja tuotteet		X	X				
1.1.4 Valaistus		X			X		
1.1.5 Koneen suunnittelu sen käsittelyn helpottamiseksi		X			X		
1.2 Hallintajärjestelmä		X	X				
1.2.1 Hallintajärjestelmän turvallisuus ja luotettavuus			X	X			
1.2.2 Hallintalaitteet				X			
1.2.3 Käynnistäminen				X			
1.2.4 Pysäytyslaitteet							
Normaalipysäytys				X			
Hätäpysäytys				X			
Kone ja laiteyhdistelmät				X			
1.2.5 Toimintatavan valinta				X			
1.2.6 Energiansyötön häiriöt		X		X			
1.2.7 Ohjauspiirin häiriöt		X		X			
1.2.8 Ohjelmisto			X	X			
1.3 Mekaanisten vaaratekijöiden torjunta							
1.3.1 Vakavuus					X	X	
1.3.2 Rikkoutumisvaara käytön aikana					X	X	
1.3.3 Putoavista ja sinkoutuvista esineistä aiheutuvat vaarat		X	X				X
1.3.4 Pinnoista, terävistä reunoista tai kulmista aiheutuvat vaarat		X	X				
1.3.5 Yhdistelmäkoneista aiheutuvat vaarat		X	X		X		
1.3.6 Työkalujen pyörimisnopeuden muuttamisesta aiheutuvat vaarat		X	X				

Konepäätöksen liitteen 1 kohta	Vaatimus suunnittelu- prosessille	Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnistaminen	Riskin poistamis- tai pienentämistavoite	Hallintajärjestelmä ja sähkö	Mekaaninen rakenne	Merkinnät, varoitukset ja ohjeet	Testit ja tarkastukset
1.3.7 Liikkuvista osista aiheutuvien vaarojen torjunta		X	X	X	X	X	
1.3.8 Suojaustavan valinta liikkuvista osista aiheutuvan vaaran torjumiseksi	X						
A. Voimansiirtöjärjestelmän liikkuvat osat				X	X		
B. Työprosessin liikkuvat osat				X	X		
1.4 Suojuksilta ja turvalaitteilta vaaditut ominaisuudet							
1.4.1 Yleiset vaatimukset				X	X		
1.4.2 Suojuksia koskevat erityisvaatimukset							
1.4.2.1 Kiinteät suojukset					X		
1.4.2.2 Avattavat suojukset							
1.4.2.2 A-tyyppin avattavat suojukset				X	X		
1.4.2.2 B-tyyppin avattavat suojukset				X	X		
1.4.2.3 Pääsyä rajoittavat säädettävät suojukset				X	X		
1.4.3 Turvalaitteita koskevat erityisvaatimukset				X	X		
1.5 Muiden vaaratekijöiden torjunta							
1.5.1 Sähköstä aiheutuvat vaarat		X		X			
1.5.2 Staattisesta sähköstä aiheutuvat vaarat		X		X			
1.5.3 Muusta energiasta kuin sähköstä aiheutuvat vaarat		X			X		
1.5.4 Asennusvirheistä aiheutuvat vaarat		X	X	X	X		
1.5.5 Alhaisista ja korkeista lämpötiloista aiheutuvat vaarat		X	X				
1.5.6 Palovaara		X	X				
1.5.7 Räjähdyksivaara		X	X				
1.5.8 Melusta aiheutuva vaara		X	X				
1.5.7 Tärinästä aiheutuva vaara		X	X				
1.5.10 Säteilystä aiheutuva vaara		X	X				
1.5.11 Ulkoisesta säteilystä aiheutuva vaara		X	X	X			
1.5.12 Laserlaitteista aiheutuva vaara		X	X	X	X		
1.5.13 Pöly-, kaasu- tai muista päästöistä aiheutuvat vaarat		X	X	X	X		
1.5.14 Koneeseen loukkuunjäätymisen vaara		X	X				
1.5.15 Liukastumisen, kompastumisen ja putoamisen vaara		X	X		X		
1.6 Kunnossapito							
1.6.1 Koneen kunnossapito		X		X	X		
1.6.2 Pääsy työskentelypaikalle ja huolto- kohteisiin					X		

