

Kokouspöytäkirja

JAAKKO PÖYRY OY
PL 4 (Jaakonkatu 3)
FIN-01621 Vantaa
Finland
Kotipaikka Vantaa, Finland
Y-tunnus 1071411-1
Puh. +358 9 894 71
Fax +358 9 878 1818

Päiväys 24.11.2005

Viite 16D0156-B0001
Sivu 1 (13)
Yhteyshenkilö Mauri Heikkinen
Puh. +358 9 8947 2476
mauri.heikkinen@poyry.fi

SOODAKATILAN RISKIEN LUOKITTELUN KALIBROINTITYÖRYHMÄN PALAVERIMUISTIO 1

Päiväys 21.11.2005

Paikka JPH

Läsnä	Raimo Koskinen	Sunila Oy
	Kauko Ylioinas	BMS Kemi
	Sami Forsström	Andritz Oy
	Mika Kaijanen	Tukes
	Mauri Heikkinen	JPH

Liitteet

1. Inspectan IEC 61508-5:stä soveltama riskigraafi
2. IEC 61508:n mukainen riskigraafin kalibrointi
3. IEC 61511:n mukainen riskigraafin kalibrointi
4. Erään tuotantolaitoksen käyttämä eheystasomäärittäminen
5. Eräs ehdotelma soodakattilan eheystason määrittämiselle
6. Vaara- ja riskianalyysit testauskalibroinneilla
7. Esimerkki vaara- ja riskianalyysilomakkeesta

Jakelu

Osallistujat
Stora-Enso Oulu / Reijo Hukkanen
Kvaerner Power Oy / Esa Palojärvi
Julkaisu: Soodakattilayhdistyksen kotisivulla
Tiedote: Automaatiotyöryhmä
JPH/AA MHe Arkisto

1 YLEISTÄ

Palaveri oli ensimmäinen soodakattilan riskien luokittelun kalibrointi-työryhmän kokoontuminen. Tarkoituksena oli tutustuttaa työryhmän jäsenet projektiin käymällä läpi projektisuunnitelma sekä käydä läpi erilaisia käytössä olevia riskien luokittelun kalibrointimalleja. Lopuksi oli tarkoitus tehdä joillakin kalibroinneilla joillekin soodakattilan vaaroille eheystason määrittäminen. Kokeilun tarkoituksena oli selvittää mahdollisia eroavaisuuksia ja löytää pohjaa alkaa kehittämään soodakattiloiden vaarojen arvioinneille sopivinta kalibrointia.

Raimo Korhonen korosti yleisesti työryhmän lähtökohtaa kalibroinnin kehittämiseksi, että tehtaiden päätarkoitus on tehdä sellua ja turvallisesti.

2 ERI KALIBROINTIEN LÄPIKÄYNTI

2.1 Inspectan soveltama IEC 61508-5:stä

Inspectan nimenomaan kattilalaitoksille kehittämää ja yleisesti soodakattilan vaarojen arvioinneissa käytetty riskigraafi on esitetty liitteessä 1.

Graafin kalibroinnissa on heikkoutena, että se keskittyy ainoastaan henkilövahinkoihin ja graafin käyttö johtaa seurausparametrien Cb (Vammautuminen, pysyvä vamma tai sairaus, ei vaikutusta työkykyyn) ja Cc (Kuolemantapaus tai muutama vakava vamma (<5), työkyvyn menetys) seurauksesta helposti aina eheystasoon 2.

2.2 IEC 61508:n mukainen riskigraafi

IEC 61508:n osan 5 liitteessä D oleva riskigraafin kalibrointi on esitetty liitteenä 2. Kalibroinnissa on erona Inspectan soveltamaan vastaavaan se, että seurausparametri C on kalibroitu huomattavasti jyrkemmin eli C2:ssa on luokiteltu jo vakava onnettomuus yhdelle tai useammalle henkilölle ja jopa yhden henkilön kuolema. Vastaava on luokiteltu Inspectan kalibroinnissa seuraustekijässä Cc eli kolmannessa luokassa.

2.3 IEC 61511:n mukainen riskigraafi

IEC 61511-3:n standardissa oleva riskigraafin kalibroinnissa seurausparametri määritellään virtaavan aineen vaarallisuuden eli ns. haavoittuvuuden ja henkilömäärän perusteella. Haavoittuvuus määritellään neljällä luokalla pienestä päästöstä syttyvää tai myrkyllistä ainetta aina repeämään tai räjähdykseen. Kohteessa olevien henkilömäärä vuorokaudessa, jolla haavoittuvuus tulee kertoa, arvioidaan ja tuloa verrataan asteikkoon <0.01, 0.01 – 0.1, >0.1 – 1.0 ja >1.0. Seurausparametri CA.....CD määräytyy

metri CA.....CD määräytyy vastaavasti.

Työryhmässä heräsi keskustelua, että tätä voisi ajatella käytettäväksi soodakattilan yhteydessä polttoaineiden (kaasu, öljy, hajukaasut, lipeä) yhteydessä. Kalibrointi on esitetty liitteessä 3.

2.4 Erään tuotantolaitoksen käyttämä eheystasomääritys

Liitteessä 4 on esitetty erään tuotantolaitoksen käyttämä standardista IEC 61511 kehittämä kalibrointi riskigraafille. Tässä on otettu huomioon henkilöturvallisuuden lisäksi myös ympäristöturvallisuus ja taloudellinen turvallisuus.

Henkilöturvallisuuden seuraus-muuttujan C määrittämisessä henkilömäärä on henkilöiden keskimääräinen lukumäärä, kun vaaralle alttiilla alueella oleskellaan.

Ympäristöturvallisuuden seurausmuuttujan määrittämisessä on lähdetty siitä, mitä päästö voi aiheuttaa joko laitoksen sisällä tai lähiseudun ympäristöön. Samoin päästön seurauksen määrittämisessä otetaan huomioon, miten päästö voidaan puhdistaa vai jääkö siitä pitempi aikaisia seuraamuksia. Lisäksi päästön seuraamuksia on selvennetty ja pyritty valinnan tekoa helpottamaan useilla huomiosarakkeen ohjeistuksilla.

