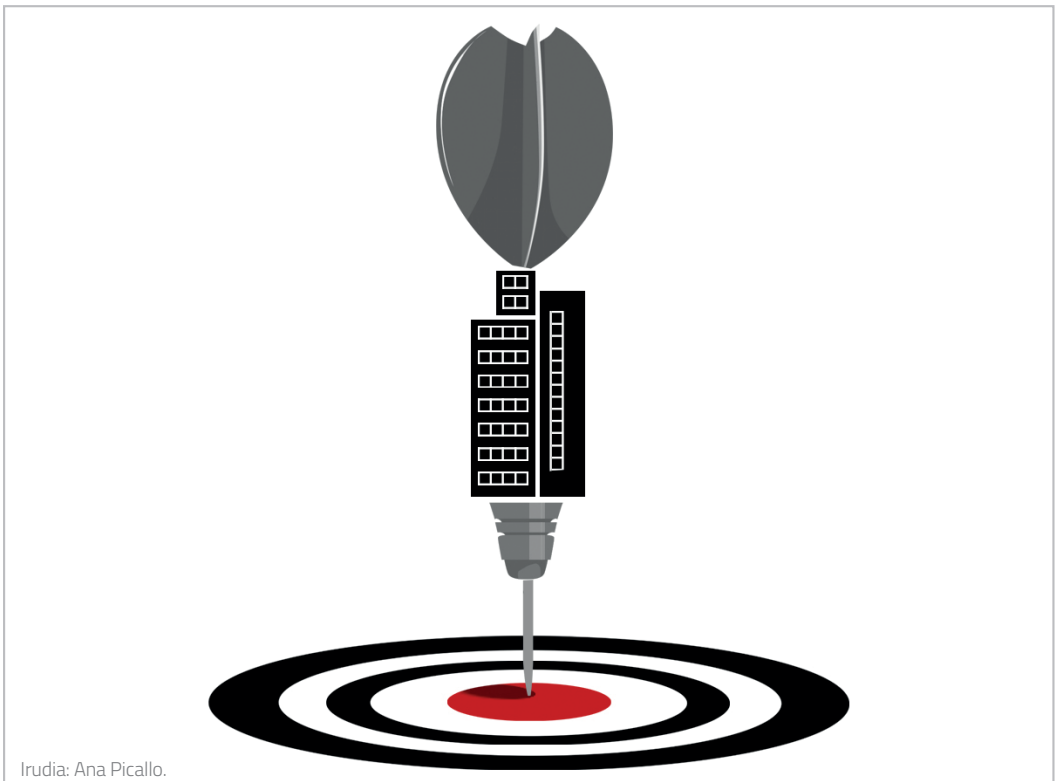


Exergia: eraikinetan energia-efizientzia sustatzeko tresna

Zein da pisutsuago 1 kg lasto edo 1 kg burdina? Askok badakite erantzuna: pisu-unitatea kg-a bada, berdin pisatuko dute. Antzeko galdera batekin gatozkizue: energia-unitatea kWh bada, non dago energia gehiago 1 kWh duen gas naturaleko biltegi batean ala 1 kWh duen aire beroko gela batean? Bi ontzietan energia-kantitate bera dago, baina, kalitate aldetik, zer energia-motak dauka erabilgarritasun handiagoa?

Energia-fluxu batek, energia-kantitatea izateaz gain, kalitatea ere badauka; alegia, lan erabilgarria egiteko ahalmena, adibidez: argi bat piztea, gela bat girotzea

edo auto bat mugitzea. Orduan, gas naturaleko ontzi batean biltegitratutako 1 kWh-ko energia kimikoaren ahalmena handiagoa da 20 °C-ko aire-masa batean

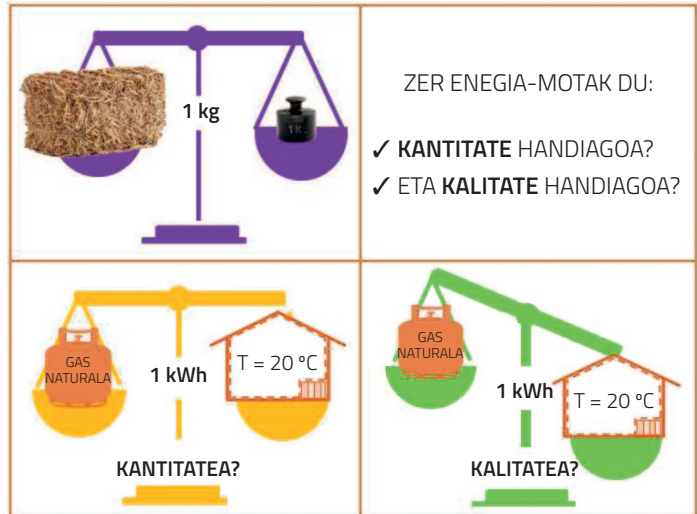


Irudia: Ana Picallo.

