

840/2015 Errege Dekretuaren esparruan, arrisku-analisien eta arriskuen analisi kuantitatiboen egoerak ebaluatzeko irizpideen gida teknikoa



2026ko martxo

Edukia

1	Sarrera	7
2	AA bat ebaluatzen irizpideak	9
2.1	Arriskuen analisiaren hastapenak	9
2.2	Arriskuak identifikatzeko irizpideak	10
2.3	AA batean agertokiak hautatzeko irizpideak	13
2.3.1	Irizpide orokorrak	13
2.3.2	Istripu-egoera generikoak	15
2.3.3	Prozesuaren istripu-egoera espezifikoak	17
2.3.4	Domino-efektuaren ondoriozko istripu-egoerak (kanpokoak eta barrukoak)	18
2.3.5	Kanpoko Larrialdi Planerako egoera esanguratsuak	18
2.4	Baldintza meteorologikoak (AA)	19
2.5	Eragin fisikoak kalkulatzeko irizpideak	19
2.5.1	Babes teknologikoak	20
2.5.2	Ihesaren emaria	22
2.5.3	Hodeietarako emaria	23
2.5.4	Dispertsioa kalkulatzeko	24
2.6	Ondorioak kalkulatzeko irizpideak (kalteberatasuna)	24
2.6.1	Erradiazio termikoa	24
2.6.2	Gainpresio lokal estatikoa (leherketak)	25
2.6.3	Hodei toxikoak edo sukoiak	25
3	AAK bat ebaluatzen irizpideak	26
3.1	Arriskuen analisi kuantitatiboaren hastapenak	26
3.2	Arriskuak identifikatzeko irizpideak	27
3.3	AAK batean agertokiak hautatzeko irizpideak	27
3.3.1	Instalazio eta ekipa esanguratsuak hautatzea (screening metodoa)	27
3.3.2	Hipotesiak hautatzea	29
3.4	Maiztasunak hautatzeko irizpideak	33
3.5	Gertaera-probabilitateak hautatzeko irizpideak (gertaeren zuhaitzak)	33
3.6	Baldintza meteorologikoak (AAK)	35
3.7	Eragin fisikoak kalkulatzeko irizpideak	35
3.8	Ondorioak kalkulatzeko irizpideak (kalteberatasuna)	35
3.9	Arrisku indibiduala	35
3.10	Arrisku soziala	35
4	Ondorioak	36
5	Erreferentziak	37

Irudien aurkibidea

1. irudia. AAK baten eskema orokorra.....	9
2. irudia. Akats-zuhaitz baten eta gertaeren zuhaitz baten eskemak	34

Taulen aurkibidea

1. taula. Arriskuak identifikatzeko prozedurak eta metodologiak.....	11
2. taula. Haustura-azalera DNren arabera (mm).....	15
3. taula. Ihesak detektatzeko/haien aurrean jarduteko denboretarako irizpideak, AAra egokituta	21
4. taula. Ihesak detektatzeko/haien aurrean jarduteko denboretarako irizpideak, AAKra egokituta	29
5. taula. Purple Book-en proposatutako screening metodoaren laburpena.....	40

Glosarioa

AAK	Arriskuen Analisi Kuantitatiboa
AA	Arriskuen Analisia
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion. Irakiten dagoen likido baten lurrunaren leherketa fisikoa (hedapena).
Boil off	Irakiten dagoen likido baten bat-bateko lurrunketa
BPCS	Basic Process Control System. Prozesua kontrolatzeko oinarritzko sistema
OJ	Gai arriskutsuak tarteko direnean sor daitezkeen istripu larriak kontrolatzeko eta planifikatzeko Babes Zibilaren Oinarritzko Jarraibidea
DOW CEI	DOW Chemical Exposure Index. Produktu kimiko kaltegarri eta toxikoekiko esposizioaren DOW indizea.
DOW FEI	DOW Fire and Explosion Index. Sute eta leherketen DOW indizea.
Flash	Presiopean dauden likidotutako gasak bat-batean irakitea, sistema azkar despresurizatzen delako.
Flash point	Su hartzeko tenperatura
FMECA	Failure Mode-Effect and Criticality Analysis. Akatsen eta efektuen analisi (kritiko) modala.
FTA	Fault Tree Analysis. Akatsen zuhaitzaren araberrako analisia
HAZOP	Hazard and Operability Analysis. Arriskuen eta operabilitatearen analisia
ST	Segurtasun-txostena
Jet fire	Su-zorrotada
LEL	Lower Explosion Limit. Beheko leherkortasun-muga
LOC	Loss of Containment events. Euste-galeren egoerak (ihesak).
LOPA	Layer of Protection Analysis. Babes-geruzen analisia. Arriskuen analisiaren metodo erdi-kuantitatiboa
MSDS	Material Safety Data Sheet. Produktu kimiko baten segurtasun-orria
AUP	Autobabeserako plana
PFD	Probability of failure on demand. Eskieran huts egiteko probabilitatea
PHA	Process Hazard Analysis. Prozesuko arriskuen analisia
Pool fire	Putzu batek su hartzea
ILAP	Istripu larriei aurea hartzeko politika
PSV	Pressure Safety Valve. Presioa arintzeko balbula. PRV ere erabiltzen da.
Rain out	Gas likidotu batek ihes egiten duenean, hodeian sartzen ez den eta putzu bat sortzen duen produktuaren kantitatea.
Runaway	Kontrolik gabeko erreakzioa
SKS	Segurtasuna Kudeatzeko Sistema
SIF	Safety Instrumented Function. Segurtasuneko funtzio instrumentatua
SIL	Safety Integrity Level. SIF baten segurtasun-osotasunaren maila

SIS	Safety Instrumented System. SIFek osatutako sistema. BPCSren baliokidea da, baina segurtasunerako soilik.
TNO	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek. Ikerketa Zientifiko Aplikaturako Herbehereetako Erakundea
VCE	Vapour Cloud Explosion. Lurrun-leherketa
What if?	Zer gertatuko litzateke...? Arriskuen analisiaren metodo kualitatiboa

Laburpena

Seveso III Zuzentarauak eta haren ondorengo aldaketek zenbait eskakizun ezartzen dizkiete bai eragindako industrialei, bai agintaritza eskudunei. Administrazio eskudunaren betebeharrak horietako bat da segurtasun-txostenak ebaluatzea.

Segurtasun Txostenen (ST) eta Arriskuen Analisi Kuantitatiboen (AAK) ebaluazioan erabilitako irizpideak bateratzeko, Eusko Jaurlaritzako Industria, Trantsizio Energetiko eta Jasangarritasunaren Sailak dokumentu horiek ebaluatzeko hainbat gida tekniko argitaratu ditu, bereziki arriskuak identifikatzeko eta agertokiak hautatzeko irizpideei dagokienez. Gida horiek TNO Built Environment and Geosciences-ek egindako 2009ko uztailan argitaratutako giden berrikuspena eta eguneraketa dira.

Alderdi horiek xehetasunez lantzen dira txosten honen 2. eta 3. kapituluetan, beste alderdi batzuekin batera, hala nola efektu fisikoak eta ondorioak kalkulatzeko oinarritzko irizpideak.

Zehazki, txosten honen 2.3 atalean, AA baterako agertokiak hautatzeko irizpideak gomendatzen dira, eta 3.3 atalean, berriz, AAK baterako agertokiak hautatzeko irizpideak gomendatzen dira.

3. kapituluak, gainera, ekipoen akatsen maiztasun estandarrak lortzeko iturri bibliografikoak gomendatzen dira, AAK egiteko beharrezkoak.

840/2015 Errege Dekretuaren esparruan, arriskuen analisietan (AA) eta arriskuen analisi kuantitatiboetan (AAK) agertokiak ebaluatzeko irizpideen gida teknikoaren berrikuspen hau istripu larrien lantaldeak proposatuta egin da, zeina ebaluatzaileek, industria-elkarteek, kontrol-erakundeek eta administrazio-erakundeek osatzen baitute, eta helburua da istripu larrien araudiak [15] eragindako enpresen ingurunean larrialdiak planifikatzeko kontuan hartu beharreko oinarritzko irizpideak eguneratzea. Gida hori TNOk egin du DICTerako, eta bertan ezartzen da nola zehaztu behar diren Kanpoko Larrialdi Plana egiteko garrantzitsuak diren AAren agertokiak.

Horri dagokionez, egindako aldaketa nagusiak honako hauekin lotuta daude:

1. Segurtasun-txosten bat berrikustean, istripu-hipotesietarako kalkuluak berrikustea
2. Hodien hausturak eragindako istripuen hipotesiak
3. Establezimendu bateko hoditeriaren eta ekipoen arteko lotura-elementu malgu baten haustura kontuan hartzea
4. Ponpen eta beste ekipoen funtzionamendu-denbora kontuan hartzea
5. Putzuaren azalera, segurtasun-txostenetan arriskua kuantifikatzeko
6. Hodei sukoien gainpresioaren irismena, masa leherkorra tona batekoa edo gutxiagokoa bada

1 Sarrera

2024ko urtarrilean, Eusko Jaurlaritzako Industria, Merkataritza eta Turismo Sailak 2024ko urtarrilaren 10eko Agindua [1] argitaratu zuen, substantzia arriskutsuak tarteko diren istripu larrien prebentzioarekin lotutako dokumentazioari, ebaluazioari eta ikuskapenei buruzkoa.

2009ko uztailean, TNO Built Environment and Geosciences-ek egindako Arriskuen Analisisian (AA) eta Arriskuen Analisi Kuantitatiboetan (AAK) agertokiak ebaluatzen irizpideen gida teknikoa argitaratu zen, 840/2015 Errege Dekretuaren esparruan. Gida honek gida hori berrikusten eta eguneratzen du.

Gai arriskutsuak tarteko direnean sor daitezkeen istripu larriak kontrolatzeko eta planifikatzeko Babes Zibilaren Oinarritzko Jarraibideak [2] (OJ) ez du zehazten zer istripu-egoera sartu behar diren arriskuen analisi batean (AA) edo arriskuen analisi kuantitatibo batean (AAK), biak ala biak ST baten zati. Espresuki aipatutako informazio bakarra hau da:

Hauei lotutako istripu larrien arriskuak identifikatuko dira:

a) Eragiketak, hau da, haietan egindako giza akats posibleak, ekipoen akats teknikoak eta funtzionamendukoak, euste-akatsak, prozesuaren parametroak ezarritako mugetatik kanpo, zerbitzu-horniduraren gabeziak eta abar.

b) Kanpoko gertaerak, hala nola hurbileko jardueren eragina, garraioa, arrisku naturalak eta abar.

c) Zaintza, hau da, baimendu gabeko esku-hartzeak.

d) Segurtasunaren diseinuarekin, eraikuntzarekin eta kudeaketarekin lotutako beste arrazoi batzuk, hala nola diseinu-akatsak, eragiketa-prozedurak, prozesuen aldaketak edo ekipo desegokiak, lan-baimenen sistemako akatsak, mantentze-lan desegokiak eta abar.

Segurtasun Txostenen (ST) eta Arriskuen Analisi Kuantitatiboen (AAK) ebaluazioan erabilitako irizpideak bateratzeko, Eusko Jaurlaritzako Industria, Trantsizio Energetiko eta Jasangarritasunaren Sailak dokumentu horiek teknikoki ebaluatzen gida tekniko hau argitaratu du, bereziki arriskuak identifikatzeko eta agertokiak hautatzeko irizpideei dagokienez. Gida hauek TNO Built Environment and Geosciences-ek Eusko Jaurlaritzako Industria, Merkataritza eta Turismo Sailarentzat 2009ko uztailean argitaratutakoen eguneraketa dira.

Alderdi horiek xehetasunez lantzen dira txosten honen 2. eta 3. kapituluetan, beste alderdi batzuekin batera, hala nola efektu fisikoak eta ondorioak kalkulatzeko oinarritzko irizpideak.