Taloudellisen turvallisuuden seurausmuuttujan määrittämisessä otetaan huomioon laitevauriot, korjaustyökustannukset sekä tuotantotappiot.

Muutoin kalibrointi seuraa pääosin IEC 61511 standardissa olevaa riskigraafin kalibrointia. Yhtenä eroavuutena on parametrissa P, jossa valitaan P1 kun poistumistie on olemassa ja turvalliseen poistumiseen on aikaa. Eli yhden tunnin aika poistumiselle on poistettu.

F, P ja W-parametrien käsittely on sekä henkilö-, ympäristö- että taloudellisen turvallisuuden määrittelyissä yhtenevä.

2.5 Eräs ehdotelma soodakattilan riskigraafin kalibroinnille

Liitteessä 5 on esitetty yksi ehdotelma soodakattilan riskigraafin kalibroinnille. Ehdotelmassa on lähdetty siitä, että eheystaso määriteltäisiin seurausparametrin ja vahingon todennäköisyyden perusteella, jolloin turvajärjestelmää ei olisi tai ei olisi toiminnassa. Lisäksi ehdotelmassa tulee vahingon todennäköisyyttä arvioitaessa ottaa huomioon muut suojausmenetelmät sekä mahdollinen altistumisaika vaaravyöhykkeellä.

Seurauksien arvioinnit on jaettu neljään luokkaan ja niissä on omat arvioinnit mahdollisille henkilövahingoille, materiaalivahingoille, seisokitapioille sekä ympäristövahingoille.

Ehdotelma antoi työryhmälle käyttökelpoisen kuvan mahdollisesta kalibroitiratkaisusta. Tässä tapauksessa myös tulee tarkastella seurausparametrin kalibrointia tarkemmin eri vahingoille. Esimerkiksi seisokkiaikojen pituuksista tuli työryhmässä keskustelua.

3 RISKIGRAAFIEN TESTAAMINEN

Riskigraafin kalibroinnin testaus soodakattilan esimerkki vaaroilla päätettiin tehdä seuraavilla kalibroinneilla;

- Inspectan käyttämällä IEC 61508-5:sta sovelletulla kalibroinnilla
- IEC 61508:n mukaisella kalibroinnilla
- IEC 61511:n mukaisella kalibroinnilla, joka yhdistettiin liitteen 4 mukaiseen kalibrointiin
- Erään ehdotelman kalibroinnilla (ks. liite 5)

Kalibrointien testauksessa päätettiin käyttää seuraavia soodakattilan vaaroja:

- korkea tulipesän paine
- lieriön pinta liian alhainen
- kuiva-aineen pitoisuus liian alhainen
- väkevien hajukaasujen syöttöpaine liian alhainen

Liitteessä 6 on esitetty vaara- ja riskigraafi, jossa on tarkasteltu kattilan tulipesän korkeaa painetta käyttäen em. graafien kalibrointeja. Vaara- ja riskigraafissa käytettiin vaaran syinä, seurauksina sekä vaarautumisena ilman TLJ:tä eräälle soodakattilalle tehtyä vaara- ja riskianalyysejä ja tarkasteltiin ainoastaan eheystason määrittystä eri kalibroinneilla. Työryhmä ei kerinnyt käymään läpi vaaroista kuin korkean tulipesän paineen. Loput vaarat käy läpi työryhmän vetäjä ja esittää läpikäynnin seuraavassa työryhmän kokouksessa.

JPH/MHe

3.1 Yhteenveto testauksesta

Eheystason määrittämisessä lähdettiin seuraavista olettamuksista;

- seurauksena olisi yhden henkilön kuolema tai usean henkilön vakava loukkaantuminen
- oleskelu vaarallisella alueella on yli 10% normaalityöajasta (Fb)
- yhden tunnin aikaa operaattorin varoittamisen ja vaarallisen tapahtuman välillä ei ole (Pb)
- todennäköisyys vaaran tapahtumiselle on alle 0,03 vuodessa (W1)

Korkealle tulipesän paineelle saatiin seuraavat eheystasomääritykset;

Riskigraaffi	Eheystason määrittäminen	Eheystaso
Inspectan käyttämä malli (liite 1)	Cc-Fb-Pb-W1	TET2
IEC/EN61508 (liite 2)	C2-F2-P2-W1	TET1
IEC61511 (liite 3+liite 4)	Henkilö; C4-F2-P2-W1	TET3
	Ympäristö; C2-F2-P2-W1	TET2
	Taloudellinen; C3-F2-P2-W1	TET2
Ehdotelma (liite 5)	Henkilö; Serious damage + Unlikely	TET1
		TET1
	Materiaali; Serious damage + Unlikely	
	Seisokitappiot; Serious damage + Unlikely	TET1
	Ympäristövaikutukset; Moderate damage + Unlikely	TET0

Standardin IEC61511:n (liite 3+liite 4) seurausparametrin määrittämisessä käytetty henkilömäärä laskettiin seuraavasti;

- lämmittäjä oleskelee alueella 40% ajasta eli 9,6 h
- 2 huoltomiestä 6 tuntia kumpikin eli 12 h
- automaatio- ja sähkömiehet 2 henk yht. 2 h
- muita liikkujia 2h

eli yhteensä 25,6h/vrk

Henkilömäärää määrittäessä voi olla tulla eroja kun henkilöiden määrää arvioidaan vanhoilla tai uusilla soodakattiloilla.

4

YHTEENVETO TYÖRYHMÄN KOKOUKSESTA

Kuten esimerkkitarastelut osoittivat, on kalibroinnilla ja jopa yhden parametrin muuttamisella suuri merkitys nykyisiin käytössä oleviin riskigraafien tuloksiin. Tulokset vaihtelivat TET1:stä TET3:een, millä toteutuksen kannalta on suuri merkitys.

Työryhmä totesi, että käytäntö on käytetyissä eheystasomäärityksissä vaihtelevaa ja yhtenäisyyttä määrityksiin kaivataan. Kaikkia tyydyttävää määritysmenetelmää soodakattilalle on todennäköistä vaikea löytää, mutta pyritään saamaan ehdotelma tai useampikin aikaiseksi.

