



Matti Vuori

Tuotteen toimintovirheanalyysi inhimillisten virheiden mahdollisuuden analysointiin

– menetelmän kuvaus ja käyttöohjeet

Toimintovirheanalyysi on erityinen analyysimenetelmä, jolla tunnistetaan tuotteen, ohjelmiston tai järjestelmän käytön yhteydessä mahdollisia inhimillisiä virheitä, niiden syitä ja seurauksia. Tietoa käytetään tuotteen parantamiseen. Tämä opas kertoo menetelmästä ja inhimillisistä virheistä.

Sisällysluettelo

Tuotteen toimintovirheanalyysi (TVA)	2
Alkusanat päivitykseen 2010	2
Menetelmän idea	2
Toimintovirheanalyysin edut ja rajoitukset.....	3
Tarkastelun kohde	3
Menetelmän yleiskuvaus.....	4
Inhimillisistä virheistä (tuotteiden käytön ja toimintovirheanalyysin näkökulmasta).....	7
Virheiden teoriaa.....	7
Virheitä erilaisilla tietoisuuden tasoilla.....	8
Eroja ajattelumalleissa.....	9
Muutamia avaimia virheitä sietävien tuotteiden suunnitteluun	10
Menetelmän käyttöohjeita	11
Tarkastelun kohde	11
Missä vaiheessa suunnittelua analysointi kannattaa tehdä?	11
Analyysin tekijät	12
Analyysin laadinnan välineet.....	13
Analysoinnin vaiheet	13
Analyysin raportointi ja jatkotoimet.....	21
Analyysin päivitys.....	21
Kirjallisuutta	22
Liite: Väärinkäyttömahdollisuuksien systemaattinen analysointi.....	23
Liite: Lomake-esimerkki	24

Tuotteen toimintovirheanalyysi (TVA)

Alkusanat päivitykseen 2010

Tämä dokumentti on alun perin kirjoitettu VTT:llä 1990-luvulla. Huomasin, että on aika hieman päivittää se 2000-luvun tilanteeseen, jossa ennenkaikkea ohjelmistojen rooli on hyvin erilainen kuin vain 15 vuotta aiemmin ja käytettävyydestä on kehittynyt paljon vahvempi ja yleisempi paradigma.

Ainoa, mikä ei ole muuttunut on se, että inhimilliset virheet edellyttävät edelleen erityistä tarkastelua varsinkin turvallisuuskriittisillä järjestelmillä. Toimintovirheanalyysi on siksi edelleen ajankohtainen asia, joko omana menetelmänään tai muiden menetelmien soveltamisen piirteinä.

Tässä dokumentissa esitellään menetelmän formaalin käyttämisen lisäksi paljon tietoa sellaista tietoa inhimillisistä virheistä, jota voidaan käyttää kaikenlaisten käyttäjän toiminnan ja käyttöliittymän analyysien tukitietona.

Menetelmän idea

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 toimintovirheanalyysi (lyhenne TVA) on menetelmä käyttövirheiden tarkasteluun. Sen avulla löytyvät mahdolliset virheet ja ongelmat tuotteen käytössä ja virheiden taustalla olevat tuotteen, mm. ergonomiset "ansat". Tarkastelun yhteydessä voidaan myös tehdä systemaattinen "ajateltavissa olevien väärinkäyttömahdollisuuksien analysointi"

Tuotteen virhemahdollisuuksien analyysiä voidaan pitää välttämättömänä kaikille tuotekehitysyrityksille, ei pelkästään huipputuotteeseen pyrkiville.

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. Kunhan yritykseen on luotu riittävä osaaminen, analyysien laadinta ei lisää tuotekehityskustannuksia merkittävästi, koska suuri osa resursseista kuluu käyttötehtävien miettimiseen, mikä olisi tehtävä muutenkin.

Toimintovirheanalyysin edut ja rajoitukset

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 käytettävyys on hyvä
- Virheiden vaikutusten arviointi tuotteen toiminnan ja käytön kannalta
- Saadaan tietoja virheet mahdollistavista puutteista tuotteessa
- Auttaa kehittämään tuotteen käyttö- ja ohjauslaitteita sekä käyttöohjeita
- Dokumentoi tuotteen suunnittelua ja auttaa suunnittelijoita jakamaan tietoa
- Dokumentoi vaarojen analysoinnin, mikä on tärkeää tuotevastuun kannalta

Positiiviset piirteet menetelmänä:

- Systemaattinen ja keskittyvä
- Perustuu pohjoismaiseen työnanalyysin koeteltuun käytäntöön
- Suhteellisen yksinkertainen käyttää, mikäli tarkasteltava tehtävä voidaan jaotella selkeästi erillisiksi toiminnoiksi
- Soveltuu hyvin käytettäväksi sekä muiden käytettävyyden analysoinnin että turvallisuusanalyysimenetelmien kanssa.

Toimintovirheanalyysin rajoituksia ovat:

- Tarkastelussa ovat vain toimintovirheet eli menetelmän käytöllä ei voida korvata muita menettelyjä käytettävyyden analysointiin
- Soveltuu parhaiten suhteellisen tarkasti määriteltyjen toimintosarjojen tutkimiseen
- Ei sisällä virhetodennäköisyyksien arviointia

Tarkastelun kohde

Tarkastelun kohde voi olla lähes mitä tahansa, jolla on välineellinen luonne ja käyttöliittymä:

- Mobiililaitte
- Työpiste
- Ohjaamo
- Ohjauspaneeli
- Tietokoneohjelma
- Tilassa oleva tekninen järjestelmä
- Teollisuuslaitoksen käyttötehtävä

Kuitenkin, analyysille pitää olla tietty kustannusvastaavuus ja siksi analysoinnin kohteena on usein turvallisuuskriittinen järjestelmä tai järjestelmä, jolla on suuri liiketoimintakriittisyys tai korkea vaatimustaso. Tätä ”vähäisemmille” kohteille riittää se, että TVA:n ajatukset otetaan huomioon tehtäessä käytettävyydestä tarkasteluja (ja mahdollisesti turvallisuusanalyysijä) muilla menetelmillä.

Toimintovirheanalyysi soveltuu tuotteiden kaikkien käyttötehtävien tarkasteluun. Tarkastelun kohteena voi olla

- Normaalit tuotteen käyttötilanteet (tuotteen primääri käyttötapa)
- Asennus
- Konfigurointi
- Käyttöönotto
- Kuljetuksen valmistelu
- Häiriönpoisto
- Kulutusosien vaihto ja kunnossapito

Tuotteesta pitääkin yleensä analysoida kaikki käyttötehtävät.