Konepäätöksen liitteen 1 kohta	Vaatusuunnittelu- prosessille	Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnis- taminen	Riskin poista- mis- tai pieneni- tämistavoite	Hallintajärjes- telmä ja sähkö	Mekaaninen rakenne	Merkinnät, varoitukset ja ohjeet	Testit ja tarkastuk- set
1.6.3 Energiansyötön katkaisu				X	X		
1.6.4 Käyttäjän vaikuttaminen koneen toimintaan	X	X	X				
1.7 Opasteet ja ohjeet	X	X	X		X		
1.7.0 Näyttölaitteet		X		X		X	
1.7.1 Varoituslaitteet				X		X	
1.7.2 Varoittaminen jäljelle jääneistä vaa- roista		X				X	
1.7.3 Merkinnot						X	
1.7.4 Ohjeet						X	

Taulukko 10. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat elintarviketeollisuus- sekä käsikoneita ja puuntyöstökoneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Konepääatöksen liitteen 1 kohta	Vaatimus suunnitteluprosessille	Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnistaminen	Riskin poistamis- tai pienentämistavoite	Hallintajärjestelmä ja sähkö	Mekaaninen rakenne	Merkinnät, varoitukset ja ohjeet	Testit ja tarkastukset
2 Tiettyjä koneryhmiä koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset							
2.1 Elintarviketeollisuuskoneet	X	X	X				
2.1 (a)					X		
2.1 (b)					X		
2.1 (c)					X		
2.1 (d)					X		
2.1 (e)				X	X		
2.1 (f)					X		
2.1 (g)					X		
2.1 (Ohjeet)						X	
2.2 Käsikoneet ja käsinohjattavat koneet					X		
2.2 (Ohjeet)						X	
2.3 Puun ja vastaavien ainesten työstökoneet							
2.3 (a)					X		
2.3 (b)		X			X		
2.3 (c)					X		
2.3 (d)		X	X		X		



Taulukko 11. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat liikkuvia työkoneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Konepäätöksen liitteen 1 kohta	Vaaitimus suunnitteluprosessille	Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnistaminen	Riskin poistamis- tai pienentämistavoite	Hallintajärjestelmä ja sähkö	Mekaaninen rakenne	Merkinnät, varoitukset ja ohjeet	Tesitit ja tarkastukset
3. Olenneiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset koneen liikkumisesta aiheutuvien erityisten vaarojen poistamiseksi		X					X
3.1 Yleisiä							
3.1.1 Määritelmät	X						
3.1.2 Valaistus				X	X		
3.1.3 Koneen suunnittelu sen käsittelyn helpottamiseksi		X				X	
3.2 Työskentelypaikat							
3.2.1 Ohjaustila		X		X	X	X	
3.2.2 Istuin		X			X		
3.2.3 Muut paikat		X			X		
3.3 Hallintajärjestelmä							
3.3.1 Hallintalaitteet		X	X	X	X		
3.3.2 Käynnistys ja liikkuminen		X	X	X	X		
3.3.3 Ajoliikkeet		X	X	X	X		
3.3.4 Kävelen ohjattavien koneiden liikkuminen		X		X	X		
3.3.5 Ohjauspiirin vikaantuminen				X	X		
3.4 Mekaanisten vaarojen torjunta							
3.4.1 Hallitsemattomista liikkeistä aiheutuvat vaarat		X		X	X		
3.4.2 Rikkoontumisvaara käytön aikana		X	X		X		
3.4.3 Kaatumisvaara		X			X		X
3.4.4 Putoavista esineistä aiheutuvat vaarat		X			X		X
3.4.5 Kulkuteistä aiheutuvat vaarat					X		
3.4.6 Hinauslaitteista aiheutuvat vaarat					X		
3.4.7 Omalla käyttövoimalla liikkuvien koneiden tai traktoreiden ja käytettävien koneiden välisestä voimansiirrosta aiheutuvat vaarat					X		
3.4.8 Voimansiirtojärjestelmän liikkuvista osista aiheutuvat vaarat					X		
3.5 Muiden vaarojen torjunta							
3.5.1 Akuista aiheutuvat vaarat				X	X		
3.5.2 Tulipalovaara		X		X	X		
3.5.3 Pöly-, kaasu- tai muista päästöistä aiheutuvat vaarat		X			X		
3.6 Opasteet ja ohjeet							
3.6.1 Ohjekilvet ja varoitusmerkinnät						X	
3.6.2 Merkinnät						X	
3.6.3 Ohjekirja						X	