Työryhmä päätti, että kalibroinnin kehittämisessä soodakattilalle otetaan mukaan ympäristövahingot sekä myös taloudelliset vahingot, mitkä määritellään materiaalistien vahinkojen ja seisokkitappioiden kautta.

Työryhmä keskusteli, että pitäisikö kalibroinnissa pitää mukana kaikki standardeissa esiintyvät 4 parametria vai voitaisiinko niitä vähentää liitteessä 5 olevan ehdotelman mukaisesti. Päätettiin tässä vaiheessa pitää kaikki parametrit mukana syystä, että käyttäjät ovat oppineet neljään parametriin.

Työryhmässä keskusteltiin myös vaara- ja riskianalyysilomakkeiden ulkomuodosta ja täyttötekniikasta. Esimerkkinä yhdestä käytetystä kaavakkeesta tarkasteltiin liitteessä 7 olevaa mallia, jossa täytetään valkoiset kentät analyysin aikana, valitaan vihreisiin kenttiin alasvetovalikoista sopivin vaihtoehto ja kone antaa keltaisiin kenttiin seuraus- ja eheystasot.

Todettiin, että työ on lähtenyt hyvin liikkeelle ja jatketaan projektisuunnitelman mukaisesti.

5

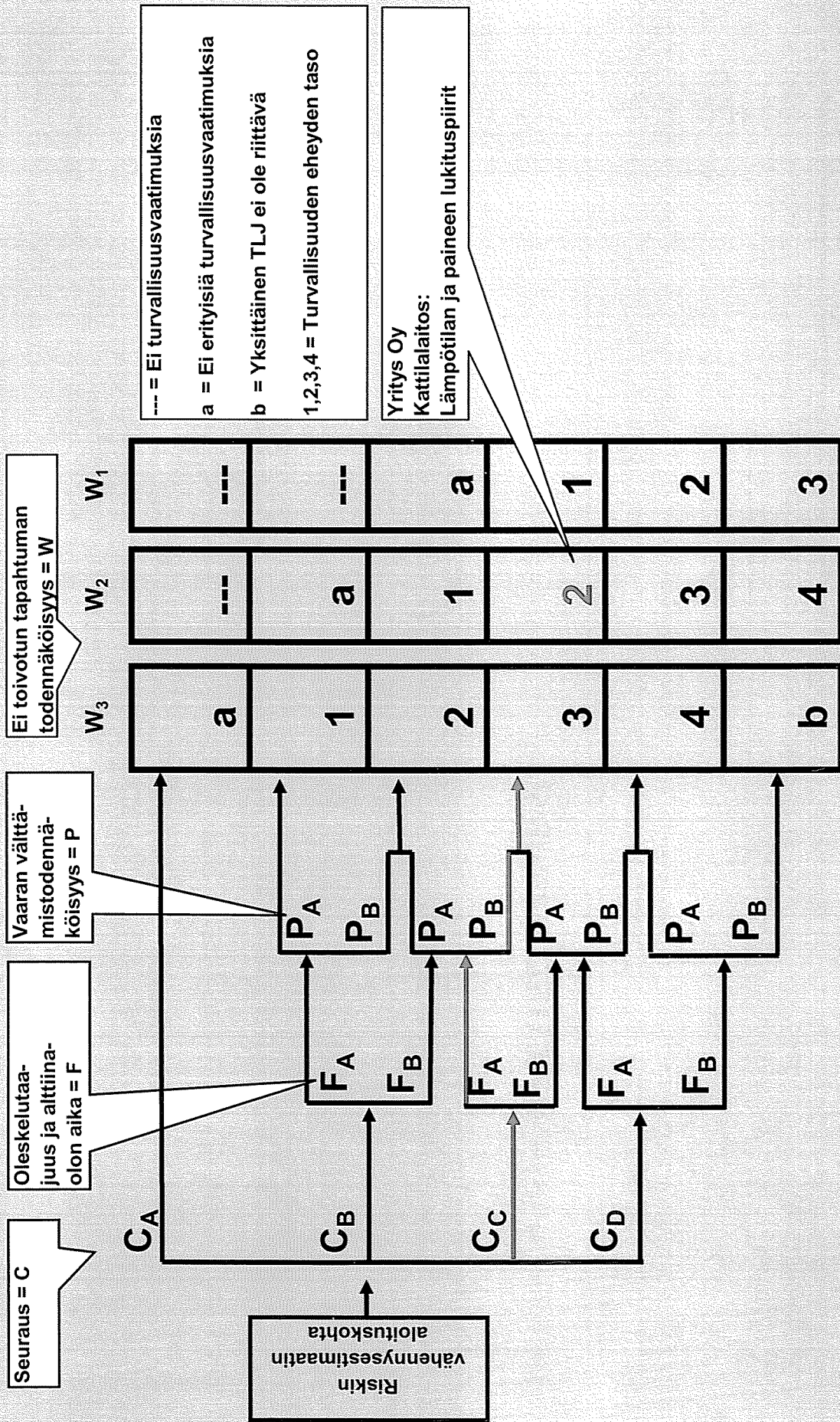
SEURAAVA PALAVERI

Seuraavan kerran työryhmä (RGT) kokoontuu 19.1.2006 klo 10:00 Jaakko Pöyryllä Vantaalla. Tämän jälkeen työryhmä kokoontuu vielä KTR:n kokoontumisen jälkeen 16.2.2006 myös Vantaalla Jaakko Pöyryllä.

