

# Zentral nuklearrak, itxi eta gero zer?

*Eider Carton Virto*

Elhuyar



**Jarduera industrial gehienetan erraza eta nahiko merkea da lantegi zaharrak eta zaharkitutako tresneria suntsitzea. Tartean energia nuklearra badago, ordea, erradioaktibitatea dela eta, prozesua asko korapilatzen da. Itxi ondoren, zentral nuklearrak elektrizitate-iturri baliotsua izateari utzi eta altzairu eta zementuzko hondakin erradioaktibo bilakatzen dira.**

LEHEN ZENTRAL NUKLEARRAK 50eko eta 60ko hamarkadetan eraiki ziren, ixteko ordua iritsiko zenean zer egin eta nola jokatu ez zekitelako. Bost hamarkada gero-ago zentral nuklearrak modu eraginkor eta seguruan behin betiko nola itxi arduraz handiko gaia da. Izan ere, orduko tresneria erabilera beteko bizitza gaindituta edo gainditzeaz dago.

Zentral nuklearrak 40 bat urtez ongi funtzionatzeko daude diseinatuak, nahiz eta hainbat arrazoiengatik batzuetan lehenago ixten diren. Hurrengo 20-30 urteetan Mendebaldeko Europa eta Estatu Batuetan 400 bat instalazio

nuklear itxi beharko dira eta Europako Batasunean, berriz, 160 inguru; lana, noski, ezin da edonola egin.

Txernobilaren 1986an jazotako istripu larriaren ondotik, Energia Atomikoaren Nazioarteko Agentziak (EANA) energia atomikoaren segurtasunaren gaineko arauak osatu zituen, eta, besteak beste, zentral nuklearrak behin betiko ixteko prozedura orokorra finkatu zuen. Geroztik, EANA bera, Ekonomia, Lankidetzeta eta Garapenerako Erakundearen (OECDren) parte den Energia Nuklearrerako Agentzia (NEA) eta Europako Batzordea ari dira, batik bat, horretan.

## Hiru urratseko bide luzea

EANAK zentral nuklearrak hiru urratsetan ixtea gomendatzen du, instalazioen ezaugarri fisikoen eta horiek zaintzeko beharrezko neurrien baitan definituak. Itxi eta berehala erregai nuklearra eta material erradioaktiboa zein ohiko lanetan sortutako hondakinak erretiratzea da lehen egin beharra. Segidan instalazioaren desmuntatze-fasea hasten da.

Lehen fasean erreaktorea babesten duen hesia dagoenean utzi eta bestelako irekitze-sistema mekanikoak zigitatu egiten dira; hau da, produktu erradioaktiboenak erretiratu eta gainerakoa babestu. Ondoren, zainketa eta ikuskatze zorrotzak ezartzen dira, hurrengo urratsari ez baitaio berehala helduko. Bigarren fasean babes-hesia ahalik eta gehien murriztuko da eta horren inguruko ezkutu biologikoa (ura, normalean) zabaldu eta zigitatu egingo da. Gainerako eraikinak erabilera berrietara egoki-

tu ahal izateko desmuntatu edo deskontaminatu egiten dira. Azkenik, instalazioak proiektu nuklearretan berriz ez erabiltzekotan, erradioaktibitate naturalaren maila gainditzen duten material guztiak atera eta zentral nuklearrak bete duen lekua erabat garbi utzi behar da.