Taulukko 12. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat nostamista koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Konepäätöksen liitteen 1 kohta	Vaatusuunnittelu- prosessille	Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnistaminen	Riskin poistamis- tai pienentämistavoite	Hallintajärjestelmä ja sähkö	Mekaaninen rakenne	Merkinnät, varoitukset ja ohjeet	Testit ja tarkastukset
4. Olenneiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset nostamisesta aiheutuvien erityisten vaarojen poistamiseksi	X	X					
4.1 Yleistä							
4.1.1 Määritelmät							
4.1.1 (a) Nostoapuväline							
4.1.1 (b) Irtain nostoapuväline							
4.1.1 (c) Ohjattu taakka							
4.1.1 (d) Käyttökerron							
4.1.1 (e) Testikerron							
4.1.1 (f) Staattinen testi							
4.1.1 (g) Dynaaminen testi							
4.1.2 Mekaanisten vaarojen torjunta							
4.1.2.1 Vakavuuden puutteesta aiheutuvat vaarat					X		
4.1.2.2 Kiskot ja radat					X		X
4.1.2.3 Mekaaninen lujuus					X		X
4.1.2.4 Köysipyörät, telat, keijut tai köydet					X		X
4.1.2.5 Irtaimet nostoapuvälineet					X		X
4.1.2.6 Liikkeiden hallinta		X		X	X	X	
4.1.2.7 Kuormien käsittely		X		X	X		
4.1.2.8 Ukonilmasta aiheutuvat vaarat				X			
4.2 Muita kuin käsikäyttöisiä koneita koskevat erityiset vaatimukset							
4.2.1 Hallintajärjestelmä							
4.2.1.1 Ohjaustila				X	X		
4.2.1.2 Istuin				X	X		
4.2.1.3 Hallintalaitteet				X	X		
4.2.1.4 Kuormituksen valvonta		X		X	X		
4.2.2 Köysin ohjattu laite							
4.2.3 Alttiina olevien riskit: Ohjaustilaan ja huoltokohteisiin pääsy		X			X		
4.3 Merkinnät							
4.3.1 Keijut ja köydet						X	
4.3.2 Nostoapuvälineet						X	
4.3.3 Koneet						X	
4.4 Ohjekirja						X	
4.4.1 Nostoapuvälineet						X	
4.4.2 Koneet						X	

Taulukko 13. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat maanalaiseen työhön tarkoitettuja koneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Konepäätöksen liitteen 1 kohta	Vaatimus suunnitteluprosessille	Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnistaminen	Riskin poistamiseksi tai pienentämiseksi voite	Hallintajärjestelmä ja sähkö	Mekaaninen rakenne	Merkinnät, varoitukset ja ohjeet	Testit ja tarkastukset
5 Maanalaiseen työhön tarkoitettuja koneita koskevat olennaiset turvallisuus- ja terveysvaatimukset	X						
5.1 Vakavuuden puutteesta aiheutuvat vaarat		X			X		
5.2 Liikkuminen					X		
5.3 Valaistus				X			
5.4 Hallintalaitteet				X	X		
5.5 Pysäytys				X	X		
5.6 Palovaara	X			X	X		
5.7 Pöly-, kaasu- ja muista päästöistä aiheutuvat vaarat					X		

Taulukko 14. Eri suunnittelutehtävissä huomioitavat henkilöiden nostamiseen ja siirtämiseen tarkoitettuja koneita koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Konsepäätöksen liitteen 1 kohta	Vaatimus suunnitteluprosessille	Vaarojen ja mahdollisten onnettomuuksien tunnistaminen	Riskin poistamiseksi tai pienentämiseksi voite	Hallintajärjestelmä ja sähkö	Mekaaninen rakenne	Merkinnät, varoitukset ja ohjeet	Testit ja tarkastukset
6. Olenneiset turvallisuus- ja terveysvaatimukset henkilöiden nostamisesta tai siirtämisestä aiheutuvien erityisten vaarojen välttämiseksi	X						
6.1 Yleistä							
6.1.1 Määrittelmä	X						
6.1.2 Mekaaninen lujuus					X		
6.1.3 Muulla tehon lähteellä kuin ihmisvoimalla toimivien laitteiden kuormituksen valvonta					X		X
6.2 Hallintalaitteet							
6.2.1				X			
6.2.2		X	X				
6.2.3		X	X				
6.3 Korista putoamisen vaarat							
6.3.1					X		
6.3.2					X		
6.3.3		X		X	X		
6.4 Korin putoamis- tai kaatumisvaarat							
6.4.1		X	X				
6.4.2		X	X				
6.5 Merkinnät						X	