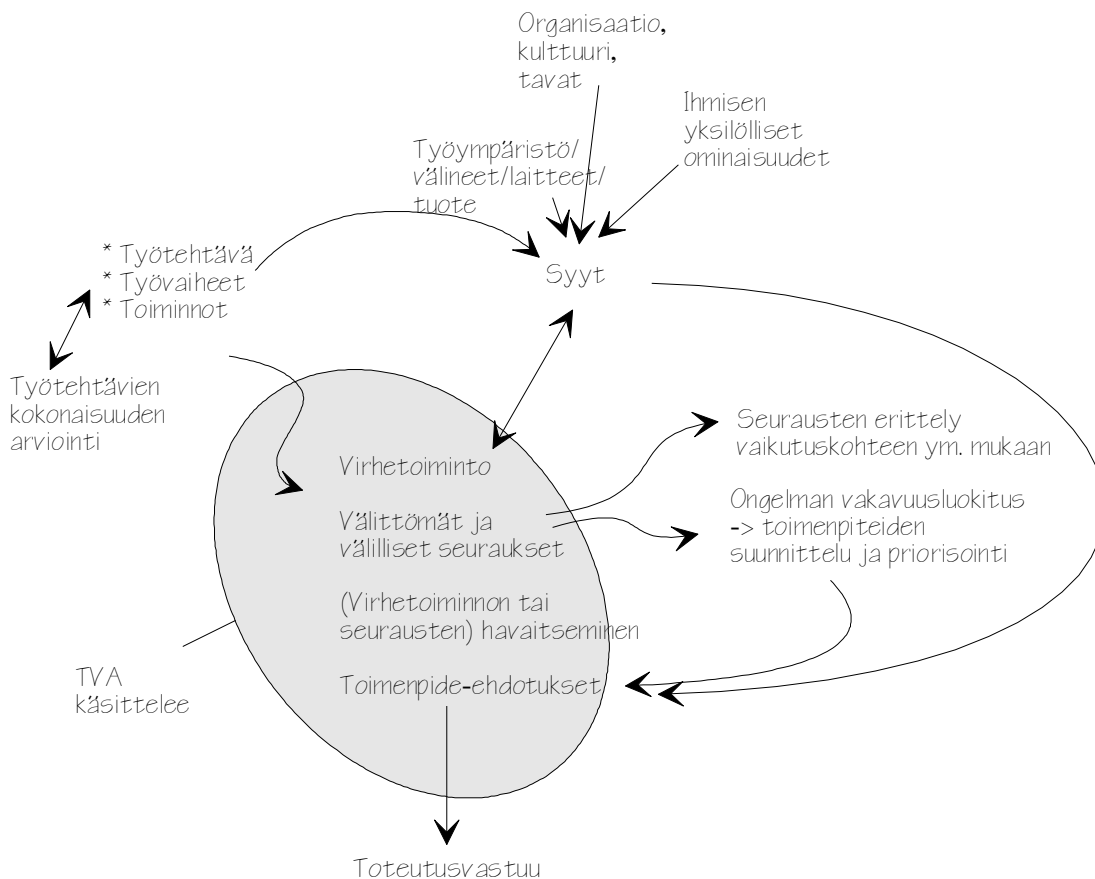
Menetelmän yleiskuvaus

Toimintovirheanalyysillä tarkastellaan tuotteen käyttö-, ohjaus-, valvonta- ja kunnossapitotehtäviä. Menetelmällä 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 (esim. 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.

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.

Toimintovirheanalyysin "tietorakenne"

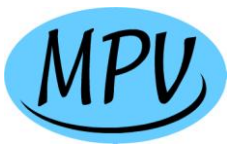


Analyysissä selvitetään mahdollisten virheiden syyt ja seuraukset. Löydettyjen toimintovirhemahdollisuuksien seuraukset määritetään aina sille tasolle asti, jossa toimintovirheen vaikutukset tuotteen toimintaan, henkilöturvallisuuteen ja ympäristöön käyvät ilmi.

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.

(Huom! Piirtoheittimiä ei enää juurikaan käytetä, mutta koska se on edelleen useimmille tuttu, käyköön se esimerkkinä vielä muutaman vuoden...)



TOIMINTOVIHTEANALYYSI Järjestelmä / tuote: Piirtoheitin	Sivu: 1(1) Laatijat:
---	-------------------------

Käyttötehtävä: Piirtoheittimen käyttö esittelyssä (normaali käyttötilanne)	Tämän sivun täyttöpvm: 7.3.1995
Tehtävän vaihe / tuotteen, järjestelmän tila: Piirtoheittimen laittaminen päälle	

Käyttäjän toiminto (OK-toiminto)	Mahdollinen virhetilanne ja sen syyt	Virheen seuraukset (välittömät ja välilliset)	Miten käyttäjä huomaa tehdyn virheen?	Miten virheeseen on varauduttu (tuotteen suunnittelussa)?	Esittävät parannustoimenpiteet (esim. tuotteen muuttaminen)
Laitetaan virta (valo) päälle	Ei laiteta - kytkintä ei löydy!	Hämmästyvä tilanne, tarvitaan apua; tilanteen "kevenys"			- Kytkin merkittävä selvästi - Samaan paikkaan kuin muissa
	Väärä tehovalinta (= väärä kytkin)	Himmeä esitys	Ihmiset valittavat		Tarvitaanko eri tehoja?
Kytetään tuuletin päälle	Ei laiteta	- Lamppu palaa - Tulipalon vaara?	- Tuuletin ei pidä ääntä - Joku sanoo	Lämpöalake?	Yhdistetään valo- ja tuuletin kytkimet
	Kytetään liian myöhään	Lamppu huononee? Lampun palamisvaara	- Tuuletin ei pidä ääntä - Joku sanoo		
Avataan "lippa" (valon kankaalle heijastava peili)	Ei avata - ei osata; ei löydy avauskohtaa	Hämmästyvä tilanne, tarvitaan apua; tilanteen "kevenys"			- Avauskohdan selvä merkintä - Selkeämpi muotoilu
Ensinmäinen kalvo heittimelle	Kalvo ei mahdu heittimelle - tilahtaus peilin pylvään vuoksi - kalvo ei pysy paikoillaan	Hämmästyvä tilanne ...	Hankaluuksia: seinällä näkyy vain osa tai ei mitään!		Tehtään tilaa: pylvään siirto ja leveämpi reunus
Kuvan tarkennus	Ei tehdä lainkaan - tarkennussäädintä ei löydy Tehtään punteellisesti - hankala, jäykkä, karkea säädin				- Selvästi erotettava säädinvipu - Optimoidaan keveys ja säätöalue siten, että säätö vielä pysyy paikoillaan

Esimerkki tuotteen toimintovirheanalyysin kirjauslomakkeesta kirjauslomakkeesta (Microsoft Word-lomake). Kirjaukset voidaan merkitä juoksevalla numeroinnilla, jolloin viittaus taulukon riveillä oleviin asioihin helpottuu.

Vielä kaksi huomautusta:

- Toimintovirheanalyysin analyttiset 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!

Inhimillisistä virheistä (tuotteiden käytön ja toimintovirheanalyysin näkökulmasta)

Virheiden teoriaa

Inhimilliseksi virheeksi kutsutaan tuotteen käyttövirhettä, joka näennäisesti on tuotteen käyttäjän.

Matti painaa väärää nappia yrittäessään laukaista kameran.