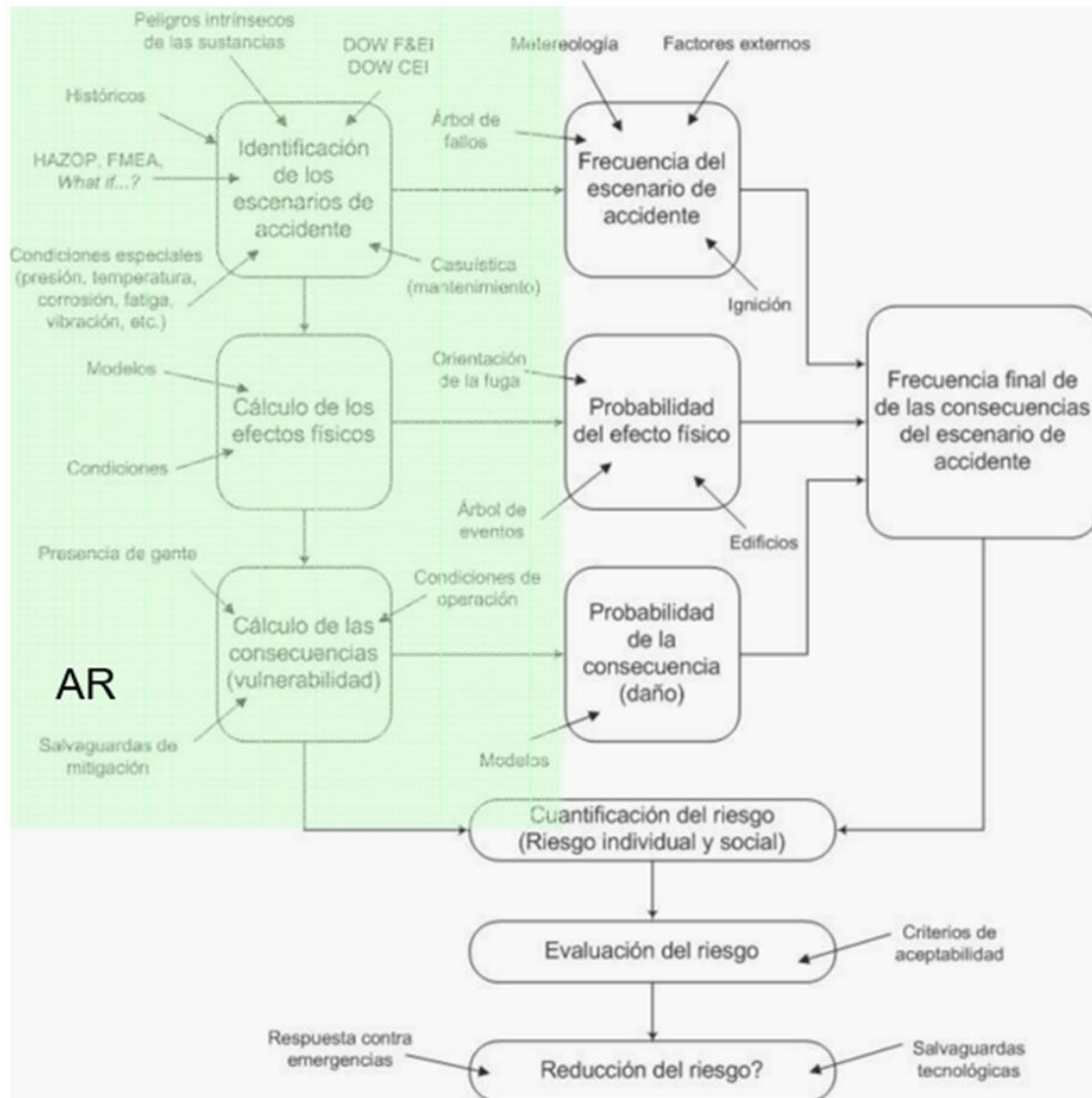
Zehazki, txosten honen 2.3 atalean, AA baterako agertokiak hautatzeko irizpideak gomendatzen dira, eta 3.3 atalean, berriz, AAK baterako agertokiak hautatzeko irizpideak gomendatzen dira.

3. kapitulan, gainera, ekipoen akatsen maiztasun estandarrak lortzeko iturri bibliografikoak gomendatzen dira, AAK egiteko beharrezkoak.

2 AA bat ebaluatzeko irizpideak

2.1 Arriskuen analisiaren hastapenak

Lehenik eta behin, garrantzitsua da AA bat eta AAK bat bereiztea (osoagoa). Irudi honetan, arriskuen analisi kuantitatibo (AAK) baten eskema orokorra aurkezten da. Arriskuen analisiari (AA) dagokion zatia nabarmendu da. Bi dokumentuek istripuegoeren identifikazioa partekatzen dute:



1. irudia. AAK baten eskema orokorra

Anbigutasuna dagoen arren, arriskuen analisi (AA) batean kontuan hartu beharreko istripuen definizioari begira, oro har onartzen da helburua dela aurkeztutako hautaketaren bidez industria-establezimendu bateko arriskuen ikuspegi adierazgarria lortzea, AAK batean ez bezala. Izan ere, Espainian segurtasun-txostenek ikuspegi determinista dute, OJren [2] irizpideei jarraikiz.

Arriskuen analisi kuantitatiboak (AAK), berriz, helburu du istripuegoera guztien arriskua modu objektiboan kuantifikatzea.

Definizio hori ontzat emanez, istripu-egoerak adierazgarriak izan daitezen, hauek jaso behar dituzte gutxienez:

- Sailkatutako substantziak (ikus 1. oharra), istripu larria eragin dezaketen kantitateetan edo substantzia horiei berezko arriskuez (presioa, tenperatura eta abar) aparteko arrisku gehigarriak dakartzkieten prozesuetan.
- Establezimenduan egindako eragiketak (garraioa, biltegiatzea, zamalanak, prozesua, nahasketa eta abar).
- Establezimenduko ezohiko eragiketak —ohikoak izan arren—, hala nola larrialdiko geldialdiak, mantentze-lanak, ikuskapena, proba, purgak, ekipoak martxan jartzea eta instalatzea edo desegitea, eta abar.

Istripu-egoera guztiak identifikatu beharko dira arriskuak identifikatzean, eta oinarri horretatik abiatuko dira arriskuen analisiak. AAK batean kontuan hartu beharreko egoerak aurrerago zehaztu dira, 3. kapituluan.

Horrez gain, eta Istripu Larriei buruzko legediak [15] eragindako enpresen inguruko larrialdien plangintzari buruzko txostena argitaratzen denetik aurrera, AAK kapitulu bat jaso beharko du, KLPa idazteko garrantzitsutzat jotzen diren egoerak zehazten dituen. Horretarako, aipatu txostenean deskribatutako metodologia erabiliko da.

2.2 Arriskuak identifikatzeko irizpideak

Lehen adierazi bezala, arriskuen identifikazioa edozein arriskuen analisisan egin behar da (kuantitatiboa edo determinista). Identifikazioa osoa eta zorrotza izan dadin, honelakoa izan behar da:

- **Sistematikoa eta objektiboa:** subjektiboak izateko joera duten eta arriskuak alde batera utz ditzaketen adituen iritziak ahal den neurrian prebenitu behar dira. Horrek ez du esan nahi establezimenduko operadoreek edo EPC kontratistak (Engineering, Procurement and Construction) prozesuan duten esperientziari esker identifikazioan lagundu ezin dutenik.
- **Dokumentatua:** arriskuen identifikazioak haiek ebaluatzeko eta ikuskatzeko aukera eman behar du.
- **Eguneratua.**

1 Substantzia sailkatutzat hartzen dira 840/2015 Errege Dekretuak [3] eta haren ondorengo aldaketek sailkatutakoak, edo bidegabeko edo kontrolik gabeko erreakzio baten ondorioz sor daitezkeenak, suteen kasuan izan ezik.

Istripu Larriei Aurrea Hartzeko Politika (ILAP) eta Segurtasuna Kudeatzeko Sistema (SKS) dira arriskuen identifikazioa arestian adierazitako hiru jarraibideen arabera egiten dela bermatu beharko duten tresnak, aldaketaren kudeaketa bereziki aipatuta (mantentze-lanak, instalazioko aldaketak, revamping-ak, handitzeak, legeria-aldaketak eta abar).

Jarraian, arriskuak identifikatzeko nazioartean onartutako hainbat prozedura eta metodologia nabarmentzen dira. Kontuan izan metodologia horietako batzuek gertaerak gertatzeko probabilitatea kontuan hartzen dutela, eta, beraz, arriskuen analisirako metodologiak direla (arriskuen analisi hutsa izan beharrean):

1. taula. Arriskuak identifikatzeko prozedurak eta metodologiak

Metodologia	Ezaugarriak	Oharrak
Substantzien berezko arriskugarritasuna, segurtasun-fitxak (MSDS)	Kualitatiboa	Ezinbestekoa. Oso erabilgarria da askotariko substantziak dituzten establezimenduentzat. Aukera ematen du substantziak familien arabera taldekatzeko, eta, hala, agertokiak hautatzeko. Bateriaezintasunen matrize bat egitea oso baliagarria da.
Substantzien errektibotasun kimikoaren analisisa	Kualitatiboa	Azterlan hau aurrekoaren osagarria da, eta substantzia hauen errektibotasunaren ondoriozko arriskuak zehazteko balio du: - Deskonposatzen direnak (ezegonkorak) - Polimerizatzen direnak - Piroforikoak - Peroxidoak osatzen dituztenak - Urarekin erreakzionatzen dutenak - Erregarriak Azterlan hori bereziki interesgarria da erreakzio kimikoak dituzten establezimenduentzat.
Istripuen analisi historikoa	Kualitatiboa	Ezinbestekoa, baina ez nahikoa. Antzeko instalazioetako gorabeherak ezagutzeko aukera ematen du (irakaspenak).
What if...? eta egiaztapen-zerrendak	Kualitatiboa	Oso erabilgarria da prozedura operatiboei dagokienez desbideratze arriskutsuak ebaluatzeko.
DOW FEI eta CEI	Erdi kuantitatiboa	Oso erabilgarria da establezimenduetan unitate kritikoak hautatzeko.
HAZOP	Erdi kuantitatiboa (probabilitateak ebaluatzen badira)	Metodologia indartsua egoera arriskutsuak eragin ditzaketen eragiketa-desbideratzeak aztertzeko. Oso erabilgarria prozesu jarraituetarako.
FMECA	Erdi kuantitatiboa	HAZOPen antzekoa. Moldakorra da, eta oso erabilgarria prozesu ez-jarraituetarako (zamalanak, batch eta abar).

“What if...?”, HAZOP eta FMECA teknikak Prozesuaren Arriskuen Analisia (Process Hazard Analysis) izenekoak dira, eta, funtsean, prozesu batean ohikoenak diren arriskuak identifikatzera bideratuta daude. Teknika horiek modu operatiboetan aplikatu behar dira, hala nola funtzionamendu arruntan, geldialdietan (larrialdikoak edo mantentze, proba edo ikuskatzeko), martxan jartzean, eta abar.

Teknika horiek eta identifikatutako arriskuak gertatzeko probabilitatearen balorazioak azken belaunaldiko teknikak ekarri dituzte, hala nola LOPA eta SIL azterlanak, zeinak interes berezia baitute instalazioetan dauden teknologia- edo antolamendu-babesek babes-maila egokia bermatzen duten baloratzeko.

Hala ere, azterlan horiek, askotan, ez dituzte hain ohikoak ez diren —eta, kasu askotan, operazionalak ez diren— kausak kontuan hartzen, hala nola nekea, korrosioa, materialaren akatsak, ekipoen instalazio okerra, mantentze akastuna, giza akatsa, domino-efektua, instalaziotik kanpoko kausak, sabotajeak eta abar. Haiek guztiak modu osagarrian aztertu beharko dira.