*“zentral nuklearrak ez dira itxi eta segituan desmuntatzen hasten”*

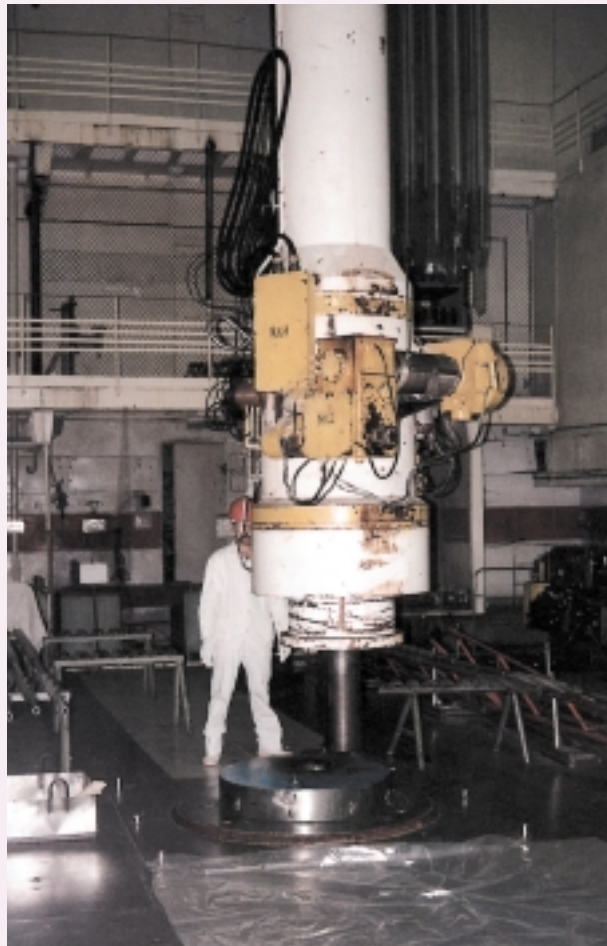
Urratsak jarraian egin daitezke, ala ez. Bigarren aukera, hain zuzen, zentral nuklearrak itxi behar dituzten herrialde gehienek egin dute, Alemania eta Sue-

dia kenduta. Estatu Batuek eta Japoniak 10-20 urteko epea, 60ra luza daitekeena, ipini dute erreaktorea gelditu eta behin betiko itxiera-lanak hasi bitartean; Kanada eta Frantziak hainbat hamarkada itxarotea erabaki dute. Erresuna Batuan, berriz, ehun urte baino gehiagoz utziko dituzte zentralak desmuntatu gabe; zehazki, uranioz elikatutako Magnox motako erreaktore komertzialekin egingo da hori.

Kudeatzaileen arabera 135 urtetan erradioaktibitatea asko murriztukoenez, eskuzko teknikak erabili ahal izango dira zentralak desmuntatzeko eta segurua goa izateaz gain, hondakin gutxiago sortuko da. 1998an funtzionatzeari utzi zion Japoniako Tokai-1 erreaktorea, ordea, 5-10 urtetan erabat desmuntatuko da eta mota berekoa da. ➔

## Txernobilen azken arnasa

Txernobileko zentral nuklearrak urtea amaitu baino lehen behin betiko utziko dio funtzionatzeari. Ukrainako presidentea den Leonid Kuchma-k duela hilabete gutxi berretsi zuen 1997an Europako Batasunarekin batera hartutako erabakia: abenduaren 15ean Txernobileko hirugarren erreaktorea, martxan zegoen bakarra, betiko itzaliko da. Ukrainako gobernuaren arabera ezinbestekoak izango dira duela bost urte agindutako 3.100 milioi dolarrak, bai zentrala ixteko baita bertan lanean diharduten 5.700 langileei laguntzeko ere. Baina diru-laguntzaren parte bat Txernobileko istripuaren biktimek jasoko duten arren, zati handiena bi erreaktore nuklear berri eraikitzen gastatuko da, eta hori ez zaie batere gustatu Europako hainbat herrialderi. Alemania buru dutela, Ukrainako industria nuklearra ez dutela finantzatu nahi esan dute. Ukrainako teknologia segurua ez dela eta gasezko edo ikatzezko zentralak eraikitzea proposatzen dute. Ukrainarrak ez daude ados, ordea; izan ere, Txernobilen Ukrainako elektrizitatearen % 10 ekoitzen da. Kuchmaren ustez, zentral nuklear berririk gabe ezingo dute aurrera egin, besteak beste, neguan elektrizitatearik gabe geratzeko arriskua dutelako. Ukrainako gobernuak Txernobil itxi eta arazoaz ahaztu nahi izana leporatzen die europarrei. 1986an Txernobilen jazotako istripuak 20 milioi lagun bizitza aldatu du dagoeneko eta hondamendiaren ondorio zuzenek 300 bat mila akabatuko dituztela kalkulatu da. Istripuaren arrastoak ez omen dira 200 urte baino lehen desagertuko.