(Muitakin määritelmiä löytyy, mutta tämä sopii tähän tarkoitukseen parhaiten!)

Tämä ei tarkoita, että virhe olisi käyttäjän syytä, virhe vain ilmenee, kuten se olisi seurausta ihmisen toiminnasta, ja niinhän se onkin.

Matti painaa väärää nappia yrittäessään laukaista kameran.

Täytyy muistaa, että käyttäjä toimii tuotteen ja oman historiansa ehdoilla:

Matti painaa väärää nappia, koska se on saman näköinen kuin hänen aiemman kameransa laukaisunappi.

Matti painaa väärää nappia, koska hänelle ei ole neuvottu, mikä se nappi on. Kyseinen nappi oli hänestä eniten laukaisunapin näköinen.

Matti painaa väärää nappia, koska kamera on kovin pieni ja hänen sormensa osuu väärälle napille.

Matti painaa väärää nappia, koska ei ymmärrä nappien symboleja eikä saksankielisen käyttöohjeen selityksiä.

Käyttäjää ei siis yleensä kannata syyttää huolimattomuudesta, vaikka tilanne voisi nopeasti katsoen siltä näyttääkin, ja vaikka käyttäjä olisi itsekin valmis itseään syyttämään! Syyttely ei ole hedelmällistä, se ei edistä tuotekehitystä. Käyttövirhe johtuu usein tuotteen huonosta suunnittelusta, voidaan jopa puhua suunnitteluvirheestä. Virheiden mahdollisuuksia voidaan vähentää tuotetta kehittämällä.

Virheitä tarkastellaan tapahtumaketjussa (tämä on vain yksi asioita yksinkertaistava malli muiden joukossa):

- 1) Laite, tuote, järjestelmä on tietyssä tilassa
- 2) Ihminen havainnoi tilaa, tuntee tarvetta muuttaa tilan toiseksi
- 3) Ihminen päättää ryhtyä toimiin tilan muuttamiseksi ("päättäminen" voi olla aivan tiedostamatontakin)
- 4) Ihminen toteuttaa toimenpiteet
- 5) Onnistuminen varmistetaan havainnoimalla laitetta, tuotetta, järjestelmää

Virheiden ulkoisen ilmenemismuodon mukaan virheet voidaan jaotella monella tavalla. TVA käyttää seuraavan taulukon mukaista jaottelua. Se kuvaa, **mitä** tapahtuu:

Näkyvien virhemahdollisuuksien luettelo

Toiminto jää suorittamatta

- Esimerkiksi laitteen virtaa ei kytketä päälle; virtaa ei katkaista kunnossapitotyöhön ryhdyttäessä; oikeaa tiedostoa ei ladata; tallennushakemistoa ei valita; tiedostoa ei talleteta

Toiminto myöhästyy

- Esimerkiksi laite odottaa jotain reaktiota vain tietyn aikaa; laitteen tila muuttuu ja toiminnon vaikutus ei enää olekaan toivottu; puhelimen näppäimistön avaus onnistuu vain jos sen tekee tietyssä ajassa

Toiminto liian aikaisin

- Esim. yritetään käyttää ohjelmaa tai laitetta liian pian virran kytkemisen jälkeen; avataan laite liian pian virran pois kytkemisen jälkeen; haetaan tietoa nettisivulta joka vasta latautuu

Toiminto on väärä tai puutteellinen

- Esimerkiksi virta sammutetaan, kun se pitäisi kytkeä päälle; hallintalaitetta käytetään väärään suuntaan; ei kiristetä riittävästi; lisätään äänenvoimakkuutta kun sitä piti vähentää; tuplaklikkaus tavallisen sijaan
- 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
- Esimerkiksi käytetään kauko-ohjaimen kanavanvaihtopainikkeita, kun aiotaan lisätä äänenvoimakkuutta; suljetaan kamera virtakytkimestä kun pitäisi painaa laukaisinta; valitaan väärä tiedostonimi listasta johon nimistä mahtuu vain samanlainen alkuosa

Toiminto on ylimääräinen

- Oikean toiminnon lisäksi tehdään jokin haitallinen, ylimääräinen toiminto, esim. toteutetaan toiminto dialogissa olevilla painikkeilla kahteen kertaan; avataan oikean venttiilin lisäksi toinen venttiili

Toimintojen väärä järjestys

- Esimerkiksi kytketään sähkölaitteisiin virta väärässä järjestyksessä; asetetaan laitteen toimintaparametrit väärässä järjestyksessä; kootaan väärässä järjestyksessä

Virheitä erilaisilla tietoisuuden tasoilla

Virheet ovat luonteeltaan ns. kognitiivisia, eli liittyvät ihmisen tiedonkäsittelyyn:

- Ihmisen havainnointiin ympäristöstään (mikä on tuotteen tila?)
- Ihmisen päätöksentekoon (miten saan tuotteen tilan muutettua haluamakseni?)

Virheitä voidaan tarkastella myös näkökulmasta, **miten** se on tapahtunut. Virheet voidaan (James Reasonin mukaan) luokitella

- a) Lipsahduksiin
- b) Erehdyksiin
- c) Rikkomuksiin

Kaikkien näiden virhetyyppien miettiminen virhemahdollisuuksia ideoitaessa ja arvioitaessa on tärkeää.

Erilaisia virhetyyppejä voi kuitenkin olla vaikea erottaa toisistaan. Olennaista on ymmärtää niihin vaikuttavat tekijät, joista useat vaikuttavat kaikenlaisiin virheisiin.

Virhe, joka ilmenee tavalla "kamera on kovin ahdas ja sormi osuu väärälle napille" (tällaisia kutsutaan usein ns. nappivirheeksi) ei oikeastaan kuulu näihin luokkiin, sillä se on luonteeltaan aivan fyysinen ergonomia-ongelma: sormelle ei ole ahtaassa kamerassa oikein tilaa.

Lipsahdukset tapahtuvat tutussa työssä, ajattelematta. Niiden taustalla on mm. laitteiden ergonomia, joka antaa vääriä viestejä.

Matti vaihtoi varakameraan ja painoi siinä olevaa nappia, joka oli samassa paikassa kuin hänen mielikameransa laukaisunappi. Takakansi aukeni.

Esimerkin henkilö ei huomannut mitään outoa, koska tutulta paikalta löytyi tutunoloinen painonappi.

Erehdysten yhteydessä tehdään jo tietoista harkintaa. Harkinta voi tapahtua valmiiden toimintamallien valintana tai se voi olla syvällisempää pohdintaa.

Matti mietti napin symbolin merkitystä ja päätteli sen tarkoittavan kameran laukaisemista.

Rikkomukset eivät ehkä ole yksilön kannalta virheitä, mutta tuotteen suunnittelun oikean käytön (ja yhteisön moraalikäsitysten mukaan) ne ovat. Ne liittyvät jo siihen, mitä ihminen aikoo tuotteella tai tuotteelle tehdä.

Matti heitti hajonneen kameran kompostointiin tarkoitettuun jäteastiaan.