LIITE 1

INSPECTAN IEC 61508-5:STA SOVELTAMA RISKIGRAAFFI

Yleinen riskigraafi (IEC 61508-5)



YLEISEN RISKIGRAAFIN KALIBROINTI TLJ:n EHEYSTASON MÄÄRITTÄMISEKSI

Kohde:

Riskiparametrit	Luokittelu
Seuraus (C)	
C _A	Ohimenevä tapaturma tai sairaus
C _B	Vammautuminen, pysyvä vamma tai sairaus, ei vaikutusta työkykyyn
C _C	Kuolemantapaus tai muutama vakava vamma (< 5), työkyvyn menetys
C _D	Useampi kuollut tai useita vakavia vammoja (> 5).
Oleskeluaika (F)	
F _A	Oleskeluaika käyttöjakson aikana vaara-alueella 10 % tai alle
F _B	Oleskeluaika käyttöjakson aikana vaara-alueella yli 10 %
Välttämistodennäköisyys (P)	
P _A	Valitaan kun kaikki seuraava toteutuu: * Järjestelmä varoittaa operaattoria että TLJ on epäkunnossa * Riippumattomia laitteita vaarattomaan alasajoon on olemassa tai laitteita jotka sallivat kaikkien henkilöiden siirtymisen turvalliseen tilaan * Aika operaattorin varoittamisen ja vaarallisen tapahtuman välillä ylittää yhden tunnin
P _B	Valitaan, jos kaikki edellä mainitut ehdot eivät toteudu
Ei toivotun tapahtuman todennäköisyys (W)	
W ₁	Todennäköisyys alle 0,03 vuodessa (tapahtumaväli > 33 vuotta)
W ₂	Todennäköisyys 0,3 - 0,03 vuodessa (tapahtumaväli > 3 - 33 vuotta)
W ₃	Todennäköisyys 3 - 0,3 vuodessa (tapahtumaväli 4 kk - 3 vuotta)

LIITE 2

IEC 61508:N MUKAINEN RISKIGRAAFIN KALIBROINTI

Table D.1 – Example data relating to example risk graph (figure D.2)

Risk parameter		Classification	Comments
Consequence (C)	C ₁	Minor injury	1 The classification system has been developed to deal with injury and death to people. Other classification schemes would need to be developed for environmental or material damage. 2 For the interpretation of C₁, C₂, C₃ and C₄, the consequences of the accident and normal healing shall be taken into account.
	C ₂	Serious permanent injury to one or more persons; death to one person	
	C ₃	Death to several people	
	C ₄	Very many people killed	
Frequency of, and exposure time in, the hazardous zone (F)	F ₁	Rare to more often exposure in the hazardous zone	3 See comment 1 above.
	F ₂	Frequent to permanent exposure in the hazardous zone	
Possibility of avoiding the hazardous event (P)	P ₁	Possible under certain conditions	4 This parameter takes into account – operation of a process (supervised (i.e. operated by skilled or unskilled persons) or unsupervised); – rate of development of the hazardous event (for example suddenly, quickly or slowly); – ease of recognition of danger (for example seen immediately, detected by technical measures or detected without technical measures); – avoidance of hazardous event (for example escape routes possible, not possible or possible under certain conditions); – actual safety experience (such experience may exist with an identical EUC or a similar EUC or may not exist).
	P ₂	Almost impossible	
Probability of the unwanted occurrence (W)	W ₁	A very slight probability that the unwanted occurrences will come to pass and only a few unwanted occurrences are likely	5 The purpose of the W factor is to estimate the frequency of the unwanted occurrence taking place without the addition of any safety-related systems (E/E/PE or other technology) but including any external risk reduction facilities. 6 If little or no experience exists of the EUC, or the EUC control system, or of a similar EUC and EUC control system, the estimation of the W factor may be made by calculation. In such an event a worst case prediction shall be made.
	W ₂	A slight probability that the unwanted occurrences will come to pass and few unwanted occurrences are likely	
	W ₃	A relatively high probability that the unwanted occurrences will come to pass and frequent unwanted occurrences are likely	

LIITE 3

IEC 61511:N MUKAINEN RISKIGRAAFIN KALIBROINTI

LITE 3

Some restrictions have been placed on how occupancy parameters are selected. The requirement is to select the occupancy factor based on the most exposed person rather than the average across all people. The reason for this is to ensure the most exposed individual is not subject to a high risk which is then averaged out across all persons exposed to the risk.

When a parameter does not fall within any of the specified ranges, then it is necessary to determine risk reduction requirements by other methods or to re-calibrate the risk graph, Figure D.1, using the methods described above.

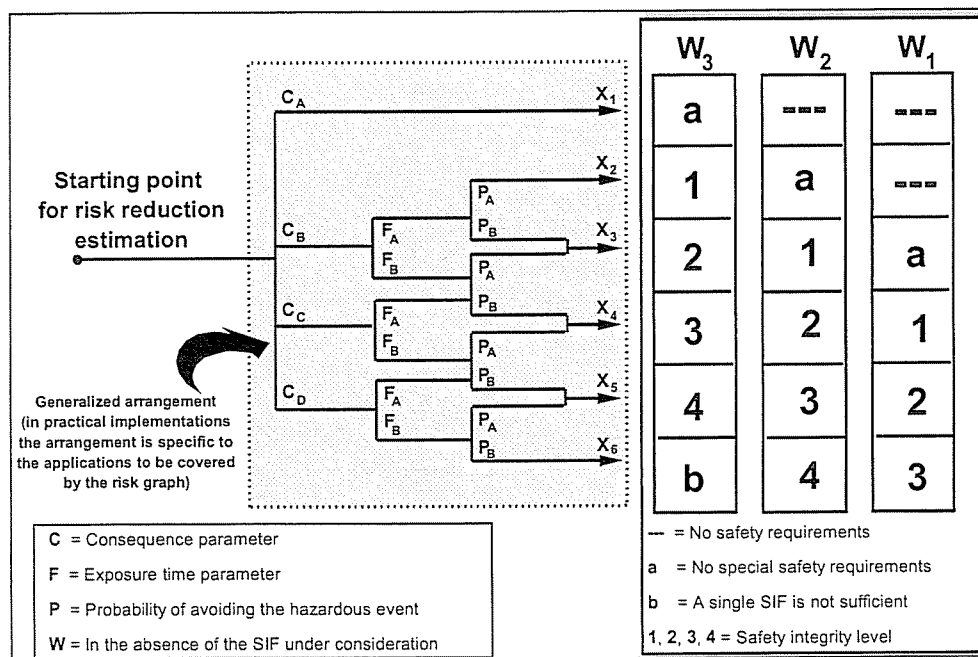


Figure D.1 – Risk graph: general scheme

IEC 3021/02

Table D.2 – Example calibration of the general purpose risk graph

Risk parameter	Classification	Comments
Consequence (C)	C _A	Minor injury
Number of fatalities	C _B	Range 0,01 to 0,1
This can be calculated by determining the numbers of people present when the area exposed to the hazard is occupied and multiplying by the vulnerability to the identified hazard.	C _C	Range >0,1 to 1,0
The vulnerability is determined by the nature of the hazard being protected against. The following factors can be used:	C _D	Range >1,0
V = 0,01 Small release of flammable or toxic material		
V = 0,1 Large release of flammable or toxic material		
V = 0,5 As above but also a high probability of catching fire or highly toxic material		
V = 1 Rupture or explosion		