## 9.4 Konepäättöksen vaatima tyyppitarkastus

Suurinta osaa koneista ja turvakomponenteista **ei tarvitse tyyppitarkastaa** ulkopuolisen ilmoitetun laitoksen toimesta. Riittää, että koneen valmistaja tai valmistajan EU-alueelle sijoittunut edustaja varmistaa koneen vaatimustenmukaisuuden. Jotkin koneet kuitenkin aiheuttavat niin vakavia riskejä, että niiden valvontaa ei ole jätetty pelkästään valmistajan toimenpiteiden varaan. Konepäättöksen (Vnp 1314/1994) liitteessä 4 on luettelo niistä koneista ja turvakomponenteista, jotka pitää tyyppitarkastaa:

### Tyyppitarkastettavat **koneet**

- Puun tai vastaavien materiaalien työstämiseen ja lihan tai vastaavien materiaalien työstämiseen tarkoitetut (yksi- tai moniteräiset) pyörösahat.
  - Työstön aikana paikallaan pysyvällä terällä varustetut sahat, joissa on kiinteä pöytä ja työkappale syötetään käsin tai joissa on irrotettava syöttölaite.
  - Työstön aikana paikallaan pysyvällä terällä varustetut sahat, joissa on käsikäyttöinen edestakaisin liikkuva sahauspöytä tai -kelkka.
  - Työstön aikana paikallaan pysyvällä terällä varustetut sahat, joissa on rakenteellisena osana mekaaninen syöttölaite ja panostus tai poisto tapahtuu käsin.
  - 1.4 Työstön aikana siirtyvällä terällä varustetut sahat, joissa on mekaaninen syöttölaite ja panostus tai poisto tapahtuu käsin.
- Puuntyöstöön tarkoitetut käsisyöttöiset oikohöylät.
- Puuntyöstöön tarkoitetut yhdeltä puolelta työstävät tasohöylät, joissa työkappale syötetään tai poistetaan käsin.
- Puun tai vastaavien materiaalien työstämiseen ja lihan tai vastaavien materiaalien työstämiseen tarkoitetut vannesahat, joissa on kiinteä tai liikkuva pöytä ja vannesahat, joissa on liikkuva kelkka ja joissa työkappale syötetään tai poistetaan käsin.
- Puun tai vastaavien materiaalien työstöön tarkoitetut 1 - 4 ja 7 kohdan mukaisista koneista kootut yhdistelmäkoneet.
- Puuntyöstöön tarkoitetut käsisyöttöiset monikaraiset tapituskoneet.
- Puun tai vastaavien materiaalien työstöön tarkoitetut pystyjyrsinkoneet.
- Moottorisahat.
- Kylmänä tapahtuvaan metallintyöstöön tarkoitetut puristimet sekä särmäyspuristimet, joissa aines syötetään tai poistetaan käsin ja joiden liikkuvien osien liike voi ylittää 6 mm ja nopeus voi ylittää 30 mm/s.
- Muovin ruisku- tai painevalukoneet, joissa aines syötetään tai poistetaan käsin.
- Kumin ruisku- tai painevalukoneet, joissa aines syötetään tai poistetaan käsin.
- Seuraavantyyppiset maanalaiseen työhön tarkoitetut koneet:
  - kiskoilla kulkevat koneet, veturit ja jarruvaunut;
  - hydrauliset konekäyttöiset kattotuet;
  - polttomoottorit, jotka on tarkoitettu maan alla käytettäviin koneisiin.
- Talousjätteen keräämiseen tarkoitetut käsinlastattavat autot, joissa on puristusmekanismi.
- Liitteessä I olevassa kohdassa 3.4.7 kohdassa tarkoitetut irrotettavat nivelvoimansiirtoakselit ja niiden suojuukset.
- Autonostimet.
- Henkilöiden nostamiseen tarkoitetut laitteet, joihin liittyy vaara pudota yli kolmen metrin korkeudesta.
- Ilotulitusvälineiden valmistukseen tarkoitetut koneet.