dagoen 1 kWh-ko energia termikoa baino; azken finean, gas naturalaren energia kimikoarekin probetxuzko hainbat lan lor daitezke (airea girotu, lan mekanikoa lortu, bonbilla bat piztu eta abar), baina airearen energia termikoarekin airea baino ezin da girotu, nahiz eta kantitate aldetik biek 1 kWh-ko energia izan (ikusi 1. irudia).

Eraikinen energia-eskariak kalitate-maila asko ditu. Alde batetik, elektrizitatea kontsumitzen da; hala nola, argiztapenean, etxetresna elektrikoetan, igogailuetan eta abarretan. Beste alde batetik, etxeko ur beroa hornitzeko eta berotze- eta hozte-eskariak asetzeko, oro har, kalitate handiko energiak erabiltzen dira; adibidez, gas naturala (energia kimikoa). Baina berotze- edo hozte-eskaria asetzeko kalitate baxuko energiak erabiltzen direnez (energia termikoa), amaierako energia-kalitatea ez da egokitzen eskariaren kalitatearekin (ikusi 2. irudia).

Orain arte, energia-sistema gehienak kuantitatiboki diseinatu badira ere, kalitatea (alegia, exergia) kontuan hartuz diseinatu beharko lirateke; horrek dauzkan onurekin, jakina. Gainera, energia-eraginkortasuna sustatzeaz gain, ingurumen-alderdia ere barneratu behar da, ingurumen-inpaktu txikiagoa duten energia-sistemak lortzeko, hau da, jasagarritasuna bultzatzeko.



1. irudia. Energia-moten arteko kantitate- eta kalitate-alderaketa. Irudia: Ana Picallo.



2. irudia. Energiaren erabilerekin eta iturriekin lotura ezegokia. Irudia: Ana Picallo.

Lan honen helburua da hausnartzea eraikinen eremuan exergia kontzeptua aplikatzeak zer onura dituen. Eraikinen energia-efizientzia eta jasagarritasuna sustatzea funtsezkoa da, sektoreak duen energia-kontsumo handia eta hobetzeko potentziala kontuan hartuta.

Zer da exergia?

Energia batek lan bihurtzeko duen gaitasuna adierazten du exergiak. Energia-forma batzuk osorik bilaka daitezke lan; adibidez, energia elektrikoa non energia guztia exergia baita. Baina badira beste energia-forma batzuk, hala nola beroa, zeinetan zati bat bakarrik bihur baitaiteke lan, eta, hala, bero-fluxu baten zati bat bakarrik da exergia-fluxua [1].

Bestalde, energiak lan bihurtzeko duen gaitasuna bat dator energiak ingurunearekiko daukan desoreka-mailarekin. Esate baterako, aintzira bateko uraren barne-energia izugarria bada ere, lana sortzeko duen potentziala nulua da. Zenbat eta giro-egoeratik urrunago egon, orduan eta handiagoa izango da lan bihurtzeko gaitasuna. Hortaz, 60 °C-an dagoen ur-masa bero batek 40 °C-an badago baino exergia handiagoa du, giro-tenperaturatik alden-duago baitago.

Kalitatearen ideia horiek termodinamikaren bigarren printzipioan jasotzen dira: nahiz eta energia ez den sortzen ezta suntsitzen ere (termodinamikaren lehen printzipioa), energia horren kalitatea gero eta txikiagoa da, eta berreskurazina. Kalitate-galera hori ekipoen eta prozesuen inperfekzioekin lotzen da, eta itzulezintasun edo exergia-suntsiketa deitzen zaio.

Zelan lotzen dira exergia eta ekonomia kontzeptuak?

Gure gizarteak gero eta energia gehiago behar du, baina baliabide naturalak mugatuta daude. Ondorioz, sistemak hobetzeko funtsezkoa da energiaren eta baliabideen degradazio-mekanismoak ulertzea eta haien ingurumen-inpaktua murrizteko prozedura sistematikoak garatzea. Exergia-analisia ekonomiarekin konbinatzen bada, sistemak aztertzeko eta optimizatzekeo tresna indartsua lortzen da, eta

exergoekonomia (exergoeconomics) deritzo zientzia horri [2].