Risk parameter		Classification	Comments
Occupancy (F) This is calculated by determining the proportional length of time the area exposed to the hazard is occupied during a normal working period. NOTE 1 If the time in the hazardous area is different depending on the shift being operated then the maximum should be selected. NOTE 2 It is only appropriate to use F_A where it can be shown that the demand rate is random and not related to when occupancy could be higher than normal. The latter is usually the case with demands which occur at equipment start-up or during the investigation of abnormalities.	F_A F_B	Rare to more frequent exposure in the hazardous zone. Occupancy less than 0,1 Frequent to permanent exposure in the hazardous zone	3 See comment 1 above.
Probability of avoiding the hazardous event (P) if the protection system fails to operate.	P_A P_B	Adopted if all conditions in column 4 are satisfied Adopted if all the conditions are not satisfied	4 P_A should only be selected if all the following are true: – facilities are provided to alert the operator that the SIS has failed; – independent facilities are provided to shut down such that the hazard can be avoided or which enable all persons to escape to a safe area; – the time between the operator being alerted and a hazardous event occurring exceeds 1 hour or is definitely sufficient for the necessary actions.
Demand rate (W) The number of times per year that the hazardous event would occur in absence of SIF under consideration. To determine the demand rate it is necessary to consider all sources of failure that can lead to one hazardous event. In determining the demand rate, limited credit can be allowed for control system performance and intervention. The performance which can be claimed if the control system is not to be designed and maintained according to IEC 61511, is limited to below the performance ranges associated with SIL1.	W_1 W_2 W_3 For demand rates higher than 10 D per year higher integrity shall be needed	Demand rate less than 0,1 D per year Demand rate between 0,1 D and D per year Demand rate between D and 10 D per year	5 The purpose of the W factor is to estimate the frequency of the hazard taking place without the addition of the SIS. If the demand rate is very high, the SIL has to be determined by another method or the risk graph recalibrated. It should be noted that risk graph methods may not be the best approach in the case of applications operating in continuous mode, see 3.2.43.2 of IEC 61511-1. 6 D is a calibration factor, the value of which should be determined so that the risk graph results in a level of residual risk which is tolerable taking into consideration other risks to exposed persons and corporate criteria.
NOTE This is an example to illustrate the application of the principles for the design of risk graphs. Risk graphs for particular applications and particular hazards will need to be agreed with those involved, taking into account tolerable risk, see D.1 to D.6.			

D.7 Using risk graphs where the consequences are environmental damage

The risk graph approach may also be used to determine the integrity level requirements where the consequences of failure include acute environmental loss. The integrity level needed depends on the characteristics of the substance released and the sensitivity of the environment. A general table which shows consequences in environmental terms is shown below. Each individual process plant location may have a defined quantity associated with specific substances above which notification is required to local authorities. Projects need to determine what can be accepted in a specific location.

LIITE 4

ERÄÄN TUOTANTOLAITOKSEN KÄYTTÄMÄ EHEYSTASOMÄÄRITYS

LUOTTAMUKSELLINEN

19.05.2004

Confidential

Jakelu

Tiedoksi

TURVALLISUUDEN EHEYSTASOMÄÄRITYS

Aika Tiistai 18.05.2004

Paikka
Osallistujat

LIITTEET

LUOTTAMUKSELLINEN

Confidential

19.05.2004

Eheystasot ja riskigraafimuuttujien kalibrointi

Turvallisuuden eheystasot

- = ei turvallisuusvaatimuksia (turvallisuuden kannalta ei vaadittu toiminto, haluttaessa toteutus DCS:ssä)
- a = ei erityisiä turvallisuusvaatimuksia (vaadittava toiminto, toteutetaan DCS:ssä)
- 1 = TET 1
- 2 = TET 2
- 3 = TET 3 (harkittava, voidaanko riskiä vähentää muilla keinoilla)
- 4 = TET 4 (ei hyväksyttävä, palautetaan prosessisuunnitteluun)
- b = ei voi toteuttaa yhdellä turva-automaatiojärjestelmällä

Riskigraafimuuttujat**Seuraus-muuttuja, C****Henkilöturvallisuus**

Seurausmuuttuja C on jaettu neljään tasoon: C1, C2, C3 ja C4. Riskinarvioinnissa Seuraus-muuttujan arvo lasketaan yhtälön

$C = V * \text{henkilömäärä}$, mukaisesti

missä V on haavoittuvuus,

Haavoittuvuudella V on viisi eri lukuarvoa tapahtumasta riippuen. Haavoittuvuus määritellään seuraavalla tavalla:

- V = 0,01 Pieni päästö syttyvää tai myrkyllistä ainetta
- V = 0,1 Suuri päästö syttyvää tai myrkyllistä ainetta tai pieni päästö, jolla suuri syttymistodennäköisyys
- V = 0,5 Kuten edellä, mutta lisäksi suuri syttymistodennäköisyys
- V = 0,7 Räjähdyksen omainen tulipalo, esim. uunin tuubirepeämistä syntyvä räjähdys omainen tulipalo.
- V = 1 Repeämä, räjähdys tai erityisen myrkyllisen aineen, kuten rikkivetypäästö H₂S.