Eusko Jaurlaritzako Industria, Trantsizio Energetiko eta Jasangarritasunaren Sailaren irizpidearen arabera, eta aurreko gidako TNO irizpideari jarraituz, 840/2015 Errege Dekretuan [3] eta haren ondorengo aldaketetan sailkatutako substantziekin lotutako establezimendu berrietarako eta instalazioak aldatu edo handitzeko, arriskuei eta operagarritasunari buruzko azterketa (HAZOP) edo teknika baliokidea egin beharko da. Titularrak azterketa hori egin beharrik ez izatea justifikatu ahal izango du, segurtasunari dagokionez kasuan kasu dagoen egoera bereziagatik.

Lehendik dauden establezimenduen kasuan, titularrak frogatu beharko du arriskuak modu sistematiko, objektibo, dokumentatu eta eguneratuen identifikatu dituela, Segurtasuna Kudeatzeko Sistemak (SKS) ezartzen duenaren arabera.

Irizpide orokor gisa, segurtasun-txosten bat berrikustean, kalkulu guztiak berregin behar dira erabili beharreko aplikazio informatikoaren bertsio eguneratuenarekin, egiaztatzeko aplikazioko aldaketa posibleek ez dituztela txostenean ezarritako baldintzak aldatu.

2.3 AA batean agertokiak hautatzeko irizpideak

2.3.1 Irizpide orokorrak

Eusko Jaurlaritzako Industria, Trantsizio Energetiko eta Jasangarritasunaren Sailaren irizpideari jarraikiz, TNOk egindako aurreko gidetako jarraibideen arabera, eta istripuegoeren irizpideekin bat etorriz:

- 840/2015 Errege Dekretuak [3] eta haren geroko aldaketek eragindako substantzia guztietarako, 2. zutabeko atalasearen % 80 gainditzen duten kantitateetan (ikus 2. eta 3. oharra).
- Aipatutako errege-dekretuak eragindako substantziak, 2. zutabeko atalasearen % 80 gainditu ez arren, istripu larria eragin dezaketela jotzen bada (adibidez, kantitateagatik, ezaugarriengatik —toxikotasuna, hegakortasuna eta abar—, instalazioan kanpoaldearekin alderatuta duten kokapenagatik, domino-efektuagatik eta abar).
- Substantzia arriskutsuen inbentario handiak dituzten ekipotarako (biltegiatze-tangak, prozesuko zutabeak eta tangak, zisterna-kamioiak, prozesu-ekipoak, hoditeriak, konexioak eta tamaina handiko ponpak, suteak biltegiatze-pabiloietan, eta abar).
- Maiz erabiltzen diren, eta, beraz, higadura handia duten ekipotarako, hala nola zamalanetarako mahukak edo besoak, instrumentazio- eta purgatze-konexioak, ponpak, labeak, galdarak, ontzi unitarioak mugitzen dituzten biltegiak, zilindroak eta botiloak, eta abar.
- Muturreko baldintza energetiko edo mekanikoak dituzten ekipotarako, hala nola tenperatura altuak, presioak eta abar (erreaktoreak, konpresoreak, trukagailuak, zutabeak, birberogailuak eta abar).

2 *Kontuan hartu, gainera, erreakzio baten kontrola galtzearen ondorioz sor daitezkeen substantziak (azpiproduktuak, erreakzio desegokiak eta abar), baita formulazio desegoki baten ondorioz edo bi substantzia bateraezinen arteko ustekabeko kontaktuaren ondorioz (adibidez, isuriak biltzeko hobian, kubeta batean, eta abar.) sor daitezkeenak. Horretarako, substantzien ezaugarriak aztertu beharko dira, hala nola inbentarioa, arriskugarritasuna, egoera (solidoa, likidoa, gasa, kriogenikoa), lurrun-presioa (hegakortasuna), eta abar.*

3 *2. zutabeko atalasearen % 80 gainditzen duten substantzia asko badaude eta haietako batzuen arriskuen tipologia berbera bada, titularrak ez du guztientzat istripu-hipotesirik planteatu beharko, eta substantziak familiak taldekatzen ahalko ditu, adibidez (sukoiak, lehergarriak, ingurumenerako arriskutsuak eta abar). Batzuetan, ezaugarri fisiko eta kimikoengatik (fusio-puntua, egoera fisikoa eta abar) edo enpresan dauden neurriengatik, aukera dago 2. zutabeko atalasearen % 80 gainditzen duten substantzietarako istripuzko hipotesirik ez planteatzeko.*

Akats horiek substantzia arriskutsuen eustea galtzea (ihesak) eragin dezakete, eta istripu-egoerak sortuko dituzte.

Akats posibleen ondorioak ebaluatzeko, ez da beharrezkoa akats guztien ondorioak baloratzea; balorazioa istripu-egoera adierazgarrietara mugatu daiteke. Adibidez, ez da beharrezkoa agertoki bat definitzea depositu bati konektatutako hodi bakoitzaren hausturarako edo deposituaren beraren hausturetarako. Aldiz, deposituaren fase likidora konektatutako diametro handieneko hodiaren haustura nahikoa adierazgarria da, agertoki horrek beste agertokien ondorio gehienak barne hartzen dituelako eta, kasuistikoki, agertoki horren froga zabala dagoelako.

Akats horien kausak aurreko fasean identifikatu behar ziren, eta, esan bezala, funtsezkoa da sistematikoki egin izana. Hala, lehenengo bi ekipo motetarako, istripu-egoerak generikoak izango dira, kasuistikan oinarrituta. Egoera horien justifikazio nagusia balizko inbentarioa eta eragiketen maiztasuna dira (eragiketa bat zenbat eta gehiagotan egin, orduan eta errazagoa izango da zerbait gaizki joatea).

Muturreko baldintza energetiko edo mekanikoetan dauden ekipoen kasuan, istripu-egoerak operazionalak izango dira (askotan giza akatsagatik), eta kausa posibleak prozesuen arriskuen analisisetan eta operadoreen esperientziari esker identifikatuko dira.

2.3.2 Istripu-egoera generikoak

Oro har, istripu-egoera mota hauek bereiz daitezke:

2.3.2.1 Akatsak hodietan (airekoak⁴)

Substantzia arriskutsuzko hodi zurrin bat kanpoko talka baten ondorioz hausteari dagokionez, kontuan hartu behar da haren diametro nominalak baldintzatuko duela. Haustura-azaleratzat hartuko dira taula honetan adierazitakoak:

2. taula. Haustura-azalera DNren arabera (mm)

DN (mm)	Superficie (mm ²)
500	50
450	45
400	40
350	35
300	30
250	25
200	20
175	20
150	20
125	20
100	20
80	Total
65	Total
50	Total
40	Total
25	Total
20	Total
15	Total

2.3.2.2 Akatsak zamaletarako konexioetan (mahuka malguak eta besoak)

Esperientziak erakutsi duenez, hodi finko bat eta ekipo bat konektatzeko elementu malgu bat hautsiz gero edo sutea piztuz gero, elementu hori erabat kolapsatzen da, eta, beraz, istripu baten ondorioak aztertzean, elementu hori erabat hausteak eragindako ihesa hartu behar da kontuan.

Elementu horien haustura-egoera espezifikoki hartu behar da kontuan arriskuen analisia egitean aintzat hartutako hipotesiei begira.

4

Rack-etan lurperatutako edo izen handiko kode jakin batzuen arabera (Herbehereetako NEN 3650, Erresuma Batuko BS 810 edo Alemaniako DIN 2470-2) diseinatutako garraio-hodien hausturak, oro har, airetiko hodianak baino ezohikoagoak dira. Horrek lurpeko hodi mota horietarako agertokirik ez sartzea justifika lezake.

2.3.2.3 Akatsak ponpetan edo konpresoreetan

Ponpen, konpresoreen eta beste ekipo batzuen funtzionamendu-denbora

Ponpak, konpresoreak edo beste ekipo batzuk barne hartzen dituzten hipotesien probabilitateak kalkulatzeko, garrantzitsua da kontuan hartzea ponpak etengabe edo aldizka funtzionatzen duen. Beraz, industrialariak ekipo horien funtzionamendu-orduak egiaztatze sistema bat badu, datu hori segurtasun-txostenean adierazi beharko du, eta Administrazioaren eta agente laguntzaileen esku jarri beharko du datuaren justifikazioa. Ekipoen funtzionamendu-orduak ezagutzen ez badira, segurtasun-txostena egiteko irizpidea kontserbatzaileena izango da, alegia, etengabeko funtzionamendua. Segurtasun-txostenaren irizpidea entitate ebaluatzailearena baino kontserbadoreagoa bada, industrialariak balioetsitako irizpidea onartu egin beharko da.

2.3.2.4 Akatsak biltegiatze-tangetan eta prozesu-tangetan⁵

Suposatzen da ontzi baten akatsa fase likidoan ekipamenduari konektatutako hodi handienaren akatsaren baliokidea dela (normalean kasurik kaltegarriena da). Haustura osoak (sekzioaren % 100) edo partzialak izan ahalko dira, hodiaren diametroaren arabera eta hodietako akatsei buruz aurreko atalean adierazitako irizpidearen arabera (ikus 2. taula):

Ontzietan zuzenean izandako akatsengatik inbentarioa berehala galtzeko egoera generikoak ez sartzearen arrazoia da ekipo horiek ez direla eroapen-, instrumentazio- eta purgatze-konexioak eta abar bezain kalteberak, eta, beraz, egoera horiek ez dira hain gertagarriak.

2.3.2.5 Agertokiak ontzi eta zisterna-kamioi/-bagoietan

Biltegiatze-tangetako eta prozesu-tangetako irizpidearen berbera.

2.3.2.6 Akatsak ontzi mugikorretan

Ontzi mugikorrak (zilindroak, botiloak, kontainerrak, zakuak eta abar) biltegietatik prozesu-eremuetara garraiatzeko jarduera, askotan, eskorgen eta jasogailuen bidez egiten da, pertsonak maneiatuta. Ohikoa da ontzi unitario horiek mugitzean isurketak, hausturak, balbuletako hausturak eta abar gertatzea, eta, beraz, komeni da egoera horiek kontuan hartzea instalazioan ontziratutako gabe biltegiatzen ez diren eta istripu larria eragin dezaketen substantzietarako.

5

Prozesu-tangak dira inbentario esanguratsua duten bateria-mugaren barruko biltegiatze-tangak, buffer tangak, destilazio-zutabeak, birberogailuak, errefluxu-tangak, bereizgailuak eta abar.

2.3.2.7 Suteak eta leherketak biltegietan

Ontzi mugikor sukoiak biltegitratzeko pabiloietan, sute-probabilitatea nahiko handia da, eta, beraz, komeni da agertoki hori kontuan hartzea, betiere ez badago probabilitatea gutxitzeko babes teknologiko fidagarriarik (detektatzea eta itzaltzea). Suteak bereziki arriskutsuak izan daitezke materialek errekontzako produktu toxikoak sor baditzakete.

Leher daitezkeen substantziak biltegitratzen badira (lehergaiak, material ezegonkorak, peroxidoak eta abar), tipologia horretako agertokia kontuan hartu beharko litzateke, segurtasun-neurriak fidagarritzat eta nahikotzat jotzen ez badira behintzat.

2.3.3 Prozesuaren istripu-egoera espezifikoak

Zaila da istripu-egoera espezifikoak zehaztea, aukera asko daudelako eta prozesu bakoitza desberdina delako. Oso zaila da egoera mota horiek guztiak barne hartuko dituen sailkapen bat egitea. Hona hemen egoera horietako batzuk:

- BLEVEak;
- Gehiegi betetzea;
- Ekipoak presurizatzea, leherketa fisikoa gertatzeko arriskuarekin (leherketa);
- Leherketa konfinatuak (kimikoak edo fisikoak);
- Runaway erreakzioak;
- Eten-balbulen edo arintze-sistemen akatsak;
- Instrumentazioko edo BPCSko (prozesuak kontrolatzeko oinarrizko sistema) akatsak;
- Hornidurak etetea (elektrizitatea, hozte-ura, airea, geldotzeko nitrogenoa eta abar);
- Scrubberren akatsak;
- Formulazio okerrak;
- Giza akatsak.