Esimerkiksi tuotteen hallintalaitteiden huono suunnittelu tuottaa monentasoisia virheitä:

Matin kamerassa takakansi aukeaa hyvin esillä olevasta punaisesta napista, johon etusormi osuu sujuvasti

Punavihersokealle Matille ei nappien erottaminen onnistunut.

Koska Matin sormet olivat normaalia lyhyemmät, hän ei ylettynyt laukaisupainikkeeseen.

Eroja ajattelumalleissa

"Hyvä suunnittelu" on aina käyttäjäryhmäkeskeistä: ihmisten oletukset (hallintalaitteiden käyttösuunta, symbolien tulkinta, värien tulkinta) riippuvat kulttuurista ja ammattitaustastakin.

Suunnittelu voi olla hyvääkin, mutta ihmistä ohjaavat tottumukset. Niiden vuoksi on olemassaolevat standardit tunnustettava. Kirjaston tietokoneen näppäimistö oli erilainen kuin PC:n jota Matti käyttää kotonaan ja töissä. Onneksi ei sattunut isompaa vahinkoa...

Toisaalta ihminen voi ajatella tuotteesta aivan eri tavalla kuin sen suunnittelija.

Tuotteiden oikeaan käyttöön liittyy monenlaisia asioista, joista "tietopohja" on vain yksi asia. Ihmiset yksinkertaisesti kokevat maailman ja sen laitteet monenlaisilla tavoilla. Tuotteen käytön hyvä opastaminen, joka auttaa ymmärtämään tuotteeseen liittyviä käsityksiä, on perusvaatimus (käyttöohjeiden merkitystä väheksymättä).

Joihinkin virheisiin, varsinkin ns. rikkomuksiin liittyy vahvasti yhteisön tavat, turvallisuuskulttuuri:

Matti ei kameraa korjatessaan kytkenyt virtaa pois päältä, kun siitä oli hänelle aiemmin vinoiltu.

Muutamia avaimia virheitä sietävien tuotteiden suunnitteluun

Lopuksi, koska hyvän tuotteen synnyttäminen on tuotesuunnittelun tehtävä, luottelemme muutamia avaimia pyrittäessä tuotteeseen, joka ei tuota käyttövirheitä ja sietääkin niitä:

- Käyttäjien ja käytön tunteminen suunnittelun lähtökohtana
- Hyvä suunnittelukäytäntö: käyttäjien osallistuminen; tuotteen taustaoletuksista keskustelu; käyttökokeet, simuloinnit; turvallisuusanalyysit; aiempien tuotteiden kokemusten hyödyntäminen
- Tähtäimenä hyvä tuote todelliseen käyttöön
- Ergonomisten periaatteiden noudattaminen
- Virheiden hallinta, virhesietoinen laite
- Virheen seurausten rajoittaminen

Menetelmän käyttöohjeita

Tarkastelun kohde

Voisimme sanoa, että "tarkastelun kohteena on tuote". Tämä ei kuitenkaan ole totta, sillä tuote ei toimi yksinään. Tarkastelun todellinen kohde onkin tuotteen käyttötilanne, käyttötehtävät.

Tärkeää on aina ottaa huomioon:

- Koko tuote, kaikki komponentit; tarpeen mukaan yhdessä ja erikseen tarkasteltuna
- Käyttäjä
- Kaikki käyttötehtävät, -tilanteet
- Realistinen, todellinen käyttö (jossa tulee vikoja, tuotetta ei osata käyttää, käyttöolosuhteet ovat vaativat)
- Käyttömahdollisuudet aivan väärään tarkoitukseen

Missä vaiheessa suunnittelua analysointi kannattaa tehdä?

Analysoinnin tehtävänä on paljastaa tuotteen käyttöön liittyvät ongelmat ja vaarat. Jos niitä on, niiden poistamiseksi on tehtävä tuotteeseen muutoksia. Tämä on edullisinta siinä vaiheessa, kun tuote on vasta suunnitteluvaiheessa. Toimintovirheanalyysin laadinnan jättäminen siihen vaiheeseen, kun tuotteen ajatellaan olevan valmis, on selvä virhe, koska analyysi (lähes) poikkeuksetta paljastaa vakavia tuotteen ongelmia, jotka olisi jopa välttämätöntä muuttaa ennen markkinoille laskemista. Muutokset ovat hyvin kalliita tässä vaiheessa ja menetetään kallisarvoista markkinoillaoloaika ja kenties etulyöntiasema kilpailijoihin nähden.

Koska tuotekehitys on yleensä jatkuvaa, eivät turvallisuusanalyysitkään tule koskaan valmiiksi. Erityisesti toiminnalliset analyysit on syytä muutosten jälkeen päivittää, näin myös toimintovirheanalyysi.

Tietokoneohjelmilla

Tarvitaan sellainen suunnittelun vaihe, jossa on käytettävissä käyttöliittymän luonnos – luonnos layoutista, ja keskeisillä hallintalaitteilla on koko ja muoto. Konseptitaso tai rautalankakuva eivät siis vielä riitä.

Toisekseen, tarvitaan tietenkin käyttötehtävien / käyttötapausten kuvaukset, joiden pitäisi syntyä ennen käyttöliittymäluonnoksia. Ylipäätään ollaan sellaisessa vaiheessa, jossa tuote on kypsä käytettävyydestänsä.

Fyysisillä tuotteilla

Tuote voi olla CAD-ohjelmassa suunniteltavana tai tarkastelussa voidaan käyttää pikamallia tai mockupia.

Toiminnallisissa analyyseissä, joissa tarkastellaan ihmisenkin toimintaa tilanne on vaikea, koska CAD-mallit ovat usein staattisia. Analyysejä täytyy tehdä karkealla tasolla perustuen suunnittelun tuottamiin käyttötilanneskenaarioihin ja esim. fyysisillä malleilla tehtäviin simulaatioihin ja peleihin. Näitä analyysejä on jatkettava, kun prototyyppi saadaan käyttökuntoon.

Toiminnallisesti täydellisellä prototyypeillä voidaan jo tehdä täydellinen toimintovirheanalyysi.

Analyysin tekijät

Kuten aina, tällaisia analyysejä suositellaan tehtäväksi ryhmätyönä. Se on realistista esimerkiksi ydinvoimalan ohjaamoa suunniteltaessa, mutta ei esimerkiksi käytännön ohjelmistoprojekteissa.

Yksilötyönä tehtynä analyysin toteuttaa tällaisiin analyyseihin perehtynyt käytettävyyden arvioinnin asiantuntija, joka on perehtynyt inhimillisiin virheisiin.

Ideaalimaailmassa analyysin voisi myös tehdä suunnittelija yksin, mutta hän on tuotteelleen niin sokea, että analyysiin ei oikeastaan voi luottaa. Analyysi jouduttaisiin tekemään kuitenkin uudestaan. Sen sijaan ei ole haittaa siitä, että suunnittelija miettii näitä asioita suunnitellessaan ja tekee vaikka analyysinkin, kunhan sitä ei pidetä vakavana tuotteen laadun tarkistuksena!