Exergia gizartearentzat erabilgarria den energia denez, balio ekonomikoa du eta zaindu egin behar dugu. Energia kontsumitzeagatik ordaintzen dugunean, benetan, haren erabilgarritasuna ordaintzen ari gara; hau da, haren exergia. Beraz, exergia oinarri arrazionala da sistemen baliabideak, prozesuak, ekipoak eta efizientziak ebaluatzekeo, eta sistemen produktuen kostuak ebaluatzekeo.

Zelan lotzen dira exergia eta ingurumen kontzeptuak?

Energia ia guztia (eta, beraz, exergia) Eguzkitik iristen da lurrazalera. Lurrak xurgatutako exergia apurka-apurka suntsitzen da, baina suntsiketa horretan lurreko ur-, haize- eta bizi-tza-zikloak kudeatzen dira. Landareek eguzkiaren exergia xurgatzen dute eta, fotosintesi bidez, exergia kimiko bihurtzen dute. Elikadura-katearen bidez, exergia kimiko hori organismoetatik igarotzen da ekosistemetan.

Bestalde, energia- eta ingurumen-arazoak nabariak dira gaur egun; adibidez, beroketa globala, airearen kutsadura, azaleko zein lurpeko uren kutsadura, hondakin solidoak, lurzoruen degradazioa, eta abar. Hala ere, degradazio hori energiarekin lotu ordez exergiarekin lotu behar da.

Exergia-analisia tresna indartsua da prozesu eta instalazio eraginkorragoak egitekeo, eta, aldi berean, baliabideen kontsumoa (exergia) murriztekeo eta, ondorioz, sortutako hondakinak gutxitzeko. Beraz, exergia-metodoak erabiltzean, behar bezala ebaluatzen dira atmosferaren kutsadura, isurketa likidoak edo solidoak eta abar; ingurumen-exergoekonomia (exergoenvionmics) [3] deritzo diziplina horri.

Zelan lotzen dira exergia eta jasangarritasun kontzeptuak?

Gizartea eta, bereziki, eraikuntza-sektorea modu iraunkorrean garatzeko, modu jasangarrian hornitu behar dira baliabide naturalak. Naturako ondasun gehienak mugatuta daudenez, eraginkortasunez erabili behar dira epe luzeagoan mantentzeko. Gainera, minerala exergia-bektoretzat har daiteke: mineral-biltegi batek giroarekin kontrastea egiten du, eta mineralaren kontzentrazioa zenbat eta handiagoa izan, orduan eta kontrastea handiagoa da eta lana egiteko potentziala (exergia) ere handiagoa da.

Idea horiek kontuan hartuta, exergia-azterketarekin, gizarte baten eraginkortasun-maila eta haren baliabide fisikoen kontsumo-oreka azter daitezke. Hala, munduko gizarteak alderatu eta nazioarteko sistema azter daiteke, baldin eta baliabideak munduan era justuago batean banatu nahi baditugu.

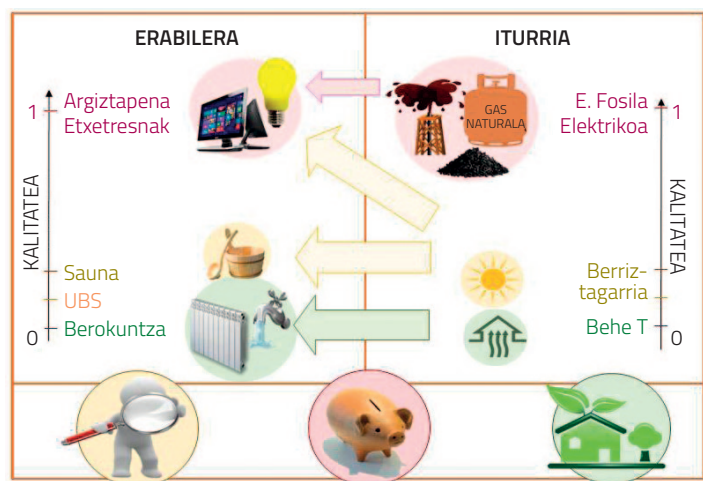
Exergia eraikinetan aplikatzean energia-efizientzia sustatzen da

Eraikuntza-sektoreak lotura estua du baliabide naturalen kontsumoarekin eta atmosferara egiten

diren isurketekin. Eraikinak beren bizi-zikloan zehar aztertuz gero (eraikuntza, erabilera eta eraispena), ozono-geruza mehetzen dute, hainbat produktu kimiko erabiltzen direlako. Halaber, klima-aldaketa eragiten dute, CO₂-isuri handiak direla eta, bai eraikuntza-fasean, baita bizitza erabilgarrian ere.