Lehen adierazi bezala, agertoki horiek prozesuko arriskuen analisisien tekniken (PHA) bidez identifikatzen dira, eta, batez ere, kasuan kasuko prozesua ezagutzen duten operadoreen laguntzarekin.

Agertoki horiek agertoki generikoen hautaketa osatu beharko dute, AAK adierazgarritasun handiagoa izan dezan. Horrela, presio, tenperatura, energia mekaniko eta abarreko baldintza bereziak dituzten ekipoen kontuan hartu beharko dira. Bestela esanda, agertoki horiek “zerbait berria” ekarri beharko dute efektuak eta ondorioak kalkulatzeko.

Agertoki horiek AAn sartzeko edo ez sartzeko erabakia industrialariak edo arrisku-analistak prozesuaren arriskuei buruz duen ezagutzaren eta planteatutako agertoki orokorren arabera izango da. Adibidez, kubeta batean dagoen tanga bat gehiegi betetzeak ez dio ia ekarpenik egiten AAri tangaren hondoko hodia apurtzea aztertu bada⁶.

Maiztasun hori zehazki zehaztu beharko da HAZOP-SIL edo FMECA bezalako teknika kualitatiboen bidez, LOPA (Layer of Protection Analysis) teknika erdi kuantitatiboaren bidez edo teknika kuantitatiboen bidez, hala nola, akats-zuhaitzak.

2.3.4 *Domino-efektuaren ondoriozko istripu-egoerak (kanpokoak eta barrukoak)*

Kontuan hartu beharko dira, halaber, lantegiko edo ondoko establezimendu bateko beste ekipo batzuen zatien talkek eragindako akatsak. Arreta berezia jarri behar zaie ekipo birakariei, hala nola konpresoreei, turbinei, ponpei, zentrifugoei, eta eztanda egin eta jaurtigaia jaurti ditzaketen ekipoei (galدارak, labeak, galdaratxoak eta abar).

Establezimendukoak ez diren elementuen talkei dagokienez, komeni da kanpoko gertaerak kontuan hartzea, hala nola aireko istripuak edo aerosorgailuak, baldin eta aireportu bat edo parke eoliko bat hurbil badago.

Aipatzekoak dira, halaber, zaintza-sistemetako intrusio eta akatsengatiko sabotajeak.

2.3.5 *Kanpoko Larrialdi Planerako egoera esanguratsuak*

Istripu larriei buruzko araudiak eragindako enpresen ingurunean larrialdiak planifikatzeko kontuan hartu beharreko oinarritzko irizpideen proposamena [15] izeneko dokumentuan zehazten den bezala, AAk kapitulu bat izan beharko du, KLP idazteko esanguratsutzat jotzen diren egoeren zerrenda jasotzen duena. Horretarako, aipatu txostenean deskribatutako metodologia erabiliko da:

1. Agertokien maiztasunak zehaztea. Horretarako, PBn [4] deskribatutako irizpideak erabiliko dira.
2. KLPrentzat esanguratsutzat diren agertoki gisa hautatzea 10-6 urte-1 arteko maiztasuna dutenak.
3. Hautatutako agertoki batzuetarako kalkulaturako irismenen ZI eta Za balioak arazo izan badaitezke larrialdiak planifikatzeko orduan, distantzia handiak izateagatik edo bereziki kalteberak diren elementuei eragiteagatik, gertaera hasi duen maiztasuna azken gertaeraren maiztasunarekin zuzen daiteke, agertokiaren baldintza bereziak kontuan hartuta (gertaeren zuhaitza). Azken gertakariaren maiztasuna 10-6 urte-1 gorakoa den agertokiak esanguratsuak izango dira KLPrako.
4. Horrez gain, esposizio-maiztasuna kalkulatzeko, agertokiaren maiztasuna baldintza atmosferikoen probabilitatearekin konbinatu daiteke, eta azken gertakariaren maiztasuna esposizio-maiztasun bihurtu haizearen norabideko bost sektoreetako bakoitzerako, eta bider 0,2 egin baldintza atmosferiko neutraletarako edo bider 0,06 baldintza oso egonkorretarako. 10-6 urte-1 gorako maiztasuna duten agertokiak KLPrako esanguratsuak izango dira.
5. Azkenik, gainerako agertoki esanguratsuetarako, esposizioaren maiztasuna murrizteko aukera ebalua daiteke babes-neurri gehigarrien presentziaren arabera (adibidez, segurtasun-balbulak, ur-errezelak eta abar). Segurtasun-neurri gehigarriak hartu arren esposizio-maiztasuna 10-6 urte-1 baino handiagoa bada, KLPrako esanguratsutzat jo beharko da.

2.4 Baldintza meteorologikoak (AA)

AAan erabilitako baldintza meteorologikoen, gutxienez, establezimendua dagoen eremuko haize-abiadurari eta egonkortasun atmosferikoari buruzko egoerarik ohikoena kontuan hartu beharko dute, bai eta kontrako egoera bat ere (eta agian ez oso ohikoa), adibidez, egonkortasun atmosferiko oso egonkorra (Pasquill F).

Normalean, haizearen abiadura txikia (1-2 m/s) aukeratzen da atmosfera oso egonkorra karakterizatzeko.

Datu meteorologikorik ez izanez gero, baldintza atmosferiko hauek ezar daitezke, adibidez:

- Pasquill-en D egonkortasuna eta 3 eta 4 m/s arteko haize-abiadura
- Pasquill-en F egonkortasuna eta 1 eta 2 m/s arteko haize-abiadura

2.5 Eragin fisikoak kalkulatzeko irizpideak

Material arriskutsuen euste-galeren (ihesak) ondorioak kalkulatzeko, urrats hauek bereizten dira:

1. Ihesaren emaria kalkulatzeko.
2. Lurruntze-emaria kalkulatzeko.
3. Dispersioa kalkulatzeko.

Ihes bati dagokion fase bikoitzeko gasaren, lurrunaren, likidoaren edo fluidoaren kantitatea kalkulatzeko, dagozkion ihes-ereduak aplikatuko dira. Kalkulu horietarako, Yellow Book-eko [5] ereduak gomendatzen dira.

Eragin fisikoak kalkulatzeko irizpideei ekin aurretik, komeni da atal batean azpimarratzea babes teknologikoen eta istripuak prebenitzeko eta arintzeko antolaketa-neurrien garrantzia AAn.

2.5.1 Babes teknologikoak

Oro har, bi motatako babes teknologikoak daude, funtzioaren arabera:

- Prebentzioa: segurtasuneko funtzio instrumentatuak (SIF), presioa arintzeko balbulak (PSV) eta abar.
- Arintzea: drainatzeak, kubetak, detektagailuak, sprinklerrak, isolamendu azkarreko balbulak (gehiegizko fluxua, urrutitik operatutako on/off), ur-errezelak eta abar.

AAren ikuspegi deterministaren ondorioz, eta aurreko gidaren irizpideari jarraikiz, fidagarritasun eta efikazia handiko prebentzio-, babes- eta arintze-sistemak soilik hartu beharko dira kontuan efektuak eta ondorioak kalkulatzeko.

Horrez gain, komenigarritzat jotzen bada, agertoki bat has liteke babes teknologiko baten —normalean prebentziokoa— akatsaren ondorioz (adibidez, erreaktore baten tenperaturaren kontrola galtzea, PSVren akatsagatikoko leherketa, eta abar).

Fidagarritasun handitzat jotzen da, babesa erabili behar izanez gero, horrek behar bezala EZ funtzionatzeko probabilitatea txikia izatea. Adibidez, eskaeran huts egiteko probabilitatea (PFDaw⁷) 0,1 baino txikiagoa izatea edo SIL 1en baliokidea izatea. Horretarako, sistema behar bezala diseinatu, instalatu, mantendu eta ikuskatu behar da.

Efikazia handitzat hartzen da, babes horrek behar bezala jardunez gero, prebenitu edo arindu nahi diren ondorioen prebentzio edo arintze efikaza bermatzea. Adibidez, ur-errezelak efikazak dira ihes txikietarako eta haize-abiadura baxuetarako.

Beraz, ez da komeni esatea ihes garrantzitsu bat ur-errezelei esker ia arinduta geratuko litzatekeela agertokiko baldintza atmosferikoak ezagutzen ez badira.

7

Average Probability of Failure on Demand IEC 61511ren arabera, I. zatia, segurtasun funtzionalari buruzkoa [6].

Modu efikazean jarduteko pertsonen parte-hartzea behar duten babes teknologikoak eta prebentziozko antolaketa-neurriak, hala nola prozedurak, prestakuntza, eta abar, edo larrialdien aurka jarduteko neurriak (adibidez, AUP), beharrezkoak badira ere, kuantifikatzeko zailak dira, eta, beraz, AAn zuhurtziaz kontuan hartu behar dira.

Ihesaren iraupena ere faktore garrantzitsua da isuritako material arriskutsuaren kantitateari eta istripua gertatu den lekuan sortutako ondorioei dagokienez. Ihesaren iraupena hura detektatzeko eta neurri egokiak hartzeko (balbulak ixtea, ponpak gelditzea eta abar) behar den denboraren arabera da.

Purple Book-ek [4] ihesa detektatzeko eta horri aurre egiteko irizpide batzuk proposatzen ditu, AAK batean erabiltzeko. Hala ere, irizpide horiek prebentzioko eta arintzeko babes teknologikoen eskaeran huts egiteko probabilitateekin konbinatu behar dira, AA batean ez bezala.

AAren ebaluazioaren izaera deterministari dagokionez, aurreko gidaren irizpideari jarraikiz, komenigarritzat jotzen da PBren irizpideak [4] egokitzea, kontuan hartuta hodi batean ihes bat detektatzea normalean zailagoa dela erabateko haustura bat detektatzea baino, eta, beraz, beharrezkotzat jotzen da haustura motaren arabera bereiztea.

Beraz, ihes bat eteteko erantzun-denbora ebaluatzeko nahikoa informazio ez dagoenean, eta ihes-puntuaren eta tangaren artean gutxienez balbula bat dagoenean, irizpide hauek kontuan hartzea proposatzen da:

3. taula. Ihesak detektatzeko/haiei aurrean jarduteko denboretarako irizpideak, AAra egokituta

Balbula mota	Azalpena	Detektatzeko eta jarduteko guztizko denbora (ikus 1. eta 4. oharrak)	
		Haustura	Ihesa
Automatikoa	Detekzioa erabat automatikoa eta espezifikoa da. Ez du operadore baten beharrik. Balbula ixteko agindu automatiko bat ematen da.	2 min	5 min
Urrutitik operatua	Detekzioa erabat automatikoa eta espezifikoa da. Detektatzean, alarma-seinale bat aktibatzen da (lekuan bertan edo kontrol-gelan), hala nola seinale akustiko edo argi-seinale bat, edo biak. Operadoreak seinalea baliozkotzen du, eta balbularen sakagailua aktibatzen du lekuan bertan edo kontrol-gelatik.	5 – 10 min (ikus 2. oharra)	10 min
Eskuz operatua	Detekzioa erabat automatikoa eta espezifikoa da. Detektatzean, alarma-seinale bat aktibatzen da (lekuan bertan edo kontrol-gelan). Operadoreak seinalea baliozkotuko du, lekuraino joango da, balbula aurkituko du, eta eskuz itxiko du.	10 – 20 min (ikus 3. oharra)	20 min edo gehiago

- 1 *Taulan adierazitako irizpideak erantzun-denbora estandarrak oinarri hartuta egin dira.*
- 2 *Purple Book-en [4] gomendatutako denbora 10 minutukoa da, baina AA bat denez, tarte bat ezarri da, detektagailuen konfigurazioaren eta ihes-puntuaren arabera (kubeta batean, adibidez) detekzio- eta jarduketa-denbora murriztu daitekeelako. Kontuan izan behar da, halaber, lekuan bertan sakagailuak badaude, operadore batek ihesa ikusi eta bere postutik eten dezakeela, gomendatutakoa baino denbora laburragoan.*
- 3 *Faktore kritikoa da operadoreak dagokion lekura iristeko, balbula aurkitzeko eta eteteko behar duen denbora, zeina lantokiaren tamainaren eta txanden arabera izango baita. Garrantzitsua da kontuan hartzea operadoreak, seguruenik, babes pertsonaleko jantzi bat jarri beharko duela ukitutako eremura joan aurretik, eta, beraz, jarduteko guztizko denbora handitu daitekeela.*
- 4 *Detekzioa da detekzio espezifiko eta automatikoa (adibidez, detektagailuen bidez). Kontuan izan behar da analizatzaileak erabiltzen direnean, ziurrenik handitu egingo dela detektatzeko guztizko denbora. Detekzio espezifikorik ez badago, beste detekzio mota bat erabili ahal izango da, betiere behar bezala justifikatzen bada, hala nola:*
 - *Ikusizko detekzioa (zisterna-kamioi baten zamalanetan operadore batek gainbegiratutako eragiketa batean)*
 - *Detekzioa oinarrizko kontrol-sistemaren bidez (PBCS) edo segurtasun-sistema instrumentatuaren bidez (SIS). Kasu horretan, argudiatu beharko da zer aldagai neurtzen duen BPCS/SIS sistemak (emaria, tenperatura, presioa, maila, eta abar), panelistak ihesaren lekua zalantzarik gabe identifikatu ahal izateko.*

2.5.2 Ihesaren emaria

Ihes bati dagokion fase bikoitzeko gasaren, lurrunaren, likidoaren edo fluidoaren kantitatea kalkulatzeko, dagozkion ihes-ereduak aplikatuko dira.