Ryhmätyönä analyysi tehdään tiimissä, jossa on monipuolista asiantuntemusta. Tiimistä pitäisi löytyä:

- Tuotteen muotoilija / suunnittelija / käyttöliittymäsuunnittelija [mitä termiä kussakin suunnittelukulttuurissa käytetään]
- Käytettävyyden ja tuote-ergonomian asiantuntija: käytettävyys yleensä ja informaatioergonomia, inhimilliset virheet
- Tuotteen käyttäjiä (yrityksen kokenut koekäyttäjä ei aina riitä, sillä hän on todennäköisesti tottunut yrityksen tuotteisiin ja tuntee liian hyvin niiden taustat)
- Käyttöohjeiden laatija

Ryhmän koko on kuitenkin syytä pitää suhteellisen pienenä (kuusi henkilöä on suositeltava maksimikoko). Tämä siksi, että keskustelu säilyy avoimena ja ryhmätyö sujuu.

Ryhmän vetäjän tulee tuntea analyysimenetelmä, mutta analyysille on eduksi, jos hän ei ole tutkittavan tuotteen asiantuntija. Tällä vähennetään ns. tuotesokeuden vaikutusta tuloksiin. Sen sijaan on hyvä, että vetäjä tuntee jonkin verran tuotekonseptin käyttöä, käyttöolosuhteita.

Vetäjän tehtäviä ovat

- Analyysin johtaminen
- Tilaisuuden säilyttäminen avoimena ja ideoivana
- Systemaattisuudesta huolehtiminen (että kaikki sovitut asiat tarkastellaan)
- Analyysitietojen kirjaus lomakkeille videotykkiä käyttäen

Näitä kahta organisoitumistapaa voidaan pitää käytännöllisinä ääripäinä, joiden välistä voi löytyä kuhunkin projektiin sopiva tapa...

Analyysin laadinnan välineet

Analyysi laaditaan taulukkomuotoisille lomakkeilla (Excel tai Word-lomakkeet). Tärkeätä on saada lomakkeet koko ryhmän nähtäville. Ryhmä-analyysissä ne täytetäänvideotykillä seinälle heijastettuna.

Lomakkeita on erilaisia. On hyödyllistä tutustua erilaisiin malleihin ja valita tai räätälöidä kyseiseen analyysiin sopiva lomake. Kts. liite.

Analysoinnin apuna käytetään erilaisia tarkistuslistoja. Niitä on seuraavissa luvuissa. Ne on hyvä jakaa ryhmälle paperilla, koska muuten näytöt loppuvat kesken!

Ryhmä pitää ennen analyysin alkua opettaa menetelmän käyttöön. Tähän tarkoitukseen kannattaa antaa tämä kirjanen halukkaille luettavaksi ja käydä yhdessä läpi luvut analyysin tarkoituksesta ja hyödyistä, menetelmän yleiskuvauksesta sekä inhimillisistä virheistä.

Analysoinnin vaiheet

Onko analyysiin halua? Analyysin anti on suurin, jos siihen ryhdytään tuotteen kehittäminen mielessä, eikä vain, jotta saadaan dokumentti tuotteen hyvydestä. Pitää olla halua tai ainakin valmius tuotteen muuttamiseen tulosten pohjalta. Analyysin pitää olla osa tuotekehitysprosessia, ei sen ulkopuolinen asia.

Onko yrityksessä menetelmäosaamista? Jos ei, on käytettävä ulkopuolista konsulttia vetämään hanke. Analyysiä ei kannata kokonaan teettää ulkopuolisella, sillä analyysin tekoprosessi sinänsä on erinomaista koulutusta tuotekehittelijöille.

Onko analyysiin aikaa? Vaikka tuote haluttaisiin markkinoille, voi analyysi olla välttämätön. Analyysille ja tuotteen kehittämiselle on varattava kalenteriaikaa ja resursseja. Analyysi kannattaakin tehdä prototyypille, jotta muutokset ehditään ja voidaan tehdä.

1) Analyysiprosessin käynnistys

- Määritetään tavoitteet
- Kootaan analyysiryhmä tai analyysin tekijä
- Sovitaan aikataulusta ja työtahdistista
 - Ihmisillä on muitakin kiireitä, joten tätä ei voi tehdä aivan päätoimisesti
 - Tällainen miettiminen on niin vaativaa, että noin 3 tuntia / päivä on lähes maksimiaika, jotta tulos pysyisi laadukkaana
 - Sovitaan analyysin pitopaikka
 - Voidaanko jokin huone varata siten, että analyysilomakkeet ja dokumentit voidaan jättää sessioiden välillä vaikka seinille?
 - Voidaanko keskittyä vain analyysiin ja jättää puhelimet ja hakulaitteet sihteerille?

2) Analysoinnin tavoitteista, periaatteista, reunaehdoista ja toimintatavoista sopiminen

Analyysiryhmässä on käytävä ja luotava yhteinen näkemys analyysiprosessin tavoitteista, periaatteista, erilaisista reunaehdoista ja toimintatavoista. Seuraavassa on luettelo näiden asioiden suunnitteluun, keskustelun pohjaksi.

Toimintovirheanalyysin periaatteet

Tavoitteet:

- "Löytää ongelmat, ennenkuin asiakas löytää ne tapaturmaisesti ja meille tulee paha tuotevastuujuttu"
- Parantaa tuotetta, tehdä siitä käyttäjäystävällinen, virhesietoinen, turvallinen. Eli samalla hyvin houkutteleva ja siksi myyvä.
- Ei moittia suunnittelijoita, vaan auttaa heitä työssään!

Periaatteet:

- Ideoivuus: "epätodennäköisetkin" asiat keskusteluun: näistä ne ongelmat käytännössä tulevat
- Systemaattisuus: käydään kaikki asiat läpi, ettei mitään unohdu
- Realistisuus: ajatellaan aina, miten asiat voisivat mennä todellisessa elämässä, missä ihmiset eivät tunne tuotetta ja voivat käyttää sitä monenlaisilla tavoilla

3) Tuotteen lähdemateriaalin kokoaminen

Kerätään tuotteeseen liittyvät materiaalit – mitä kussakin tilanteessa löytyy:

- Käyttökuvaukset
- Käyttäjärühmäkuvaukset
- Käyttöohjeet, huolto-ohjeet
- Muut analyysit (käytettävyyssanalyysit, turvallisuusanalyysit)
- Reklamaatiot, tuotevahinkotiedot

4) Tarkasteltavien tehtävien, käyttötilanteiden ja käyttäjien valitseminen ja kuvaaminen

Tarkasteluun on yleensä otettava kaikki tuotteen käyttöön liittyvät tehtävät

- Kaikki normaalit käyttötehtävät
- Asennus
- Konfigurointi
- Siirto, kuljetus
- Häiriönpoistot, kulutusosien ja varusteiden vaihdot