Henkilömäärä on henkilöiden keskimääräinen lukumäärä, kun vaaralle alttiilla alueella oleskellaan..

Henkilömäärä = $\frac{5}{15} + 0,75 * \frac{12}{15} = 0,93$ => $C = V * 0,93$

SEURAUSMUUTTUJA	MÄÄRITTELY
C1	<0,01
C2	0,01 - 0,1
C3	>0,1 - 1,0
C4	>1,0 - 10

Jos seurausmuuttujan arvoksi saadaan suurempi kuin 10, tulee käyttää kvantitatiivista riskinarviointimenetelmää.

LUOTTAMUKSELLINEN

Confidential

19.05.2004

Ympäristöturvallisuus

SEURAUSS- MUUTTUJA	MÄÄRITTELY	HUOMIOITA
C1	Päästö, joka aiheuttaa pienen vahingon eikä ole kovin vakava. Ympäristön rasitus tai saastuminen tai lupaehdon ylitys. Vaikuttaa alueen ja laitoksen sisällä (paikallinen ympäristövahinko).	Kohtuullinen vuoto laipan tai venttiilin kautta. Pienen mittakaavan nestevuoto. Maaperän saastuminen pienessä mittakaavassa ilman, että vaikutetaan pohjaveteen.
C2	Päästö prosessialueella merkittävien seurauksin. Rajoitettu tunnetun myrkyn päästö. Vaikuttaa lähiseudun ympäristöön.	Inhottavan aineen päästö kompressorin tiivistevuodon tai laipan tiivisteen vuodon kautta ja päästö kulkeutuu laitosrajojen yli.
C3	Päästö prosessialueen ulkopuolelle merkittävien vahingoin. Voidaan puhdistaa nopeasti ilman merkittäviä pitkäaikaisia/pysyviä seurauksia. Vakava ympäristövahinko. Lupaehtojen tai määräysten vakavia rikkomisia.	Höyry- tai aerosolipäästö, joka ilman nesteytymistä tai sen kanssa, aiheuttaa väliaikaisen eläimistön ja kasvien vahingoittumisen. Yhtiö on velvollinen puhdistamaan saastuneen alueen alkuperäiseen tilaansa.
C4	Päästö prosessialueen ulkopuolelle, merkittävien vahingoin, joita ei voida puhdistaa nopeasti tai joilla on pysyviä seurauksia. Vakava häiriö ulottuen erittäin suurelle alueelle. Lupaehtojen ja määräysten jatkuvaa rikkomista.	Nestepäästö, joka voi vaikuttaa pohjaveteen, päästö jokeen tai mereen. Höyry- tai aerosolipäästö, joka ilman nesteytymistä tai sen kanssa, aiheuttaa pysyvän eläimistön ja kasvien vahingoittumisen. Kiintoainepäästö: pöly, katalyytti, noki, tuhka.

Taloudellinen turvallisuus

Taloudellisten vahinkojen seurausmuuttujaa arvioitaessa otetaan huomioon laitevauriot, korjaustyökustannukset sekä tuotantotappiot.

SEURAUSS- MUUTTUJA	KOKONAIS-VAHINKO	HUOMIOITA
C1	0,2 M – 2 M	Kokonaisvahinko sisältää uudelleenrakennuskustannukset ja menetetyn tuotannon
C2	> 2 M – 20 M	
C3	>20 M – 100 M	
C4	> 100 M	

LUOTTAMUKSELLINEN

19.05.2004

Confidential

Oleskelumuuttuja, F**Henkilöturvallisuus**

OLESKELU-MUUTTUJA	MÄÄRITTELY
F1	<10 % työvuoron pituudesta alueella, harvinainen oleskelu
F2	≥10 % työvuoron pituudesta, toistuva tai jatkuva oleskelu

Ympäristö- ja taloudellinen turvallisuus

Koska ympäristö- ja taloudellinen riskitekijä ovat jatkuvasti läsnä, valitaan näiden riskigraafikäsittelyssä parametriksi F2.

Vaaran välttämistodennäköisyysmuuttuja, P ja vaarallisen tilanteen esiintymistiheysmuuttuja, W

Vaaran välttämistodennäköisyysmuuttuja P kuvaa mahdollisuutta (todennäköisyyttä) välttää vaarallinen tapahtuma siinä tilanteessa, että suojaustoiminto epäonnistuu. P-muuttujan vaikutusalue sijoittuu ajallisesti suojaustoiminnon ja vaarallisen tapahtuman (esim. räjähdys) välille.

Vaarallisen tilanteen esiintymistiheysmuuttuja W kuvaa vaaran syntymistodennäköisyyttä, kun automaation avulla tehtävää suojaustoimintoa ei huomioida. Tapahtuman todennäköisyyttä voidaan alentaa pienentämällä siihen johtavan tapahtumaketjun alkamistodennäköisyyttä automaation avulla.

W-muuttujaan voidaan vaikuttaa vaaditun suojaustoiminnon tapahduttua myös muiden riskinvähennyskeinojen avulla, kuten:

- varoventtiilit
- takaiskuventtiilit
- murtolevyt
- räjähdysluukut
- kaasunhaistajat ja palonilmaisimet
- pilottipolttimet
- poltinsuojauksen osana olevat liekinvalvojat

19.05.2004

Vaaran välttämistodennäköisyysmuuttuja, P

Vaaran välttämistodennäköisyysmuuttujan P käsittely on samanlainen käsiteltäessä henkilö-, ympäristö- ja taloudellisen turvallisuuden riskigraafeja.

Vaaran välttämistodennäköisyysmuuttujan arvo määritetään tilanteessa, jossa tarkasteltava varautumistoiminto ei toimi. Vaaran välttämistodennäköisyysmuuttuja-arvot ovat P1 ja P2.

P1 valitaan, jos kaikki seuraavat ehdot toteutuvat:

- suojauksen toimimattomuus voidaan havaita
- on aikaa ja keinot ohjata prosessi manuaalisesti turvalliseen tilaan, ja
- on poistumistie ja turvalliseen poistumiseen on aikaa

Muussa tapauksessa valitaan P2.