ONSC / S. SHORT

“Pioneer” robota oso gune erradioaktiboetan lan egiteko dago diseinatua. Laginak jasotzeko eta zaintza-lanetarako erabiltzen da.



DN5C

### Estrategia usuenak

Erreaktore eta instalazio nuklearrak mota askotarikoak daudenez EANAK gomendatutako urratsak aplikatzeko estrategia ugari dago. Hala ere, herrialde gehienetan iragarritako planak DECON, SAFSTOR eta ENTOMB estrategien aldaerak dira gehienetan:

DECON estrategian erradioaktiboak diren osagai eta egitura guztiak deskontaminatu edo desmuntatu egiten dira hasieratik. Jarduera txikiko hondakinak (ikus *Elhuyar. Zientzia eta Teknika* 158. zenbakia 26 or.) dagozkien biltegietara garraiatzen dira edo bertan gordetzen dira. Lana burutzeko 5 bat urte behar badira ere, amaitutakoan lekua garbi geratzen da. SAFSTOR eta ENTOMB estrategietan, berriz, motelago egiten dira gauzak.

DECON estrategia hurrengo belaunaldi begirune gehien erakusten diena da, baina baita hondakin gehien eragiten dituen ere. Horregatik, normalean ez da hori aukeratzen. Dena dela, azkeneko urteetan deskontaminazio-tekniken alorrean egin diren aurrerapauso

handiak direla medio, hondakin erradioaktiboak dezente murriztea lortu denez, baliteke DECON estrategia indartzea.

*“erreaktoreetako erradioaktibitatearen % 99 lehen fasean erretiratzeko den erregaiari lotuta dago”*

Zementua txikitzeko zulaketa, harea-zorrotada edo granaila-zorrotada ohiko bideak dira, eta mikrouhin zein laserrarekin ere saiakerak egin dira. Deskontaminazioa eskala handian egiteko diamantezko puntadun labana oso baliagarria da, zementuan giltzatutako osagai metalikoak ere ebaki baititzake. Labana Europako Batasunaren Eurochemic proiektuan erabili zuten 400 m<sup>2</sup>-ko azalera garbitzeko eta zulaketa baino hiru bider azkarragoa suertatzeaz gain, hondakinen erdia sortu zuen. Lan-

gileentzat askoz erosoagoa da gainera. Metalei dagokienez, erradioaktibitatea jaiste aldera erabiltzen da deskontaminazioa eta metodo kimiko-fisikoen bidez egiten da, oro har.

SAFSTOR estrategia aukeratuz gero, zentral nuklearra dagoen bezala utziko da 20-150 urtez. Zentralaren inguruan segurtasun-ekintza erakiko da, batez ere, erradioaktiboak diren materialek istripurik eragingo ez dutela ziurtatzeko. SAFSTOR estrategian denbora erabiltzen da deskontaminazio-agente gisa, atomoek denboraren poderioz erradioaktibitatea galtzen baitute. 30 urte iragan ondoren, esaterako, kobalto-60 isotopoaren erradioaktibitatea hasierakoaren berrogeitamarrena izango da; 50 urteren buruan, berriz, hasierakoarenaren milarena. Erradioaktibitate-maila nahikoa murriztu dela erabakitakoan, zentrala DECON strategiaren arabera itxiko da behin betiko.

ENTOMB estrategia hiruretan berme gutxien eskaintzen duena da. Osagai guztiak erradioaktibitatea nahikoa murriztu arte material erresistente batez estaltzen dira, adibidez, zementuz. Ondoren, jada arriskutsuak ez direnean, estalkia kendu eta desmuntatze-lanak hasiko lirateke. Hori denbora asko da, ordea; izan ere 100 urte iraganda ere oso posible da erradioaktibitate-maila onartutako maximitik gora egotea eta, beraz, denbora luzerako segurtasun-neurriak aurreikusi behar dira. Zentral nuklear bat 100 urtez zementutan lurperatuta uzteak ez dirudi, *a priori*, konponbide egokia.



Erabilitako erregaiarentzako biltegia.