Hodien guztizko hausturen kasuan, ihesaren emariari bi aldeetatik egindako ekarpenak kontabilizatzen dira, hala badagokio. Ponpa edo konpresore zentrifugoaren bulkadari dagokionez, ihes-emaria emari nominala baino 1,5 aldiz handiagoa dela jotzen da, kontra-presiorik ez dagoenean.

Ihes-emaria denborarekin nabarmen aldakorra denean, batez besteko ihes-emari bat zehaztea komeni da, adibidez PBN [4] adierazitako irizpideei jarraikiz. Ia aldaketarik gabeko ihes-emarien kasuan, ihes-emaria gehieneko emarira hurbilduko da zuzenean.

Erreaktoreetan, biltegitratze-tangetan eta abarretan ihesak saihesteko neurririk ez badago, ekipo osoa hustuko dela jotzen da.

2.5.3 Hodeietarako emaria

2.5.3.1 Gasak

Gasen kasuan, barreiatu beharreko emaria ihesaren emariaren berdina da.

2.5.3.2 Likidoak

Eremu konfinatu batean, putzuaren gehieneko azalera eremu konfinatuaren tamainaren berbera izango da, baldin eta askatutako produktuaren inbentarioak eremu konfinatuaren azalera osoa estaltzen badu. Isuria gertatzen den eremua konfinatuta ez badago, likidoa barreiatu egingo da, eta likido-geruzak gutxienez 5 mm-ko lodiera izango du. Zenbait egilek gomendatzen dute putzuaren lodiera 10 mm izatea eremua konfinatuta ez dagoenean. Bestalde, solairu bakarreko instalazioetan, putzuaren gehieneko azalera 1.500 m²-koa izango da, eta isuria itsasoan gertatzen bada, putzuaren gehieneko azalera 10.000 m²-koa izango da [7].

Azalera hori zehazteko, kontuan hartu behar da tanga batetik isuri daitekeen produktu guztia hartzeko diseinatutako kubeta osorik bete dezakeela isuritako substantziak; horrela, kubetaren azalera osoa hartu beharko da kontuan, haren hedadura edozein dela ere.

Kontuan hartu beharreko putzu-sakonera, kasu horietan, isur daitekeen produktuaren bolumenak konfinatutako azalera osoa okupatzearen ondoriozkoa izango da.

Putzuaren azalera zehaztu ondoren, hodeietarako lurruntze-emaria kalkulatzen da eredu baten bidez.

Lurruntze-emaria putzuko material-ekarpenaren emariarekin bat badator, putzuaren gehieneko azalera konfinatutako eremua (kubeta) baino txikiagoa izan daiteke.

2.5.3.3 Gas likidotuak

Gas likidotuen kasuan, hodeietarako emaria zehazteko, faktore hauek hartu behar dira kontuan:

2.5.3.3.1 Flash lurrunketa eta aerosol-eraketa

Flasha presiopean dauden likidotutako gasen fenomeno bereizgarria da. Horren bidez, gas likidotua bat-batean irakiten da, sistema azkar despresurizatzen delako. Etapa horretan, produktu-kantitate handia lurrun-fasera igarotzen da, eta flasheatutako lurrun-frakzioa sortzen da. Lurrunketa hori hain da bortitza eta bat-batekoa, ezen lurrunak likido-tantak arrastatzen baititu hodeira. Tanta horiek esekita eratuko dira aerosol gisa, eta pixkanaka

lurruntzen joango dira hodeiaren barruan. Fenomeno horrek trinkotasun handia eman diezaioke hodeiari, eta horrek eragina izango du hodeiaren sakabanatze atmosferikoan. Flasheatutako lurrun-frakzioa flash adiabatiko baten (YB [5]) eta aerosol-frakzioaren bidez kalkulatu da, irizpide espezifiko bidez (PB [4], AMINAL [8], eta abar). Hodeian aerosol moduan esekita geratu ez den gainerako likidua lurrera erortzen da, rain out izeneko irakite-likidoko putzu bat osatuz.

2.5.3.3.2 Irakiten dagoen likido baten lurrunketa (boil-off)

Substratua gas likidotura (rain out) termikoki transferitzen denez, gas likidotua irakiten hasten da, eta lurrundutako kantitatea (boil-off) eredu espezifiko baten arabera kalkulatu da.

2.5.3.3.3 Likido bat irakite-tenperaturaren azpitik lurruntzea

Putzuaren eta substratuaren tenperatura jaitsi egingo da boil-offaren bero-ekarpenaren ondorioz, eta, beraz, geratzen den likidua ez da irakiten egongo. Lurruntze-emia eredu espezifiko baten arabera kalkulatu da, eta haizearen abiadurak eta inguruntik egiten den transferentzia termikoak zehaztuko dute.

Horrenbestez, gas likidotuen hodeietarako emaria zehazteko, aztertutako hiru ekarpenetako bakoitza hartzen da kontuan.

2.5.4 *Dispersioa kalkulatzeko*

Sortutako hodeiaren dentsitatearen arabera, gas trinkoen dispersio-eredua edo gas neutroak dispersatzeko Gaussen eredua erabiltzen da.

Putzuen lurrunketarako, lurrunen dentsitatea airearena baino handiagoa izan arren, TNOK gas neutroen eredu bat erabiltzen du, airea hodeira sartzea errazten delako eta haren dentsitatea azkar iristen delako airearenaren antzeko balioetara; beraz, grabitateak dispersioaren lehen fasean duen eragina murrizten da.

Isuriak eteteko edo diluitzeko sistema finko eta automatikoki ez badago (aparra, ihintzagailuak, eta abar), azkar jardutea justifikatzen duenik, lurrunketaren gehieneko iraupena ordu erdikoa izango da.

2.6 Ondorioak kalkulatzeko irizpideak (kalteberatasuna)

2.6.1 *Erradiazio termikoa*

Suteek sortutako erradiazio termikoa kalkulatzeko (pool fire, BLEVE eta jet-fire), erradiazio termikoko ereduak erabiliko dira.

Irizpide gisa,ugarrekin kontaktu zuzena duten edo 35 kW/m²-ko edo gehiagoko erradiazio-mailaren eraginpean (denbora edozein dela ere) dauden pertsonen hilgarritasuna %100ekoa dela onartzen da. Distantziak lehen adierazitakoak baino handiagoak badira, pertsonak erradiazio termikoarekiko duten kalteberatasuna zehazteko Probit ereduak erabiltzea gomendatzen da (adibidez, PBn aipatutakoa [4]).

2.6.2 *Gainpresio lokal estatikoa (leherketak)*

Leherketaren ondorioak metodo espezifiko baten bidez kalkulatu dira. Gomendatzen da TNOren Multi-energy metodoa [9] edo TNTren baliokidetasun-metodo bat erabiltzea.

Multi-energy metodoaren [9] arabera, lurrun-hodei baten leherketa posible da soilik hodeia konfinatuta bada (erabat edo partzialki). Multi-energy metodoaren [9] funtsa honetan oinarritzen da: leherketa hodei sukoiaren zati konfinatuak zehazten du, eta, beraz, leherketen ondorioak ez dira kalkulatu lurrun-hodeiko masa sukoi osorako, baizik eta hodeiaren zati konfinatuko masarako soilik.

Hodei sukoiaren zati konfinatua ezagutzen ez bada, hodei sukoi osoaren deflagrazioa kalkulatu da, Multi-energy metodoaren [9] batez besteko baldintzak (6. kurba) erabiliz.

PBren gomendioei jarraikiz [4], eraikinen kanpoaldean dauden pertsonen % 100eko hilgarritasun-mailarako gehieneko distantzia 300 mbar dela jotzen da gainpresio-mailari begira. Eraikinen barruan, % 2,5eko hilgarritasuna onartzen da 100 mbar inguruan dauden pertsonen kasuan.

Lurrun-hodeien/gas sukoiaren leherketari dagokionez, lortutako sukoitasun-mugen arteko gas kantitatea 1.000 kg-koa edo gutxiagokoa bada, alde batera utz daiteke sortutako gainpresioaren irismenaren kalkulua (Kletz-en irizpidea). Egokitzen da Kletz-en irizpidea; alegia, sukoitasun-mugen arteko gas kantitatea 1.000 kg-koa edo gutxiagokoa bada, eta, hodei sukoiaren deflagrazioa gertatuz gero, gainpresioaren ondoriozko irismen-kalkulua ez egitea.

2.6.3 *Hodei toxikoak edo sukoiak*

Hodei toxikoen irismenak gas dentsoetarako eta neutroetarako dispersio-eredu espezifikoaren bidez kalkulatu dira. Inhalazio bidezko produktu toxiko eta oso toxikoetarako bakarrik kalkulatu behar dira dispersio toxikoak (H330 eta H331 arrisku-esaldiak, hurrenez hurren).

Produktu sukoiaren dispersioari dagokionez, OJk [2] ez du atalase-baliorik ezartzen. Gomendatzen da esku hartzeko eremuan sukoitasunaren beheko mugaren (LEL) % 50 kontuan hartzea, eta, beraz, alerta-eremua zehaztu gabe uztea.

3 AAK bat ebaluatzen irizpideak

3.1 Arriskuen analisi kuantitatiboaren hastapenak

AAK ez bezala, arriskuen analisi kuantitatiboak (AAK) kontuan hartzen du egoera posible guztiek arriskuari egiten dioten ekarpena. Beste desberdintasun garrantzitsu bat da AAK bat pertsonen segurtasunera soilik zuzenduta dagoela, eta AA, berriz, pertsonen, ingurumenari eta ondasunei zuzenduta dagoela. 2.1 irudian, AAK baten eskema osoa ageri da.

AAK batean sartu beharreko agertokiaren kopurua oso handia izan daiteke askotariko substantzia arriskutsuak eta prozesu-ekipo, biltegiatze-tanga, zamaletarako unitate eta garraio-hodi asko dituzten industria-establezimenduetan.

AAK asko egiteari eta ebaluatzeari esker TNOK izandako esperientzian oinarritutako 2009ko gidaren irizpideei jarraikiz, agertoki gutxi batzuek soilik sortzen dute arriskua establezimendu horien kanpoaldean, eta, beraz, establezimendu baten arriskua kuantitatiboki ebaluatzen, ez da beharrezkoa agertoki guztiak kalkulatzeko; aldiz, kanpoko arriskua benetan sustatzen dutenak bakarrik kalkulatu behar dira (ikus 8. oharra).