Käyttötehtävän kuvauksessa esitetään

1) Käyttötehtävän tavoitteet

- Mihin käyttäjä pyrkii

2) Tehtävän reunaehdot ja muut suoritukseen vaikuttavat tekijät

- Aikarajoitukset ja -paineet
- Ympäristön psyykkinen paine
- Tehtävän laatuvaatimukset

3) Tehtävän muodollinen suoritus

- Tehtävän aloitus
- Laitteen käyttökuntoon saattaminen
- Laitteen käynnistys ja asetukset
- Tehtävän suoritus kaikkine vaiheineen
- Tehtävän lopetus
- Laitteen saattaminen säilytys/kuljetustilaan

4) Tuotteen käyttöympäristö

- Fyysinen tila
- Tilan suhde henkilöön, oma tila, julkinen tila
- Varustus (sähkö, valo, pöytätilat)
- Paikalla olevat ihmiset
- Kaikki mahdolliset häiriötekijät
- Kaikki työssä tai ympäristössä käytettävät vastaavat tuotteet
- Ympäristöstä tarvitaan valokuvia tai piirroksia

Tarkastelun lähtökohtana on oltava näkemys käyttäjistä ja heidän ominaisuuksistaan. Koska yksi keskeinen tavoite on taata tuotteen turvallisuus, voidaan analyysissä olettaa käyttäjän olevan kussakin toiminnossa ominaisuuksiltaan käyttäjäryhmän huonoimpia. Samoin täytyy jokaisessa työvaiheessa ja toiminnossa tarkastella vaativimman käyttäjäryhmän vaatimuksia (esim. värisokeat)

Eli on kuvattava

- 1) Tyypillinen käyttäjä, hänen ominaisuutensa (ominaisuuksiin liittyvä niiden normaalivaihteluväli)
- 2 Poikkeamat tästä: sama käyttäjäryhmä, mutta jotain eroa
- 3) Kaikki marginaalisetkin käyttäjäryhmät

Parhaassa tapauksessa hyvä käyttäjien kuvaus on syntynyt jo aiemmin, vaatimusmäärittelyn yhteydessä, tuotteen suunnittelun lähtökohdaksi.

Käyttäjän kuvaus

- Ikä, sukupuoli
- Kokemus tällaisesta tuotteesta tai vastaavista tuotteista (tarkastele myös tilannetta, jossa kokemusta ei ole lainkaan)
- Kokemukset käyttötavaltaan vastaavista tuotteista (tuotteista, joissa esim. samankaltaiset hallintalaitteet)
- Miksi hän käyttää tuotetta?
- Millaisia oletuksia tuotteen käyttöön liittyy?

5) Tuotteen käyttötehtävien virhemahdollisuuksien analysointi

- **Työtehtävä / käyttötehtävä** on jonkin tavoitteen saavuttamiseksi tehtävä kokonaisuus. Esim. valokuvan ottaminen
- Se jakautuu **työvaiheisiin**, esim.
 - Kameran ottaminen kaulassa roikkuvasta laukusta
 - Salaman kiinnitys
 - Kameran käynnistäminen
 - Kameran säätäminen
 - Kuvan sommittelu ja tarkennus
 - Kameran laukaiseminen
 - Kuvan tarkistaminen kameran näytöltä
 - Kameran laittaminen laukkuun
- Kukin vaihe jakautuu **toimintoihin**
 - Esim. kuvan ottamisessa 1) siirretään sormi laukaisunapille ja 2) painetaan sitä
- Jokaisessa vaiheessa voi toimintaan tulla virheitä laukaisevia häiriöitä

Kukin käyttötehtävä otetaan erikseen tarkasteluun. Käydään ensin videolta ja/tai simuloiden tai kuvausten perusteella läpi koko käyttötehtävä ja mietitään sen mahdolliset variaatiot.

Käyttötehtävän jako vaiheisiin ja toimintoihin tarkistetaan ja laitetaan ryhmän näkyville (esim. työtilan seinälle suurelle paperiarkille).

Jos käyttö on kuvattu käyttöohjeessa, voi olla vaarana se, että kuvausta ei osata enää kyseenalaistaa riittävästi. Tällaisissa tapauksissa ehdotetaan, että käyttöohjeessa olevaa kuvausta voidaan käyttää tarkastelun pohjana, mutta se kirjoitetaan esim. piirtoheitinkalvolle, erikseen "valmiista" aineistosta jotta sitä voidaan kritisoida. Kunkin käyttötehtävän tai sen vaiheen tarkastelun jälkeen voidaan myös tarkastella, mitä käyttöohjeet kertovat. Näin kehitetään käyttöohjeita käytön ehdoilla eikä toisinpäin!

Sitten käydään tehtävä läpi. Virhetoimintoja etsitään kuvittelemalla eri toimintoihin liittyvät virhemahdollisuudet. Etsinnän apuna käytetään aiemmin esitettyä toimintovirhetyyppien luetteloa sekä käyttäjien kokemuksia.

Analyysissä etsitään lomakkeen sarakkeiden mukaisia asioita. Niiden löytämisessä käytetään apuna erilaisia tarkistuslistoja, avainsanoja ja tarkasteluperiaatteita, jotka on esitetty seuraavassa.

Riippuu tuotteesta, mille tehtävän tarkastelun tasolle kannattaa analyysissä keskittyä. Esim. edelläolevassa esimerkissä ajatus "sormen siirtämisestä laukaisunapille" voi tehdä siitä liian itsestäänselvän ja ongelmattoman. Sen sijaan toiminto "kameran laukaisu" antaa enemmän "ajattelunvaraa" sillekin, että ehkä se laukaisunappi ei löydykään!

Mahdollinen virhetoiminto ja sen syyt

Pohdi työvaiheeseen liittyen erilaisten inhimillisten virheiden mahdollisuutta:

- Toiminto jää suorittamatta
- Toiminto myöhästyy
- Toiminto liian aikaisin
- Toiminto on väärä tai puutteellinen
- Toiminto tehdään väärälle kohteelle
- Toiminto on ylimääräinen
- Toimintojen väärä järjestys

(Tarkempi, seinätauluna ja ryhmälle jaettavana käytettävä luettelo on esitetty aiemmin.)

Toimintovirheanalyysin onnistumiseksi ja työmäärän vähentämiseksi on tärkeää rajata käsiteltäväksi otettavia virheitä. Mukaan pitäisi ottaa vain sellaisia virheitä, jotka liittyvät läheisesti tarkasteltavaan toimintoon. Esimerkiksi toimintovirhetyyppiin "toiminto väärälle kohteelle" kuuluvien virheiden joukosta valitaan vain sellaisia, jotka täyttävät jonkin seuraavista ehdoista:

Väärä kohde

- On samaa tyyppiä kuin oikea,
- Muistuttaa ulkonäöltään oikeata,
- Sijaitsee samannäköisessä ympäristössä kuin oikea,
- Sijaitsee oikean kohteen vieressä tai
- Väärän kohteen symboli (käyttöohjeen perusteella toimittaessa) muistuttaa oikean kohteen symbolia.