Exergia-analisia oso baliagarria da eraikinen sistematik eta eraikin osoa aztertzeko zein diseinatzeko. Esan bezala, energiaren alderdi kualitatiboa kontuan hartzen denez (energia-kalitatea), erabilitako energiaren eta energia-eskariaren egokitzapenaren informazioa lortzen da. Hala, kalitate baxuko energia-iturriak (hondakin-beroak, esaterako) kalitate baxuko eskariak asetzeko erabil daitezke (airea girtzeko, adibidez). Beraz, eskaria asetzeko behar den gutxieneko exergia-kontsumoa kuantifikatzen da (ikus 3. irudia). Horregatik, energia-eraginkortasuna eta iturri berriztagarriak bultzatzen ditu exergiak.

Gainera, energia-katean zehar dauden exergia-galerak kuantifikatzen dira, eta energia hobetzeko potentziala agerian uzten da, eta hori ezin da lortu



3. irudia. Energiaren erabilaren eta iturrien arteko lotura egokia, kalitatea kontuan hartuta. Irudia: Ana Picallo.

energia-analisiekin. Bestalde, eraikinetako sistemen eta instalazioen energia-eraginkortasuna alderatzeko oinarri komun bat ematen du. Horrela, exergiarekin aldera daitezke galdara baten erre-kuntzako erregaiaren beroa eta leiho baten eguzki-irabazia.

Exergia-galerek eta -suntsiketek sistema baten eraginkortasunik ezaren lekuak eta kausak identifikatzen dituzte. Horrela, errazago hartzen dira hobekuntza-neurriak aplikatzeko erabakiak.

Exergia-analisia interesgarria bada ere, duela urte gutxi hasi ziren haren aplikazioa eraikinetan aztertzen. Baliteke profesional batzuentzat konplexua izatea, eta, zoritxarrez, exergia-metodoen kalkuluek gogaikarriak dirudite; gainera, haien emaitzak, batzuetan, interpretatzeko edo ulertzeko zailak izan daitezke.

Halaber, exergia-analisiak agerian uzten ditu ohiko sistemen exergia-errendimendu baxuak. Adibidez, ohiko gas-galdara batek % 85-90eko energia-etekina izanagatik, % 18-20 tarteko exergia-etekina du. Hain zuzen ere, exergia-analisiarekin nabarmentzen da normalean erabiltzen diren prozesu eta sistema batzuk funtsean okerrak direla, eta hori batzuen interesen aurka joan daiteke.

Ondorioz, exergia esangura handiko aldagaia da

Eraikinetan exergia-analisia aplikatzeko funtsezko ideiak aurkeztu dira lan honetan, bai energiaren ikuspegitik, bai ekonomiaren, baita ingurumenaren ikuspegitik ere.

Exergia-analisia eraikinen portaera aztertzeke erabiltzen da, galerak non eta zenbatekoak diren zehatz kuantifikatzeko. Informazio hori ezinbestekoa da energia-eraginkortasuna sustatzeko eta

baliabideak hobeto aprobetxatzeko, eta termodinamikaren bigarren legea aplikatuz baino ezin da lortu. Ezaugarri horiei guztiei esker, exergia tresna egokia da ingeniari-tza- eta arkitektura-esparruan jasangarritasuna bultzatzeko.

Ondorioz, eraikinetan berariaz diseinatutako exergia-analisiaren eta kalkulu-metodologiaren eredu zehatzak behar dira, kontzeptua gaurkotzeko eta sektoreko profesionalak erabiltzeko; horixe da, hain zuzen ere, argitaratu berri den "Exergia-analisia eta termoekonomia eraikinetan: energia-sistema jasangarrien analisia eta diseinua" liburuaren helburua [4]. ●

Bibliografia

- [1] Picallo, A., Escudero, C., Flores, I., & Sala, J. M. 2016. *Symbolic thermoconomics in building energy supply systems*. Energy and Buildings, 127, 561-570.
- [2] Picallo-Perez, A., Sala, J. M., Tsatsaronis, G., & Sayadi, S. 2020. *Advanced Exergy Analysis in the Dynamic Framework for Assessing Building Thermal Systems*. Entropy, 22(1), 32.
- [3] Dincer, I., Rosen, M. A., & Al-Zareer, M. 2018. *1.9 Exergoenvironmental Analysis*. *Comprehensive Energy Systems*, 377.
- [4] Sala-Lizarraga, J. M., & Picallo-Perez, A. 2019. *Exergy Analysis and Thermoconomics of Buildings: Design and Analysis for Sustainable Energy Systems*. Butterworth-Heinemann.