Arau orokor gisa, eta, aurreko ustean oinarrituta, AAKn hauek soilik sartu behar dira:

1. Urtean 10-6 baino probabilitate handiagoa duten gertaera hasarazleak.
2. Gertaera hasarazleak, baldin eta azken gertaeraren ondorioz establezimenduaren kanpoaldean gutxienez biktima bat eragiteko gai badira.

3.2 Arriskuak identifikatzeko irizpideak

Ikus 2.2 kapitulua.

3.3 AAK batean agertokiak hautatzeko irizpideak

Kanpoko arriskua benetan zer agertokik sustatzen duten identifikatzeko zeregina lan konplexua da, aldagai asko eta asko daudelako, bai eta kritikoa ere, AAKren emaitzak asko alda baitaitezke egindako hautaketaren arabera. Zeregin hori ebazteko, gomendatzen da bahetze-metodo edo “screening” sistematiko nahiko erraz bat aplikatzea, kanpoko arriskuari ekarpen handiena egiten dioten instalazioak identifikatzeko (adibidez, PBn gomendatutakoa [4]).

3.3.1 Instalazio eta ekipa esanguratsuak hautatzea (screening metodoa)

Ohar orokorrak:

1. Teknika hori hainbat industria-prozesu dituzten establezimenduetan aplikatu ahal izateko, lehenik eta behin establezimendua “unitatetan” zatitu behar da. “Unitate” bat ekoizpen-unitate edo biltegiratze-eremu bat da, eta prozesu kimiko batean esku hartzen duten interkonexio-ekipo eta -hodi guztiak barne hartzen ditu. Adibidez, bentzenoa ekoizteko unitate bat (erreaktoreak, zutabe despropanizatzaileak, debutanizatze makinak, hodiak, labeak, ponpak, konpresoreak eta abar), kloroa ekoizteko instalazio bat (gelaxkak, hodiak, lurrungailuak, konpresorea, eguneko biltegiratze-tangak, gasometroa eta abar) edo petrolio gordinaren andelen parke bat (hodiak, tangak, ponpak eta abar).
2. Establezimendua unitatetan banatu ondoren, “unitate” bakoitza “instalaziotan” banatu behar da. Ekipa bat edo ekipa-multzo bat (interkonexio-hodiak barne) honela definitzen da: “instalazio” bat (metodoaren ondorioetarako), baldin eta euste-galera batek (ihes batek) beste “instalazio” batean euste-galerarik eragiten ez badu. Aurreko adibideei berriro helduz, bentzenoa ekoizteko unitate batean, instalazio bat debutanizatze zutabe bat izango litzateke, baldin eta blokeatzeko balbulen bidez behar bezala isolatuta badago birberogailutik edo errefluxu-tangatik. Isolatuta ez egonez gero, zutabeak eta birberogailuak edo errefluxu-tangak osatuko lukete instalazioa. Izan ere, blokeo-sistema egokirik gabe (adibidez, etete-balbula automatikoak), birberogailuko ihes batek zutabearen ere ihes bat egotea ekarriko luke.
3. Screening teknika ez da egokia produktu arriskutsuak sortzen diren run-away erreakzio posibleek kanpora egiten duten ekarpena ebaluatzeke, eta, beraz, gertakari mota horiek metodoa alde batera utzita ebaluatu behar dira beti.
4. 840/2015 Errege Dekretuak [3] eta haren geroko aldaketek eragindako produktuen biltegiratzeak —10 tonatik gorako kantitateetan edo 400 kg-tik gorako kantitateetan pestiziden kasuan—, suteetan errekuntzako produktu toxikoak eragin baditzakete, beti hautatu beharko dira AAKrako, salbu eta hilgarritasun-distantziengatik baztertu ahal badira.

5. Ontziratutako gabeko zama-laneko jarduerak beti hautatu beharko dira AAKrako, tartean diren kantitateen konbinazioaren eta zama-lanetarako elementuen akats-maiztasunen ondorioz.
6. Screening metodologia substantzia toxiko, sukoi eta leherkorrei soilik aplikatutakoak.

Screening metodologia bi faseetan banatzen da:

- a) Hilgarritasun-distantzien araberrako hautaketa.
- b) Hautaketa-zenbakien araberrako hautaketa.

3.3.1.1 Hilgarritasun-distantzien araberrako hautaketa (unitateak eta instalazioak)

Lehenik eta behin, % 1eko gehieneko distantzia hilgarria (LC01) kalkulatu beharko da “unitate” bakoitzerako (egoerarik kaltegarria). Ondorio hilgarriak dituen gehieneko distantziak (% 1) establezimenduaren hesia gainditzeko ez bada, instalazioa baztertu egingo da.

Adibidez, etengabe (eta, beraz, biltegiatze-tangarik gabe) lan egiten duen bentzeno-unitate batean, egoerarik kaltegarria erreaktoreetako bat kolapsatzea da, inbentarioagatik eta lan-baldintzengatik (bentzenoaren irakite-puntuaren gainetik). Kloro-unitate batean, kasurik kaltegarria eguneko tanga bat kolapsatzea da. Agertoki horietarako hilgarritasunaren % 1erako distantziek (LC01) establezimenduaren hesia gainditzeko ez badute, bentzenoa eta kloroa ekoizteko unitate osoak baztertu ahal izango ditugu AAKtik.

Hautatutako “unitateetarako”, % 1eko gehieneko distantzia hilgarria (LC01) kalkulatu beharko da “instalazio” bakoitzerako (egoerarik kaltegarria). Ondorio hilgarriak dituen gehieneko distantziak (% 1) establezimenduaren hesia gainditzeko bada, instalazioa aukeratu egingo da.

Hautatutako instalazioen kopurua 6 baino txikiagoa bada, haiek izango dira AAKren xede diren instalazio bakarrik. Bestela, hautatutako instalazioek baheketaren bigarren fasea pasa beharko dute (hautaketa-zenbakien araberrakoa).

3.3.1.2 Hautaketa-zenbakien araberrako hautaketa

PBk [4] fase honetarako proposatutako metodologia honetan datza: distantzia-baheketaren bidez hautatutako instalazio bakoitzerako A balio adimentsional batzuk esleitzea, “indication numbers” izenekoak.

“Indication numbers” horiek instalazio jakin baten arriskugarritasunari buruzko informazioa ematen dute, kontuan hartuta bertan dauden substantziaren edo substantzien berezko arriskugarritasuna (inbentarioa, egoera fisikoa, sukotasun- edo toxikotasun-propietateak eta tenperatura-presioaren baldintzak), unitatean egindako jardura mota (prozesua, garraioa, biltegiatzea, zama-lanak eta abar) eta instalazioaren berezko euste-mota (adibidez, kubetak egotea, aire zabalean, lurperatuta eta abar).

Jarraian, “indication numbers” horiek kasuan kasuko instalaziotik establezimenduaren mugara dagoen distantziaren arabera haztatzen dira, eta “selection numbers” S deiturikoak esleitzen dira. Azkenik, elkarren artean alderatzen dira, zehazteko zein diren kanpoko arriskuari ekarpen handiena egiten dioten instalazioak.

Laburpen gisa, txosten honen 1. eranskinean taula bat dago, screening metodoa aplikatzeko urrats guztiak azaltzen dituena (informazio gehiago nahi izanez gero, kontsultatu PB [4]).

3.3.2 Hipotesiak hautatzea

AAK batean kontuan hartu beharreko gertaera hasarazleak bi motatakoak dira:

3.3.2.1 Gertaera hasarazle generikoak

Gertaera hasarazle generikoak AAKrako hautatutako instalazioetan planteatuko dira. Gertaera hasarazle horiei generikoak deritze ekipo batek substantzia arriskutsu bat duenean substantzia horrek ihes egin dezakeelako ekipamenduak huts egiten badu, euste-galera bat eraginez. Hurrengo taulan, euste-galerak eragiten dituzten gertaera hasarazleak (LOC) jaso dira (kontsultatu maiztasunak PBn [4]):

4. taula. Ihesak detektatzeko/haieen aurrean jarduteko denboretarako irizpideak, AAKra egokituta

Ekipoa	Mota	LOC
Presiopeko ontziak	Lurpekoak eta airekoak	1. Inbentario osoaren bat-bateko ihesa 2. Inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, emari konstantearekin 3. Etengabeko ihesa 10 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik
Biltegirotze-tanga atmosferikoak	Euste sinplekoak	1. Inbentario osoaren bat-bateko ihesa 2. Inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, emari konstantearekin 3. Etengabeko ihesa 10 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik
	Euste sinplekoak, kanpoko babes-karkasarekin	1. Euste primarioaren eta karkasaren akatsa: inbentario osoaren kanporako bat-bateko ihesa 2. Euste primarioaren akatsa: inbentario osoaren bat-bateko ihesa kanpoko karkasara 3. Euste primarioaren eta karkasaren akatsa: inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, emari konstantearekin 4. Euste primarioaren akatsa: inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, kanpoko karkasara eta emari konstantearekin

		5. Euste primarioaren akatsa: etengabeko ihesa 10 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik kanpoko karkasara
	Euste bikoitzekoak	1. Euste primarioaren eta karkasaren akatsa: inbentario osoaren kanporako bat-bateko ihesa 2. Euste primarioaren akatsa: inbentario osoaren bat-bateko ihesa kanpoko karkasara 3. Euste primarioaren eta karkasaren akatsa: inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, emari konstantearekin 4. Euste primarioaren akatsa: inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, kanpoko karkasara eta emari konstantearekin 5. Euste primarioaren akatsa: etengabeko ihesa 10 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik kanpoko karkasara
	Euste osokoak	Euste primarioaren eta bigarren mailakoaren akatsa: inbentario osoaren kanporako bat-bateko ihesa
	Mintz-tangak	Euste primarioaren eta bigarren mailakoaren akatsa: inbentario osoaren kanporako bat-bateko ihesa
	Lurperatuak (in-ground)	Euste primarioaren akatsa: lurrunketa tankearen gainazaletik
	Lurperatuak (mounded)	Euste primarioaren eta bigarren mailakoaren akatsa: inbentario osoaren kanporako bat-bateko ihesa
Gasometroak	-	1. Inbentario osoaren bat-bateko ihesa 2. Inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, emari konstantearekin 3. Etengabeko ihesa 10 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik
Hoditeriak	Airekoak	1. Hodia erabat haustea (gillotina) 2. Hodia partzialki haustea. Ihesa diametro nominalaren % 10eko diametro efektiboko zulo baten bidez gertatzen da (gehienez 50 mm)
	Lurpekoak	1. Hodia erabat haustea (gillotina) 2. Hodia partzialki haustea. Ihesa 20 mm-ko diametro efektiboko zulo baten bidez gertatzen da
Erreaktoreak eta prozesu-tangak	-	1. Inbentario osoaren bat-bateko ihesa 2. Inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, emari konstantearekin 3. Etengabeko ihesa 10 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik

Destilazio-zutabeak (ikus 9. oharra)	-	1. Inbentario osoaren bat-bateko ihesa 2. Inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, emari konstantearekin 3. Etengabeko ihesa 10 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik
Zilindroak, botilak eta botiloak	-	1. Inbentario osoaren bat-bateko ihesa 2. Etengabeko ihesa 3,3 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik 3. Sutea zilindroaren inguruetan
Ponpak eta konpresoreak	Zentrifugoak (zigilurik gabe eta zigiluarekin) eta joan-etorrikoak	1. Akats katastrofikoa (hodia erabat haustea) 2. Partzialki haustea. Ihesa hodiaren diametro nominalaren % 10eko diametro efektiboko zulo baten bidez gertatzen da
Trukagailuak	Tubularrak (substantzia arriskutsua karkasatik doanean) eta plakazkoak	1. Inbentario osoaren bat-bateko ihesa 2. Inbentario osoaren etengabeko ihesa 10 minutuan, emari konstantearekin 3. Etengabeko ihesa 10 mm-ko diametro efektiboko zulo batetik
	Tubularrak (substantzia arriskutsua hodietatik eta karkasaren diseinu-presioa hodietako gehieneko eragiketa-presioa baino handiagoa)	10 hodi aldi berean haustea
	Tubularrak (substantzia arriskutsua hodietatik eta karkasaren diseinu-presioa hodietako gehieneko eragiketa-presioa baino txikiagoa)	1. 10 hodi aldi berean haustea 2. Hodi bat haustea 3. Hodi bat partzialki haustea. Ihesa hodiaren diametro nominalaren % 10eko diametro efektiboko zulo baten bidez gertatzen da (gehienez 50 mm)
	Tubularrak (substantzia arriskutsua hodietatik eta karkasatik)	1. Substantzia-ihesa karkasatik (ikus karkasan substantzia arriskutsuak dituzten trukagailuetarako LOCak) 2. Substantzia-ihesa karkasatik eta hodietatik
Presioa arintzea (PSVak eta haustura-diskoak)	-	Ihesa arintze-emari handienarekin
Kamioiak eta bagoiak	Atmosferikoak eta presurizatuak	1. Inbentario osoaren bat-bateko ihesa

		2. Inbentario osoaren ihesa konexio handienaren bidez
Itsasontziak	Gasa	1. 180 m ³ -ko etengabeko ihesa 1800 s-an 2. 90 m ³ -ko etengabeko ihesa 1800 s-an
	Gasa (hoztua)	1. 126 m ³ -ko etengabeko ihesa 1800 s-an 2. 32 m ³ -ko etengabeko ihesa 1800 s-an
	Likidoa (euste sinplekoa eta bikoitzekoa)	1. 75 m ³ -ko etengabeko ihesa 1800 s-an 2. 20 m ³ -ko etengabeko ihesa 1800 s-an
Zamalanak	Mahukak (malguak) eta besoak	1. Erabat haustea 2. Partzialki haustea. Ihesa diametro nominalaren % 10eko diametro efektiboko zulo baten bidez gertatzen da (gehienez 50 mm)
	Substantzia sukoietarako eta domino-efektuagatik (likidoa)	Bat-bateko ihesa (pool fire)
	Substantzia sukoietarako eta domino-efektuagatik (gas likidotua)	Bat-bateko ihesa (BLEVE)
Biltegia	-	1. Produktu solidoa duen (adibidez, hauts arnasgarria) ontzi baten inbentarioaren zati bat barreiatzea 2. Ontziak huts egitea: inbentario osoa isurtzea 3. Sute batean erre gabeak eta errekontzako produktu toxikoak isurtzea

3.3.2.2 Gertaera hasarazle espezifikoak

Ikus 2.3.3 atala.

3.4 Maiztasunak hautatzeko irizpideak

Istripu-egoeren maiztasunak hautatzeko, hainbat iturri bibliografiko daude. Agertoki generikoetarako PB [4] erabiltzea gomendatzen da. Agertoki espezifikoetarako, akats-zuhaitzaren teknika erabili behar da (FTA – Fault Tree Analysis), edo esperientzian oinarritutako gertaera-probabilitateen zenbatespen kuantitatibo kontserbadoreak.

FTA teknika gertaera hasarazle bat (top event) gertatzeko maiztasuna zehaztean datza, hura gertatzea ahalbidetzen duten kausa guztiak (basic events) kontuan hartuta (ikus 3.1 irudia). Stand-by moduan edo eskaera baxuan egon ohi diren segurtasun-sistemarako, aldagai erabilgarriena eskarian huts egiteko batez besteko probabilitatea (PFDavg) edo erabiltzeko ezintasuna da. Sistema horren eskaeren maiztasuna ezaguna bada (adibidez, behin 5 urtean behin), “segurtasun-sistemaren akatsa” gertaeraren maiztasuna zehaztuta geratuko da. Normalean, gertaera hasarazle edo “top event” batek euste- edo ihes-galera (LOC) dakar.

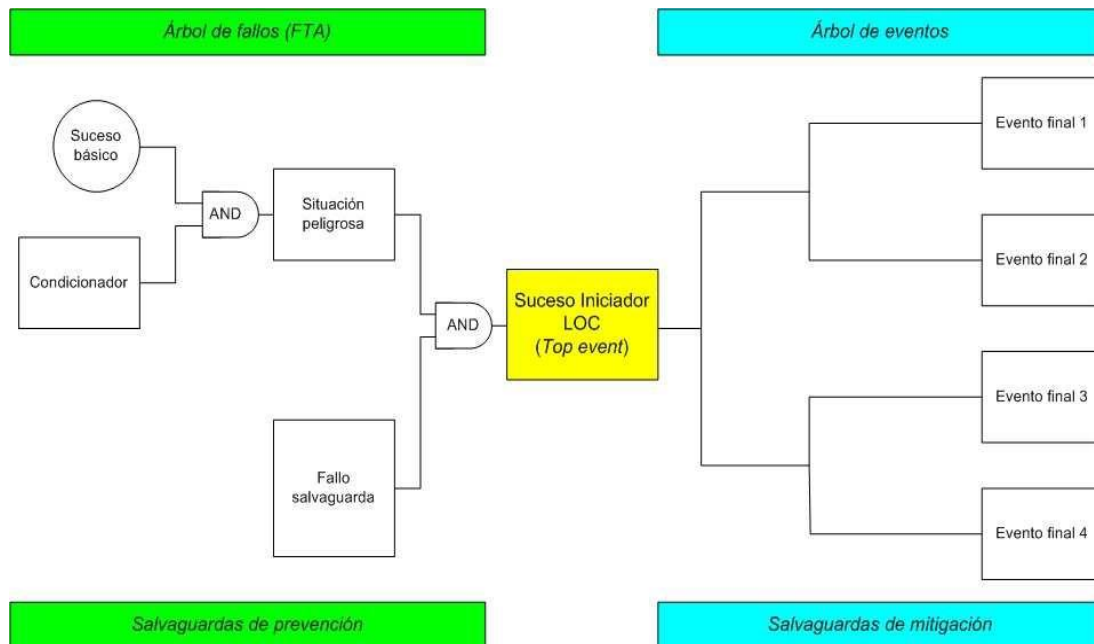
FTArekin lan egiteko, datu-base fidagarriak eduki behar dira, hainbat industria-osagairi buruzko informazioarekin (ekipamenduak, eragingailuak, kontrolagailuak eta abar) edo enpresaren beraren informazioarekin (ekipoen mantentze-lanen erregistroak). Informazio horrek hauek hartu beharko lituzke barne: hutsegite-tasak (λ , failure rate), proba-tarteak (T, test interval), probaren iraupena (τ , test duration) eta konponketa-denborak (θ , repair duration).

Gomendatzen da ezen, FTA garatzeko, Red Book [10] argitalpenaren gomendioak kontuan hartzea. Ekipoen akats-maiztasunen datuak edo sistema/ekipoen PFDavg lortzeko beste iturri bibliografiko batzuk hauek dira: OREDA [11], Handboek kanscijfers (AMINAL) [8], Layer of Protection Analysis (CCPS) [12] eta WASH [13].

3.5 Gertaera-probabilitateak hautatzeko irizpideak (gertaeren zuhaitzak)

Azken gertaeren maiztasunak kalkulatu ahal izateko, lehenik eta behin, komeni da dagozkien gertaeren zuhaitzak egitea, gertaera hasarazletik azken gertaeretaraino, baldintzazko aldarazleak (adibidez, berehala su hartzeko probabilitatea) eta arintze-babes teknologiko guztiak barne¹⁰.

Irudi honetan, akats-zuhaitz baten (FTA) eta gertaeren zuhaitz baten eskemak agertzen dira, gertaera hasarazlearen bidez (top event) lotuta.



2. irudia. Akats-zuhaitz baten eta gertaeren zuhaitz baten eskemak

Gertaeren zuhaitz batean sartu beharko diren baldintzatzaile tipikoak hauek dira: su hartzeko probabilitatea (berehalakoa edo atzeratua), konfinatzeko aukera VCE baten edo sugar baten probabilitatea zehazteko, detektagailuen jarduketa, blokeo-sistemak (on/off balbulak), suteen aurkako sistemak, operadoreen jarduketak, kaltea saihesteko aukera, eta abar.

Arau orokor gisa, nabarmendu behar da babes teknologiko bat txertatzeko haren erabilgarritasuna edo PFDavg kuantifikatu behar dela (ikus 11. oharra). Informazio gehiago nahi izanez gero, ikus 2.5.1 kapitulua.

Su hartzeko probabilitateetarako eta beste baldintzatzaile batzuetarako PBren [4] irizpideak erabiltzea gomendatzen da, baita aurreko kapituluan aipatutako iturri bibliografikoak ere.

10 “Top event” batek ia beti dakar LOC bat, eta, beraz, prebentzio-neurriak ez dira beharrezkoak

11 AAK kuantitatiboa denez, babes teknologikoek ez funtzionatzeko aukera ere kontuan hartu beharko da (adibidez, blokeo-balbula baten edo sprinklerren akatsa).

3.6 Baldintza meteorologikoak (AAK)

AAK batean, haizeak jotzen duen norabideen banaketa hartu beharko da kontuan, baita abiadura eta egonkortasun atmosferikoak ere.

Oro har, informazio hori ez badugu, egonkortasun atmosferikoak eta haize-abiadurak 2 edo 3 kategoriatan multzoka daitezke, guztizko ehunekoak kontuan hartuta.

Datu meteorologikorik ez izanez gero, baldintza atmosferiko hauek ezar daitezke, adibidez:

- Pasquill-en D egonkortasuna eta 3 eta 4 m/s arteko haize-abiadura
- Pasquill-en F egonkortasuna eta 1 eta 2 m/s arteko haize-abiadura

3.7 Eragin fisikoak kalkulatzeko irizpideak

Ikus 2.5 kapitulua.

3.8 Ondorioak kalkulatzeko irizpideak (kalteberatasuna)

Ikus 2.6 kapitulua.

3.9 Arrisku indibiduala

Arrisku indibiduala honela definitzen da: jarduera batean (adibidez, instalazio kimiko batean edo material arriskutsuen garraioan) gerta daitezkeen istripuek pertsona hipotetiko bati modu hilgarrian eragiteko probabilitatea, urtebeteko epean. Parametro hori ukitutako pertsonaren eta jardueraren arteko distantziaren arabera da, kontuan hartu gabe eremu horretan jendea bizi den ala ez.

Arrisku indibiduala zenbakiz adierazten da urtea-1 bidez, eta, grafikoki, isoarrisku kurben bidez; hau da, arrisku-maila bereko puntuak lerroen bidez lotuta plano batean.

Beren lurralde-plangintza arriskuan oinarritzen duten herrialde industrializatueta, hala nola Herbehereetan, Belgikan, Erresuma Batuan eta Australian, arriskua onartzeko erreferentzia-maila 10-6/urte da.

3.10 Arrisku soziala

Arrisku soziala honela definitzen da: jarduera batean gerta daitezkeen istripuen ondorioz, gutxieneko pertsona kopuru bati aldi berean modu hilgarrian eragiteko maiztasun absolutua (metatua). Arrisku soziala kalkulatzeko, establezimenduaren inguruan jendea benetan bizitzea hartzen da kontuan.

Arrisku soziala kurben bidez adierazten da, F-N izeneko grafiko batean; F-k metatutako maiztasuna adierazten du, eta N-k, berriz, biktimen kopurua.

4 Ondorioak

Segurtasun Txostenen (ST) eta Arriskuen Analisi Kuantitatiboen (AAK) ebaluazioan erabilitako irizpideak bateratzeko, Eusko Jaurlaritzako Industria, Trantsizio Energetiko eta Jasangarritasunaren Sailak TNO Built Environment and Geosciences-ek 2009ko uztailean argitaratutako gidak eguneratu eta berrikusi ditu, bereziki arriskuak identifikatzeko eta agertokiak hautatzeko irizpideei dagokienez.