Suojauksen toimimattomuuden havaittavuuden edellytyksenä on, että suojausrajan saavuttamisesta on TLJ:stä riippumaton hälytys ja että suojauksen toimimattomuus voidaan päätellä prosessisuureista ja/tai tilatiedoista.

Vaarallisen tilanteen esiintymistiheysmuuttuja, W

Vaarallisen tilanteen esiintymistiheysmuuttujan W käsittely on samanlainen käsiteltäessä henkilö-, ympäristö- ja taloudellisen turvallisuuden riskigraafeja.

Esiintymistiheysmuuttuja	Esiintymistiheys/vuosi
W1	$< \frac{1}{30}$
W2	$\frac{1}{30} - \frac{1}{3}$
W3	$> \frac{1}{3}$ kuitenkin ≤ 1 kerran vuodessa

LUOTTAMUKSELLINEN

Confidential

19.05.2004

1 SÄILIÖN FA-123 KORKEA PINTA

Yksikkö		Kohde	Päivämäärä
PI-kaavio		Riski	
		Analyysi hazop kohta 234	Muutos 1

Vaarallisen tapahtuman tapahtumaketju

- Nestettä pääsee erottimesta pumpun imuun
- Pumpun vaurioituminen
- vuoto ja tulipalo

Varautuminen

- Ei automaatiovarautumista tällä hetkellä

Automaatiovarautuminen	Suojauskuvaus	-
Suojaustulot	Suojaustoimenpiteet	
-	M123 SEIS M123 S SEIS	

RISKIGAAFIT

Henkilö					
C	F	P	W		
			W3	W2	W1
C1	-	-	a	-	-
C2	F1	P1	1	a	-
		P2	2	1	a
	F2	P1	3	2	1
		P2	3	2	1
C3	F1	P1	2	1	a
		P2	3	2	1
	F2	P1	4	3	2
		P2	4	3	2
C4	F1	P1	3	2	1
		P2	4	3	2
	F2	P1	4	3	2
		P2	b	4	3

Ympäristö					
C	F	P	W		
			W3	W2	W1
			a	-	-
C1	F2	P1	1	a	-
		P2	2	1	a
C2	F2	P1	3	2	1
		P2	3	2	1
C3	F2	P1	4	3	2
		P2	4	3	2
C4	F2	P1	4	3	2
		P2	b	4	3

Taloudellinen					
C	F	P	W		
			W3	W2	W1
			a	-	-
C1	F2	P1	1	a	-
		P2	2	1	a
C2	F2	P1	3	2	1
		P2	3	2	1
C3	F2	P1	4	3	2
		P2	4	3	2
C4	F2	P1	4	3	2
		P2	b	4	3

Henkilö:

Ympäristö:

Talous:

Tulipalo rajoittuu kompressorin- /pumppuhuoneeseen

Kompressorin korjauskustannukset, tuotantoon ei merkittäviä tappioita (varakompressorit)

C -arvo 0,93*0,5=0,0465

Vaadittu TET-taso

1

Määrittelyperusteet

Nykyisin ei suojausta. Ks. hazop kohta 234

Edellyttää suojausta (ja pintamittausta FA-12345:ään)

LIITE 5

ERÄS EHDOTELMA SOODAKATTILAN EHEYSTASON MÄÄRITYKSELLE

DRAFT

SIL ESTIMATION

Maximum damage of Hazard	Probability of maximum damage without Safety Instrumented System (SIS) or SIS is not in operation. Other protective measures (design, safety valves, detection, training, instructions etc.) as well as exposure time in hazardous zone will be taken into account in probability assessment		
	Likely (~1/10a)	Unlikely (~1/100a)	Very unlikely (~1/1000a)
Minor damage: - Minor injury - Material damages: 200 k€ - Stop losses: 1 day - Minor local environmental impact	0	0	0
Moderate damage: - Serious injury (reversible) - Material damages: 1 M€ - Stop losses: 1 week - Significant local environmental impact	1	0	0
Serious damage: - Serious injury with permanent disablement or one death - Material damages: 5 M€ - Stop losses: 1 month - Significant off-site environmental impact	2	1	0
Extensive damage: - Several deaths - Material damages: 25 M€ - Stop losses: 6 months - Catastrophic off-site environmental impact	3	2	1

Safety Integrity Level:

0 = no special safety requirements (Hazard can be protected by DCS)

1-3 = Safety integrity level needed for SIS

LIITE 6

VAARA- JA RISKIANALYYSIT TESTAUSKALIBROINNEILLA

Arviointilomake / TET- määräykset
Eri kalibrointien testaus

Soodakattilayhdistys /ATR
Riskigraafityöryhmä

21.11.2005

LIITE 6

Arviointityöryhmä:

Raimo Koskinen	Sunila Oy
Kauko Koskinen	Metsä-Botnia Kemi
Mika Kaijanen	TUKES
Sami Forsström	Andritz Oy
Mauri Heikkinen	Jaakko Pöyry O

1 (17)				
VAARA	VAARAN SYYT	SEURAUKSET	VARAUTUMINEN (ilman TLJ:tä)	RISKI (ilman TLJ:tä)
			TLJ/TOIMENPITEET/ HUOMAUTUKSET	