#### Tyypitarkastettavat turvakomponentit

- Sähköiseen tunnistukseen perustuvat laitteet, jotka on suunniteltu havaitsemaan henkilöitä heidän turvallisuutensa varmistamiseksi, kuten koskettamatta toimivat turvalaitteet, tuntomatot, sähkömagneettiset tunnistuslaitteet.
- Logiikkayksiköt, jotka varmistavat kaksinkäsinhallintalaitteiden turvatoiminnot.
- Automaattisesti liikkuvat suojukset, jotka on tarkoitettu seuraavanlaisten koneiden suojaukseen:
  - Kylmänä tapahtuvaan metallintyöstöön tarkoitetut puristimet sekä särmäyspuristimet, joissa aines syötetään tai poistetaan käsin ja joiden liikkuvien osien liike voi ylittää 6 mm ja nopeus voi ylittää 30 mm/s.
  - Muovin ruisku- tai painevalukoneet, joissa aines syötetään tai poistetaan käsin.
  - Kumin ruisku- tai painevalukoneet, joissa aines syötetään tai poistetaan käsin.
- Kaatumisen varalta asennetut suojarakenteet (ROPS).
- Putoavien esineiden varalta asennetut suojarakenteet (FOPS).

## 9.5 Konepäättöksen vaatima tekninen dokumentointi

Vaatimukset koneen teknistelle dokumentoinnille on esitetty konepäättöksen (Vnp 1314/1994) liitteessä 5. Valmistajan tai hänen edustajan on säilytettävä tekninen dokumentointi minkä tahansa viranomaisen tekemän tarkastuksen varalta. Tekninen dokumentointi on säilytettävä 10 vuotta koneen valmistumisesta tai 10 vuotta sarjakoneen viimeisen koneen valmistumisesta. Tekninen dokumentointi voidaan laatia yhdellä yhteisön virallisella kielellä. Suomi ja ruotsi sopivat siis hyvin teknisen dokumentoinnin kieliksi. Dokumentoinnin ei tarvitse olla jatkuvasti materiaalisessa muodossa, mutta se pitää voida tarvittaessa pystyä toimittamaan viranomaisille kohtuullisessa ajassa.

Teknisessä rakennetiedostossa on:

- Koneen yleispiirustus ja siihen liittyvät ohjauspiirien piirustukset
- Täydelliset ja yksityiskohtaiset piirustukset laskelmineen, testaustuloksineen ja muine tietoineen, joita tarvitaan tarkastettaessa, onko kone olennaisten turvallisuusvaatimusten mukainen
- Luettelo tämän direktiivin olennaisista vaatimuksista, standardeista, ja muista teknisistä eritelmistä, joita on käytetty koneen suunnittelussa
- Selostus menetelmistä, joita on sovellettu koneesta johtuvien vaaratekijöiden poistamiseksi
- Toimivaltaiselta laitokselta tai laboratoriolta saadut tekniset selosteet tai todistukset, jotka valmistaja on vapaaehtoisesti teettänyt
- Tekniset selosteet koneen yhdenmukaisuudesta sitä koskevien yhdenmukaistetun standardin kanssa. Selosteista ilmenee tulokset testeistä, jotka valmistaja on suorittanut tai suorittanut toimivaltaisella laitoksella tai laboratoriolta
- Koneen ohjekirja.

Teknisen rakennetiedoston lisäksi sarjatuotteiden kohdalta vaaditaan dokumentit siitä, minkälaisilla toimenpiteillä sarjan kaikki koneet pidetään direktiivin säännösten mukaisena. Valmistajan on myös suoritettava komponenteille, tarvikkeille ja valmiille koneille tarpeelliset tutkimukset tai testit määrittääkseen, kelpaako kone suunnittelunsa ja rakenteensa puolesta turvallisesti asennettavaksi ja käyttöön otettavaksi.

Käytännön suunnittelun kannalta konepäättöksen vaatimukset eivät tuo paljoakaan uutta. Hyvään suunnittelukäytäntöön on aina kuulunut kuvien laskelmien ja testien dokumentointi. Uutta on vain turvallisuuden analysoiminen ja turvallisuustoimenpiteiden dokumentointi. Käytännössä konepäättöksen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten järjestelmällinen läpikäyminen toteuttaa monessa tilanteessa turvallisuuden dokumentointia koskevat vaatimukset (taulukko 8).

## 9.6 Konepäättöksen mukainen vaatimustenmukaisuusvakuutus

Koneen valmistaja tai hänen EU-alueelle sijoittunut edustaja laatii koneesta tai koneesta ja turvakomponentista **vaatimustenmukaisuusvakuutuksen**. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatimisen jälkeen koneeseen voi kiinnittää CE-merkin. Turvakomponenttiin ei kuitenkaan konepäättöksen perusteella kiinnitetä CE-merkkiä. Toisaalta esimerkiksi sähköisiin turvakomponentteihin kiinnitetään CE-merkintä pienjännitedirektiivin perusteella.