Gida hau eguneratzeko, gaian adituak diren entitate hauen laguntza izan dugu: AVEQ-Kimika, Dekra, Euskoiker, Vysus eta Euskoerel. Abiapuntu gisa, TNOk proposatutako jatorrizko irizpideak hartu ditugu, eta, Euskal Autonomia Erkidegoko egoera partikularra kontuan hartuta, segurtasun-txostenen (ST) eta Arriskuen Analisi Kuantitatiboen (AAK) ebaluazioan aplikatzeko eguneratu ditugu, oinarrizko jarraibidearen eskakizunak kontuan hartuta [2].

Gida honen bidez, gutxieneko irizpideak ezarri nahi izan dira istripuen hipotesiak hautatzeko, bai segurtasun-txostenetarako (ST), bai arriskuen analisi kuantitatiboetarako (AAK). Eraginak eta ondorioak kalkulatzeko irizpide teknikoak orientagarriak baino ez dira, ez baitira sakon aztertu. Informazio gehiago nahi izanez gero, TNOren ‘Coloured Books’ hauek kontsultatzea gomendatzen da: Yellow Book [5], Purple Book [4], Red Book [10] eta Green Book [14], eta Babes Zibileko gida teknikoak.

5 Erreferentziak

- [1] Agindua, 2006ko ekainaren 15ekoa, Industria, Merkataritza eta Turismo sailburuarena, substantzia arriskutsuek esku hartzen duten istripu larrien prebentzioarekin zerikusia duten dokumentazioari, ebaluazioari eta ikuskatzeei buruzkoa. 2006ko uztailaren 12ko (asteazkena) EHAA
- [2] Gai arriskutsuak tarteko direnean sor daitezkeen istripu larriak kontrolatzeko eta planifikatzeko Babes Zibilaren Oinarrizko Jarraibidea. 2003ko urriaren 9ko (osteguna) BOE (242. zk.)
- [3] 840/2015 Errege Dekretua, irailaren 21ekoa, substantzia arriskutsuak tartean diren istripu larriei loturiko berezko arriskuak kontrolatzeko neurriak onartzen dituen. 2015eko urriaren 20ko BOE (251. zk.)
- [4] Purple Book CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment Committee for the Prevention of Disasters CPR 18E, revision January 2006
- [5] TNO, Yellow Book CPR 14E Methods for the calculation of physical effects Committee for the Prevention of Disasters CPR 14E, Third Edition The Hague 1997
- [6] IEC 61511 Parts 1-2-3 (2003): "Functional safety instrumented systems for the process industry sector", International Electrotechnical Commission, First Edition, 2003.
- [7] Molag M. LPG, a study A comparative analysis of the risks inherent en the storage, transhipment, transport and use of GLP and motor spirit TNO report, 1983.
- [8] Aminaal dienst gevaarlijkse stoffen en risiciobeheer, Handboek kanscijfers ten behoeve van het veiligheidsrapport, 1994
- [9] Berg, A.C. van den The Multi Energy Method Journal of Hazardous Materials, 12 (1985) 1-10
- [10] TNO, Red Book CPR 12E Methods for determining and processing probabilities Committee for the Prevention of Disasters CPR 12E, Second Edition The Hague 1997
- [11] OREDA-92, Offshore Reliability Data 2nd Edition, Oreda participants orway, 1992
- [12] Layer Of Protection Analysis (Simplified Process Risk Assessment, CCPS, 2001
- [13] U.S. Nuclear Operating Experience, Reactor Safety Study, An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, Appendix III: Failure Data, WASH-1400/NUREG 75/014, 1975
- [14] TNO, Green Book CPR 16E Methods for the determination of possible damage Committe for the Prevention of Disasters CPR 16E, First Edition Voorburg 1992

[15] Molag M., Amigó, M. Istripu larriei buruzko araudiak eragindako enpresen ingurunean larrialdiak planifikatzeko kontuan hartu beharreko oinarrizko irizpideen proposamena, TNO-034-UT-2009-01576-RPT-ML, Utrecht, 2009ko uztaila.



1. eranskina: Screening metodoa (Purple Book)

5. taula. Purple Book-en proposatutako screening metodoaren laburpena

Fasea	Zeregina	Oharrak
0	Screeningaren xede diren substantziak hautatzea	Screeningean, instalazioan dauden substantzia arriskutsuak sartuko dira. Hautaketa-metodo honen ondorioetarako, substantzia sukoitzat hartzen dira giro-tenperaturan beren flash point-a baino tenperatura handiagoan dauden substantziak. Substantzia toxikotzat hartzen dira LC50 (arratoiak) duten substantziak, 20.000 mg/m ³ -tik beherako ordubeteko esposizio-aldian, 25°C-tan.
1	Screeningaren xede diren unitateak eta instalazioak identifikatzea, % leko hilgarritasun-distantzien metodoaren bidez.	Instalaziotzat hartzen da substantzia arriskutsu nabarmena duen edozein ekipamendu, baldin eta, ihes bat edo euste-galera bat izanez gero, beste instalazio batean beste ihes esanguratsurik gertatzen ez bada, bitarteko elementuekin konektatuta daudelako (adibidez, hodi baten bidez).
2	“Indication number” kalkulatzeko, A [-]	Substantzia toxiko, sukoi eta leherkorretarako “indication number”-ak bereizita ebaluatuko dira, hauen arabera: $A = \frac{Q \cdot 01 \cdot 02 \cdot 03}{G}$ Instalazio batean substantzia bat baino gehiago badaude, instalazioko “indication number” toxikoak (AT), sukoiak (AF) edo lehergarriak (AE) substantzia guztien “indication number” guztiak batzearen emaitza izango da, kontuan hartuta substantzia horiek toxikoak, sukoiak edo leherkorrak diren.
2,1	Substantzia-kopurua kalkulatzeko, Q [kg]	Instalazioaren barruan dagoen substantzia arriskutsuaren kantitatea da.
2,2	O ¹ [-] faktorea kalkulatzeko	Faktore horrek instalazio mota hartzen du kontuan. O ¹ faktoreak bi balio izan ditzake bakarrik: 1 prozesu-instalazio baterako eta 0,1 biltegiatze-instalazio baterako. Substantzia leherkorretarako, faktore horrek 1 balio du.

Fasea	Zeregina	Oharrak		
2,3	O ² [-] faktorea kalkulatzea	Faktore horrek instalazioaren kokapena eta substantzia ingurumenean barreiatzea saihesten duten babes fisikoen presentzia hartzen ditu kontuan. O ² faktoreak bi balio izan ditzake bakarrik: 1 aire zabaleko instalazio baterako edo kubeta baten barruan kokatutako instalazio baterako, irakite-puntu normala gehi 5 °C-tik gorako tenperaturan; eta 0,1 eraikin baten barruko instalazio baterako edo kubeta baten barruan kokatutako instalazio baterako, irakite-puntu normala gehi 5 °C-tik beherako tenperaturan. Substantzia leherkorretarako, faktore horrek 1 balio du.		
2,4	O ³ [-] faktorea kalkulatzea	Egoera	O ³	Oharrak
		Gasa	10	-
		Likidoa, P _{vap} , sat prozesu-tenperaturan > 3 bar	10	-
		Likidoa, P _{vap} , sat prozesu-tenperaturan 1-3 bar	X + Δ	X-k 1 eta 10 arteko balioa izango du, hauen arabera: X = 4,5 x P _{vap} , sat - 3,5 (P _{vap} , bar) (Ikus Δ beherago)
		Likidoa, P _{vap} , sat prozesu-tenperaturan < 1 bar	Pi + Δ	Pi lurrun-presio partziala da (bar). Δ inguruko beroa likidora transferentziaren ondorioz likidoaren lurrunketa kontuan hartzeko gehitzen den balio bat da, hauen arabera:
		T _{irakite} atmosferikoa		Δ
		T _{irakitea} < - 25 °C		0
		-75 T _{irakitea} < - 25 °C		1
		-125 T _{irakitea} < - 75 °C		2
		T _{irakitea} < - 125 °C		3
Solidoa	0,1	-		

Fasea	Zeregina	Oharrak		
2,5	Substantziaren “limit value” kalkulatzeko, G [kg]	Substantzia sukoiaren muga-balioa 10.000 kg-koa da.		
		Substantzia leherkorren kasuan, muga-balioa 1.000 kg TNT (edo 4.600 kJ/kg) energia-kantitatea sortuko lukeen substantzia-kantitatea da (kg-tan).		
		Substantzia toxikoen kasuan, muga-balioa 3 kg, 10 kg, 30 kg, 100 kg, 300 kg, 1.000 kg, 3.000 kg edo 10.000 kg-koa izan daiteke, toxikotasunaren (LC ₅₀ , arratoiak arnastuta, ordubeteko esposizio-aldian) eta egoeraren arabera:		
		LC ₅₀ (arratoiak, inh., 1h) [mg/m ³]	Egoera 25 °C-tan	G [kg]
		LC < 100	Gasa	3
			Likidoa	3
			(MBPE) Likidoa	10
			(BPE) Likidoa	30
			(MPE) Likidoa	100
			(APE) Likidoa	300
			(MAPE) Solidoa	300
		100 < LC < 500	Gasa	30
			Likidoa	30
			(MBPE) Likidoa	100
			(BPE) Likidoa	300
			(MPE) Likidoa	1000
			(APE) Likidoa	3000
			(MAPE) Solidoa	3000
		500 < LC < 2.000	Gasa	300
			Likidoa	300
			(MBPE) Likidoa	1000
			(BPE) Likidoa	3000
			(MPE) Likidoa	10000
			(APE) Likidoa	∞

			(MAPE) Solidoa	∞
		2.000 < LC < 20.000	Gasa	3000
			Likidoa	3000
			(MBPE) Likidoa	10000
			(BPE) Likidoa	∞
			(MPE) Likidoa	∞
			(APE) Likidoa	∞
			(MAPE) Solidoa	∞
		LC > 20.000	Edozein fase	∞
		Taulako oharrak: M (oso), B (baxua), A (altua), P (puntua), E (irakitea). Likidoa (MBPE) $\rightarrow T_{\text{irakitea}} < 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ Likidoa (BPE) $\rightarrow 40\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{irakitea}} < 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ Likidoa (MPE) $\rightarrow 80\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{irakitea}} < 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ Likidoa (APE) $\rightarrow 120\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{irakitea}} < 160\text{ }^{\circ}\text{C}$ Likidoa (MAPE) $\rightarrow 160\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{irakitea}}$		
3	Establezimenduaren mugako puntuak hautatzea	Establezimenduaren perimetroan behar beste puntu hautatu beharko dira. Puntu horien artean gutxienez 50 metroko tarte egon beharko da, eta screeningaren xede diren instalazioetatik gutxienez 100 metrora egon beharko dute. Era berean, establezimendutik hurbilen dauden etxebizitzak hautatu beharko dira (halakorik balego).		
	“Selection number” kalkulatzeko, S [-]	Instalazio jakin bati dagokion hautaketa-zenbakia (S) aurreko fasean substantzia toxiko, sukoi eta leherkorretarako hautatutako puntuetan ebaluatu behar da, hauen arabera: Substantzia toxikoak: $S^T = \left(\frac{100}{L}\right)^2 \cdot A^T$ Substantzia sukoiak:		

		$S^F = \left(\frac{100}{L}\right)^3 \cdot A^F$ Substantzia leherkorrak: $S^E = \left(\frac{100}{L}\right)^3 \cdot A^E$ L xede-instalazioaren eta interes-puntuaren arteko distantzia (m) da.
	AAKrako instalazioak hautatzea	Bi baldintza hauetako bat betetzen bada, instalazioa AAKrako hautatuko da: - Instalazio baten “selection number”-a, establezimenduaren perimetroko edozein puntutan, 1 baino handiagoa da, eta, gainera, beste edozein instalaziok puntu jakin horretan duen gehieneko “selection number”-aren erdia baino handiagoa da. - Instalazio bateko “selection number”-a bat baino handiagoa da 3. fasean hautatutako etxebizitzetan.