LIIITE 6				
----------	--	--	--	--

SAVUKAASUJÄRJESTELMÄ				
1.1. Korkea tulipesän paine (Inspectan käyttämämalli)	- tulipesäräjähdys - savutie ei auki - säätöhäiriö - puhallinhäiriö - lämpöpintatukos - äkillinen polttokuorman lisäys	- painerungon vaurio - savukaasut kattilahuoneeseen	- tulipesän mitoitus - tulipesän paine- ja paine-eromittaukset (PI-7138, -39, -40 ja PDI-7141... -48) - heikennetty nurkka - indikoinnit: savukaasupuhaltimen käyntitieto, savukaasupuhaltimien peltien asentotieto	Cc-Fb-Pb-W1 TET2 Tulipesän korkea paine 2/3 reagoi - tulipesän korkea paine (2500 Pa 0,0 s) - savutie auki lukitus tuloilmapuhaltimille, öljyn ja lipeän poltolle 1/3 savukaasupuhaltimesta käy ja kellopellit ovat auki
1.2. Korkea tulipesän paine (EN61508)	- tulipesäräjähdys - savutie ei auki - säätöhäiriö - puhallinhäiriö - lämpöpintatukos - äkillinen polttokuorman lisäys	- painerungon vaurio - savukaasut kattilahuoneeseen	- tulipesän mitoitus - tulipesän paine- ja paine-eromittaukset (PI-7138, -39, -40 ja PDI-7141... -48) - heikennetty nurkka - indikoinnit: savukaasupuhaltimen käyntitieto, savukaasupuhaltimien peltien asentotieto	C2-F2-P2-W1 TET1 Tulipesän korkea paine 2/3 reagoi - tulipesän korkea paine (2500 Pa 0,0 s) - savutie auki lukitus tuloilmapuhaltimille, öljyn ja lipeän poltolle 1/3 savukaasupuhaltimesta käy ja kellopellit ovat auki

2 (17)					
VAARA	VAARAN SYYT	SEURAUKSET	VARAUTUMINEN (ilman TLJ:tä)	RISKI (ilman TLJ:tä)	TLJ/TOIMENPITEET/ HUOMAUTUKSET
1.3. Korkea tulipesän paine (IEC 61511)	- tulipesäräjähdys - savutie ei auki - säätöhäiriö - puhallinhäiriö - lämpöpintatukos - äkillinen poltokuorman lisäys - Oleskelu: - lämmittäjä 9,6h/vrk - huoltomies 12h/vrk - aut./sähk 2h/vrk - ym.mies 2h/vrk => 25.6h/vrk=>1,07 - Haavoittuvuus: - V=1	- painerungon vaurio - savukaasut kattilahuoneeseen	- tulipesän mitoitus - tulipesän paine- ja paine- eromittaukset (PI-7138, -39, -40 ja PDI-7141... -48) - heikennetty nurkka - indikoinnit: - savukaasupuhaltimen käyntitieto, - savukaasupuhaltimien peltien asentotieto	Henkilö: C4-F2-P2-W1 TET3 Ympäristö: C2-F2-P2-W1 TET1 Taloudellinen: C3-F2-P2-W1 TET2	Tulipesän korkea paine 2/3 reagoi - tulipesän korkea paine (2500 Pa 0,0 s) - savutie auki lukitus tuloilmapuhaltimille, öljyn ja lipeän poltolle - o 1/3 - savukaasupuhalt imesta käy ja kellopellit ovat auki
6.1.a. Korkea tulipesän paine (Esa Palojärvi)	- tulipesäräjähdys - savutie ei auki - säätöhäiriö - puhallinhäiriö - lämpöpintatukos - äkillinen poltokuorman lisäys	- painerungon vaurio - savukaasut kattilahuoneeseen	- tulipesän mitoitus - tulipesän paine- ja paine- eromittaukset (PI-7138, -39, -40 ja PDI-7141... -48) - heikennetty nurkka - indikoinnit: - savukaasupuhaltimen käyntitieto, - savukaasupuhaltimien peltien asentotieto	Henkilö: -Serios damage + Unlikely => TET1 Material damage: - Serios damage + Unlikely => TET1 Stop losses:: - Serios damage + Unlikely => TET1	Tulipesän korkea paine 2/3 reagoi - tulipesän korkea paine (2500 Pa 0,0 s) - savutie auki lukitus tuloilmapuhaltimille, öljyn ja lipeän poltolle - o 1/3 - savukaasupuhalt imesta käy ja kellopellit ovat auki

3 (17)					
VAARA	VAARAN SYYT	SEURAUKSET	VARAUTUMINEN (ilman TLJ:tä)	RISKI (ilman TLJ:tä)	TLJ/TOIMENPITEET/ HUOMAUTUKSET
				Environmental impact: -Moderate damage+Unlik ely =>TET0 Kokonaisuus TET1	
	•		•		o

LIITE 7

ESIMERKKI VAARA- JA RISKIANALYYSILOMAKKEESTA

SIS

SAFETY INSTRUMENTED SYSTEM CLASSIFICATION SHEET

Please fill-in the white fields
and select the green fields.

ADMINISTRATIVE DATA

Plant		Project n°		Name Originator	
Unit		Function	01	Name reviewer	
Drawing		Date			
Initiator(s)					
Final EIT(s)					
Remark					

SIS	to stop air supply in case of excessive pressure drop and stop air supply in case of High level
Function	

DESCRIPTION OF THE HAZARDOUS EVENTS AND THE POSSIBLE CAUSE

Events			
Cause	fault of O2 flow control or fault of WS level control (too high)		
Frequency justification	Two control loops associated to operator procedures in case of alarm Special procedure associated to O2 analyzer (AnR1219) with display and alarm on the safety panel	Frequency [/yr]	<0.1
		Frequency type	Low

CONSEQUENCES OF FAILURES ON DEMAND

S a p e o t p y l e o f	Consequences	death of one person	# layers (incl. SIS)	1
			Type of Injuries	permanent
	Other layers		Persons present	1
	Explanation of choices		Risk area	inside plant
			Consequ. level	Medium
			SIL people	1
P E r o v t i e r c o n t r o l l o e n n t	Consequences	mainly linked to human consequences	# layers (incl. SIS)	1
			Direct consequences	Inside plant; change within variability, can be monitored
	Other layers		Media	(Inter)national media impact
	Explanation of choices		Officials	Risk Modific. (<10ME)
			Consequ. level	Medium
			SIL Environment	1
D P a r m o a d g e l s o s s	Consequences	oxidizer destruction with production stop (few month)	# layers (incl. SIS)	1
			Financial loss	1ME < x < 10ME
	Other layers		Consequ. level	Low
	Explanation of choices	long term stop but supply from other plants, ...	SIL material	0

PRODUCTION AVAILABILITY

Justification		Selection	normal
---------------	--	-----------	--------

SIL CLASSIFICATION RESULTS

Availability Class **AC0**

Determined SIL **1**