## Nola aukeratu bidea?

Energia nuklearrari esker elektrizitateaz orain gozatu eta zaborra ondorengo belaunaldiei uztea axolagabekeriatzat jo zuen 1990ean Hondakin Erradioaktiboak Kudeatzeko Frantziako Erakundearen arduradun François Chevenier-ek. Baina hori da hain zuzen egiten dena: 1999an 94 erreaktore nuklearrek funtzionatzeari utzi zioten; desmuntatu, ordea, gutxi batzuk soilik desmuntatu dira.

Erreaktore-mota, zentralaren egoera fisikoa eta erradioaktibitate-maila elementu garrantzitsuak dira desmuntatze-prozesu bat edo bestea aukeratzeko. Erradioaktibitate-maila eta hau non dagoen erreaktorearen araberakoa da. Esaterako, ur irakineko erreaktorean (BWRn) turbina zirkuitutik isuri erradioaktiboak garraiatzen dira; ur presurizatukoan (PWRn), berriz, erradioaktibitate sistema hoztaile primarioan dago eta ez da turbinetara iristen.

Zentralak sortutako hondakinekin zer egin ere ez da kontu hutsala. Erreaktore nuklearretako erradioaktibitatearen

% 99 lehen fasean erretiratzeko den erregaiari lotuta dago. Lurzorua poluitu ezean, gainerako erradioaktibitatea "produktu aktibatuek" sortzen dute, hau da, neutroien bonbardaketa luzaroan jaso duten osagai metalikoek. Neutroiak fi-


*“hondakinak bezala finantziazioa ere ondorengo belaunaldiei utziko ote zaien susmoak daude”*

sioaren eragile eta produktuak dira, baina, aldi berean, erreaktorea inguratzen duten estalkien atomo egonkorak isotopo erradioaktibo bilakatzen dituzte; esaterako, burdina-55, kobalto-60, nikel-63 eta karbono-14. Lehen biak oso erradioaktiboak dira eta gamma izpiak igortzen dituzte.

Zentral nuklearretan batez ere erdibizitza motzeko nukleo erradioaktiboak sortzen dira, 5 eta 30 urteren buruan erradioaktibitatea dezente galtzen dutenak, alegia. Baina horrek ez du esan nahi hain denbora gutxian kaltegarri izateari utziko diotenik: nikel-59ren erdibizitza 80.000 urtekoa da eta milioi bat urte itxaron behar da erradioaktibitate guztia gal dezan.

Desmuntatzean sortzen den hondakin gehiena lehendik ere zentralak sortutako besteekin batera gorde daiteke, desmuntatzearen ondoriozko hondakinen bolumena eta izaera martxan dagoenean sortzen denaren magnitude-ordena berekoa baita. Hala ere, bolumena asko murriz daiteke azalen deskontaminazio, trinkotze, segmentazio eta errausketa bidez. Herrialde askok ez dute, ordea, hondakinak gordetzeko behar adinako gaitasunik.

## Diru-kontuak

Oraindik ez da erabat zehaztu zentral nuklear bat ixteak zenbateko kostua duen, ez eta ardura nork duen ere. Zenbait kalkuluren arabera hasieran ezarritako diruaren % 10 eta 40 bitartean dago kostua; beste batzuen arabera % 100ean; ixtea irekitzea baino garestiagoa suertatzea ere litekeena da. Horrek pezetatan milaka milioi esan nahi du, baina, nork ordaintzen ditu? Zentralaren ustiatzaileek? Kontsumitzaileek? Ondorengoek? Herrialde askotan desmuntatze-lanak finantzatu ahal izango direla ziurtatzeko diru-funtsak ezarri edo proposatu dira. Zentrala itxiko denean zenbat diru beharko den aurrez kalkulatu eta aurrez biltzea da asmoa. Horretarako, hiru dira bide ohikoenak: zentrala martxan jartzearekin batera ixteko dirua ipini; kontsumitzaileek elektrizitatearengatik ordaintzen dutenaren zati bat, % 5 inguru, urtero jaso; eta aseguru edo kredituen bidez zentrala ixteko dirua egongo dela ziurtatu. Hala ere, hondakinak bezala finantziazioa ere ondorengo belaunaldiei utziko ote zaien susmoak daude. 



Txernobilen eztanda egin zuen erreaktorearen sarkofagoa.

350C