Tyyppiä "toiminnot väärässä järjestyksessä" olevista virheistä ei yleensä ole tarpeen tarkastella kuin toimintosarjan kolmen peräkkäisen toiminnon virheellisiä kombinaatioita. Jos tarkasteltavaa työtä havainnoitaessa todetaan merkittäviä eroja eri henkilöiden työjärjestyksessä, voidaan näiltä osin väärää suoritusjärjestystä arvioida laajemminkin.

Vaikeampaa – mutta samalla avain tuotteen ymmärtämiseen ja ongelman poistamiseen – on virheen syiden syvällisempi miettiminen.

Virheeseen myötävaikuttavat asiat

- Onko tuotteessa ergonomisia ansoja, jotka ohjaavat virhekäyttöön? – Käyttölaitteiden ja instrumenttien ergonomiset ongelmat? (Sijoittelu, muotoilu, merkinnät, värikoodit)
- Millaiset ympäristö/tilannetekijät vaikuttavat virheen syntyyn?
 - Kiire (miksi?)
 - Huono näkyvyys
 - Melu
- Miksi käyttäjä voisi / haluaisi / joskus tekisi näin?
- Ovatko käyttäjän perusvalmiudet riittävät?
- Voiko olla fyysisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat virheelliseen käyttötapaan? – ulottuvuus, voimat, näkökyky, rajoitteisuus (liikuntaelimet, värisokeus ...)
- Ajatellaanko tehtävää sittenkään oikealla tavalla? Järkevä? Voisiko käyttäjän kokea tilanteen aivan eri tavalla, lähteä käyttämään laitetta aivan eri strategialla?
- Onko oikea käyttö opastettu?
- Onko käyttäjällä vastaavanlaisesta toiminnasta tottumuksia, jotka ohjaavat häntä virheelliseen toimintaan?
- Onko tehtävää suorittaessa saatavissa apua? Tuotteen käyttöohje? Tuotteen viestit, merkinnät?

Virheen seuraukset (välittömät ja välilliset)

Seuraava vaihe on miettiä, mitä virheestä voi seurata – joko heti ja suoraan tai välillisesti ja myöhemmin.

Virheen seurausten miettiminen

- Mitä virheestä seuraa välittömästi:
 - tehtävän jatkumiselle
 - tuotteelle
 - tekemisen kohteelle
 - ihmiselle: syntyykö tapaturma
 - ympäristölle
- Syntyykö tapahtumaketju?
- Millaisia välillisiä vaikutuksia tapahtuneella on?
- Voiko se aiheuttaa ongelmia
 - seuraavalla käyttökerralla, seuraavalle käyttäjälle
 - seuraavan huollon yhteydessä
 - jossain muussa myöhemmässä tilanteessa

Miten käyttäjä huomaa tehdyn virheen?

- Antaako laite palautetta?
- Huomaako sen jostain muusta?

Miten virheeseen on varauduttu (tuotteen suunnittelussa)?

- Pitäisikö tehdylle toiminnolle (mikä ei ehkä ole toivottu) olla varmistus, esim. kuittaus?
- Pitäisikö se olla kyseiselle käyttäjälle estetty?
- Pitäisikö se olla estetty laitteen kyseisessä tilassa?
- Pitäisikö edellyttää jotain lukituksia, virran katkaisua tms. ennen toiminnon sallimista?
- Onko käyttöohjeessa hyvät (toimivat, selkeät, näkyvät) varoitukset ja ohjeet virheen varalta?
- Onko tuotteessa riittävät varoitusmerkinnät?

Parannustoimenpiteet

Millaisia ehdotuksia ryhmällä on? Seuraavaa luetteloa käytetään keskustelun pohjana. Sen asiat ovat periaatteellisessa tärkeysjärjestyksessä.

Tuotteen parantamisen mahdollisuuksia

Voisiko ...

- Poistaa virheen syyt (tähän pitäisi pyrkiä)
- Poistaa virheen mahdollisuus
 - laitteen rakenteen muuttaminen
 - laitteen toiminnan muuttaminen
- Vähentää virheen todennäköisyyttä
 - laitteen parempi ergonominen suunnittelu
 - koulutus, käyttöohjeet, varoitukset
- Antaa mahdollisuus virheellisen toiminnon peruuttamiselle tai korjaamiselle
- Poistaa sen seuraukset
 - rakentaa laitteeseen suojauksia
 - rakentaa esteitä seurausten etenemiselle
 - vaatia käyttäjältä suojaimia (esim. kypärää)

On hyvä merkitä parannustoimet lomakkeelle siten, että näkyy, mihin ne liittyvät. Esim. minkä syyn ne poistavat.

6) Tulosten kokoaminen ja käsittely

Käydään läpi laaditut analyysilomakkeet ja kootaan ongelmista yhteenveto. Pohditaan esim. seuraavia asioita

- Millaisia ongelmat yleensä olivat?
- Näyttääkö tuotteen perusajatus edelleen järkevältä?
- Näyttääkö tuotteen ajateltu käyttäjäryhmä edelleen relevantilta? Pitäisikö asettaa osaamisvaatimuksia tai tehdä rajoituksia?
- Mitä tuotteesta pitäisi muuttaa? Mitä muutetaan ja millä tavalla?
- Mitkä asiat hoidetaan käyttöohjeilla ja varoituksilla?
- Ketkä vastaavat muutosten tarkemmasta suunnittelusta ja toteutuksesta? Millä aikataululla?

- Miksi jotain ehdotettua muutosta ei toteuteta? (Tärkeä dokumentoitava asia, jos puute aiheuttaa myöhemmin tapaturman)

Analyysin raportointi ja jatkotoimet

Valmis analyysi raportoidaan toimeksiantajalle. Koska analyysi on tärkeä osa tuotevastuukysymyksissä käsiteltävää dokumentaatiota, sen dokumentointi on oltava hyvätasoista.

Raportti koostuu yhteenvedosta, jonka liitteenä ovat kaikki analyysilomakkeet. Yhteenvedosta ilmenevät seuraavat seikat:

- Analyysin kohde ja rajaukset
- Laatimisajankohta
- Työryhmien kokoonpano
- Käytetyt dokumentit
- Saavutetut keskeiset tulokset.

Yhteenvedon liitteenä ovat kaikki analyysista laaditut yksityiskohtaiset tulokset (lomakkeet).

Tällaisten käytettävyyssanalyysien tuloksena löydettyjen virheiden vienti tuotekehityksen tietojärjestelmiin, esim. ohjelmistoprojektin virhetietokantaan, vaihtelee. Olennaista on kuitenkin se, että havainnot käydään läpi ja sovitaan, mitkä niistä otetaan työlistalle.

Analyysin päivitys

Kun tuotetta muutetaan tai sen käyttökohteet tai käyttäjäryhmä muuttuvat, analyysi pitäisi täydentää vastaamaan muuttuneita olosuhteita.