Koneesta, joka ei voi toimia itsenäisesti ja joka on tarkoitettu toisen koneen rakenteelliseksi osaksi tai liitettäväksi toiseen koneeseen niin, että ne yhdessä muodostavat lopullisen koneen laaditaan **valmistajanvakuutus**. Usein tällaista konetta sanotaan puolivalmisteeksi. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksia ja valmistajan ilmoitusta koskevat vaatimukset on esitetty konepäättöksen (Vnp 1314/1994) liitteessä 2.

**Koneen** vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on:

- Valmistajan tai valmistajan Euroopan talousalueella sijoittautuneen edustajan nimi ja täydellinen osoite
- Kuvaus koneesta
- Tieto kaikista asioista koskevista säännöksistä, jotka kone täyttää
- Tyypitarkastettavan koneen EY-tyypitarkastustodistuksen numero sekä ilmoitetun laitoksen nimi ja osoite
- Jos koneen tekninen rakennetiedosto on toimitettu ilmoitetulle laitokselle, niin laitoksen nimi ja osoite
- Jos ilmoitettu laitos on tarkastanut teknisen rakennetiedoston, niin laitoksen nimi ja osoite
- Tarvittaessa viittaus yhdenmukaistettuihin standardeihin
- Tarvittaessa tieto käytetyistä kansallisista standardeista ja eritelmistä
- Sen henkilön yksilöinti, jolla on valmistajan tai valmistajan edustajan antama allekirjoitusvaltuus.

**Puolivalmisteen** valmistajanvakuutuksessa on:

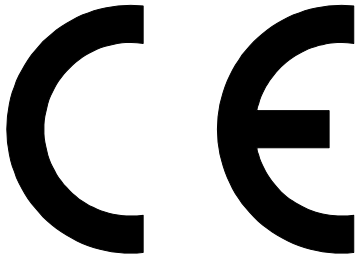
- Valmistajan tai edustajan nimi ja osoite
- Kuvaus koneesta tai koneenosista
- Jos puolivalmiste on tyypitarkastettu niin ilmoitetun laitoksen nimi ja osoite sekä EY-tyypitarkastustodistuksen numero
- Jos koneen tekninen rakennetiedosto on toimitettu ilmoitetulle laitokselle, niin laitoksen nimi ja osoite
- Jos ilmoitettu laitos on tarkastanut teknisen rakennetiedoston, niin laitoksen nimi ja osoite
- Tarvittaessa viittaus yhdenmukaistettuihin standardeihin;
- Ilmoitus, että puolivalmistetta ei saa ottaa käyttöön ennen kuin koneesta, johon se liittyy, on annettu konepäättöksen mukainen vaatimustenmukaisuusvakuutus
- Allekirjoittajan yksilöinti.

**Turvakomponentin** vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on:

- Valmistajan tai valmistajan Euroopan talousalueelle sijoittautuneen edustajan nimi ja osoite
- Kuvaus turvakomponenteista
- Turvakomponentin turvatoiminto, jollei se käy selvästi ilmi kuvauksesta
- Jos turvakomponentti on tyypitarkastettu, niin ilmoitetun laitoksen nimi ja osoite sekä EY-tyypitarkastustodistuksen numero
- Jos koneen tekninen rakennetiedosto on toimitettu ilmoitetulle laitokselle, niin laitoksen nimi ja osoite
- Jos ilmoitettu laitos on tarkastanut teknisen rakennetiedoston, niin laitoksen nimi ja osoite
- Tarvittaessa viittaus yhdenmukaistettuihin standardeihin;
- Tarvittaessa tieto käytetyistä kansallisista standardeista ja eritelmistä;
- Sen henkilön yksilöinti, jolla on valmistajan tai valmistajan Euroopan talousalueelle sijoittautuneen edustajan antama allekirjoitusvaltuus.

## 10 CE-merkintä

Tuotteen valmistaja käyttää CE-merkkiä (kuva 13) osoittamaan, että tuote toteuttaa direktiiveissä esitetyt olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. CE-merkin pitää olla vähintään 5 mm korkea. CE-merkinnästä on erikseen säädetty laissa (Laki tiettyjen tuotteiden varustamisesta CE-merkinnällä N:o 1376/1994).



*Kuva 13. CE-merkki.*