Kirjallisuutta

- Menetelmän tuoteorientoitunut versio on kehitetty prosessiteollisuuden työtehtävien tarkasteluun laaditusta sovelluksesta, jota kuvataan esim. seuraavissa lähteissä:

Salo, H. 1984. Inhimillisistä virhetoiminnoista aiheutuvien vaaratilanteiden toimintovirheanalyysi. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 339. 61 s. + liitt. 6 s.

Salo, R. 1984b. Toimintovirheanalyysi. Teoksessa: Kemianteollisuuden riskien hallinta. Helsinki, Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, julkaisu 190 - 84. 4 s.

Suokas, J. 1985. Ihmisen ja organisaation toiminnan tarkastelu; toimintovirheanalyysi ja MORT. Teoksessa: Häiriöiden ja onnettomuuksien ennakointi suunnittelussa ja käytönohjauksessa. Helsinki, Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, julkaisu 192 - 85..

Violainen, K. 1994. Toimintovirheanalyysi. Luentoaineisto kurssille Riskianalyysi teollisuudessa. 10 s.

- Inhimillisistä virheistä on tietoa mm. seuraavissa lähteissä:

Hayashi, Y. 1985. Hazard analysis on chemical complexes in Japan - especially those caused by human errors. *Ergonomics* 28, 6, s. 835 - 841.

Joschek, H.-I. 1981. "Risk Assessment in the Chemical Industry", in Proceedings of the ANS/ENS Topical Meeting on Probabilistic Risk Assessment, Port Chester, N. Y., September 1981, American Nuclear Society, La Grange Park III.

Keskinen, E. 1980. Inhimillinen tekijä liikenneonnettomuuksissa. Helsinki, Helsingin yliopisto, raporttisarja n:o A1, 56 s.

Leplat, J. & Rasmussen, J. 1984. Analysis of human errors in industrial incidents and accidents for improvement of work safety. *Acciden Analysis and Prevention* 16, 2, s. 77-88.

Norman, D.A. 1981. Categorization of action slips. *Psychological Review* 88, 1, s. 1 - 15.

Petersen, D. 1982. Human-error reduction and safety management. New York, Garland STPM Press. 299 s.

Rasmussen, J. 1982. Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents* 4, s. 311 - 333.

Rasmussen, J. 1986. Information processing and human-machine integration: An approach to cognitive engineering. North-Holland Series in System Science and Engineering, Series Volume 12. 215 s.

Rasmussen, J. 1987. Reasons, causes and human errors. In: Rasmussen, J. Duncan, K. & Leplat, J. (ed.). *New technology and human error*. John Wiley & Sons Ltd. S. 293 - 301.

Reason, J. 1987. Generic Error-Modelling System (GEMS): A cognitive framework for locating common human errors. In: Rasmussen, J. Duncan, K. & Leplat, J. (ed.). *New Technology and Human Error*. John Wiley & Sons Ltd. S. 63 - 83.

Reason, J. 1988. In: Goodstein, L.P., Andersen, H.B. & Olsen, S.E. (ed.). *Task, Errors and mental models*. London, Taylor & Francis Ltd.

Reason, J. 1990. *Human Error*. Cambridge, Cambridge University Press. 302 s.

Reason, J. 1991a. How to promote error tolerance in complex systems in the context of ship and aircraft. *Seaways: The Journal of the Nautical Institute*, January, s. 14 - 19.

Seppälä, A. 1988. Ihmiseen ja ihmisen käyttäytymiseen liittyvät tapaturmateoriat. Teoksessa: Inhimillinen erehdys: kirjallisuuskatsaus turvallisen käyttäytymisen ohjauskeinoista. Tampere, Tampereen teknillinen korkeakoulu, raportti 50. S. 11-26.

Surry, J. 1968. Industrial accident research: A human engineering approach. Toronto, University of Toronto. 237 s.

Swain, A. D. & Guttman, H. E. 1980. Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant operations. Albuquerque, Sandia Laboratories, NUREG/CR-1278. u.s.

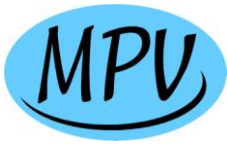
Liite: Väärinkäyttömahdollisuuksien systemaattinen analysointi

Tuotteen väärinkäytön mahdollisuudet on määräysten mukaan selvitettävä. Niiden selvittäminen voidaan yhdistää toimintovirheanalyysiin.

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
- Väärinkäyttö missä tahansa työtehtävässä
- Vandalismi

Tarkastelussa vaaditaan siis vapaasti luovaa ideointia. Potentiaalisten ongelmien analyysin menettelyä (kts. esim. kirjanen Tuotteen turvallisuuden arviointimenetelmiä) voinee soveltaa hyvin tähän tarkoitukseen. Analysoinnin systemaattisuutta auttaa sen laatiminen toimintovirheanalyysin yhteydessä.



Liite: Lomake-esimerkki

TOIMINTO VIRHEANALYYSI		Sivu: 1(1)			
Järjestelmä / tuote:		Laatijat:			
Käyttötehtävä:			Tämän sivun käyttöpvm:		
Työvaihe / tuotteen, järjestelmän tila:					
Käyttäjän toiminto	Mahdollinen virhetilasto ja sen syyt	Virheen seuraukset (välittömät ja välilliset)	Miten käyttäjä huomaa tehdyn virheen?	Miten virheeseen on varauduttu (tuotteen suunnittelussa)?	Esittävät parannustoimenpiteet (esim. tuotteen muuttaminen)

Tämä lomake-esimerkki on toteutettu Wordin taulukoilla, eli niitä on helppo muokata: lisätä uusia rivejä ym. Lomakkeen voi aivan yhtä hyvin toteuttaa myös Excelillä. Wordin edut ovat: 1) sisällysluettelo ja 2) siististi sivutetut tulosteet ja PDF:t-

Word-lomakkeessa on otsikkokentät "Järjestelmä / tuote" ja "Laatijat" ylätunnisteessa, eli ne täytyy syöttää vain kerran.

TVA-lomake kannattaa räätälöidä omaan käyttöön.

- Sarakeotsikot voi "virittää" sellaisiksi, jotka analyysiryhmää miellyttävät
- Yrityksen logo on yleinen lisäys
- Tekstityyppi on yleinen vaidettava asia. Siirtoheittimellä käytettynä monet pitävät Ariel-fontista Sarakkeitaikin voi muuttaa ja lisätä, mutta yksinkertainen lomake on usein käytännössä paras.
- Joissakin lomakkeissa on välittömille ja välillisille seurauksille oma sarake. Niitä voi olla vaikea erottaa toisistaan.
- Toimenpiteiden toteutusvastuuta varten on usein oma sarakeensa.
- Ongelman vakavuudelle on joskus oma sarakeensa. Usein on helpompaa analyysin jälkeen tarkastella ongelmia rauhassa ja priorisoida niitä toimenpiteiden toteutusta varten. Tällainen sarake ei vie paljon tilaa, vain kapea kenttä, johon mahtuu joko yksi kriittisyyttä kuvaava luku (0 ... 5) tai kaksi saraketta: ongelman yleisyydelle / todennäköisyydelle ja seurausten vakavuudelle.