

Industria Antolakuntzaren Ingeniaritzako
Gradua

GRADU AMAIERAKO LANA

PASSIVE HOUSE ETXEBIZITZEN OSAGAI ETA KONTSUMO ENERGETIKOAREN ANALISIA: ESPAINIA, ALEMANIA, ERRESUMA BATUA ETA FRANTZIA

Ikaslea: Jaca-Madariaga Ominetti, Maite

Zuzendaria: Martinez de Alegría Mancisidor, Itziar

Ikasturtea: 2017-2018

Data: Bilbo, 2018, Ekainak 19

ESKER ONAK

Nire eskerrik beroena eman nahi diet Gradu Amaierako Lan hau egiten lagundu didaten pertsona guzti-guztiei, era berezian honako hauei:

Bilboko Ingeniaritza Eskolako Enpresen Antolakuntza Sailari, hain zoragarria eta gaurkotasunezkoa den Passive House gaiaren inguruan nire tesia garatzeko emandako aukeragatik.

Dk. Itziar Martínez de Alegría Mancisidorri, nire tutorea izan dena eta lan honen garapenean lagundu didana. Nire esperientzia ezagatik, beldur eta ziurtasun-gabezia handiarekin hasi izandako lan honen aurrean, berak bide onetik gidatu nau eta beharrezko erreminta guztiak eman dizkit lana gogobetez amaitu ahal izateko.

Graduko lau urte hauetan nire irakasleak izan direnei, haiek ni gidatu izanagatik eta erreferente gisa jarduteagatik bai maila profesionalean zein humanoan.

Passive House Institutuari, haien datu-basearen informazio bilketa Eskolari emateagatik.

Eta azkenik, nire familiari, beti egon baita hortxe ni laguntzen eta sostengatzen. Nire hazkuntza pertsonalerako beharrezko sustraiak dohaintzeagatik eta etorkizunean hegaldia hartzea baimenduko didaten hegalak emateagatik.

Guzti haiei, esker mila.

Bilbao, 2018ko ekainaren 19a

Maite Jaca-Madariaga Ominetti

LABURPENA

➤ **Laburpena:**

Gradu amaierako lan honetan Passive House etxebizitzaren osagai eta kontsumo energetikoaren analisia egin da. Honetarako lehendabizi 2010/31/UE Direktiban azaltzen den kontsumo energetiko ia nuludun eraikinen (nZEB) esanahia aztertu da. Jarraian Passive House terminoa definitu da eta etxe mota hauek zertifikatzen duten estandarren artean, Passivhaus estandar alemaniarrean sakondu da. Passive House etxebizitza hauek eraikitzeke osagaien fabrikatzaileak nortzuk diren aztertzeko xedearekin, Passive House Institutuko bi datu-base garrantzitsuenak erabili dira eta ondoren berauen arteko bateratze-lana egin da. Azkenik, eraikinen energiaren kontsumoaren inguruan Alemania, Espainia, Frantzia eta Erresuma Batuen kasuak aztertu dira. Herrialde bakoitzak bere geografia zona klimatiko ezberdinetan sailkatzen duela ikusi da eta eraikuntzarako kontsumo energetikoaren kalkulua egiteko irizpide ezberdinak jarraitzen dituztela. Azken honekin lotuta, hainbat ikerketa-bide zabaltzen dira eta arazo honi aurre egiteko egile batek planteatzen duen metodoa [24] deskribatzen da.

➤ **Resumen:**

En este trabajo de fin de grado se ha realizado un análisis de los componentes y el consumo energético de las casas Passive House. Para ello, primero se ha analizado la Directiva 2010/31/UE en donde se definen los edificios nZEB. A continuación se ha definido el término Passive House y entre los estándares que certifican a este tipo de casas, se ha profundizado en el estándar alemán Passivhaus. Con el objetivo de saber las nacionalidades de los fabricantes de los componentes de estas casas pasivas, se ha trabajado con dos de las bases de datos más importantes del Passive House Institute. Por último, con respecto al consumo energético de los edificios, se han analizado los casos de Alemania, España, Francia y Reino Unido. Cada país divide su geografía en distintas zonas climáticas y sigue distintos criterios para el cálculo del consumo energético. Con respecto a este último tema, se ve que aún hay mucho por investigar y se describe un posible método [24] para enfrentar este problema.

➤ **Abstract:**

In this final grade work an analysis of the components and energy consumption of the Passive Houses has been carried out. To do this, first the 2010/31/UE Directive has been analyzed where nZEB buildings are defined. Then, the term Passive House has been defined and among the standards that certify this type of houses, the German Passivhaus standard has been selected. In order to know the nationalities of the manufacturers of the components of these passive houses, two of the most important databases of the Passive House Institute have been used. Finally, in relation to the energy consumption of buildings, the cases of Germany, Spain, France and the United Kingdom have been analyzed. Each country divides its geography into different climatic zones and follows different criteria for calculating energy consumption. With respect to this last issue, it has been seen that there is still a lot to investigate, and a possible method [24] to face this problem is described.

EDUKIEN AURKIBIDEA

ESKER ONAK.....	i
LABURPENA.....	ii
TAULEN AURKIBIDEA.....	v
IRUDIEN AURKIBIDEA.....	vi
GRAFIKOEN AURKIBIDEA.....	vii
SIGLA ETA AKRONIMOEN ZERRENDA.....	viii
1. SARRERA.....	1
2. TESTUINGURUA.....	2
2.1. AURREKARIAK	2
2.2. GAURKOTASUNA.....	4
2.2.1. ARAUDIA EUROPA MAILAN	4
2.2.2. ERAIKUNTZARAKO ESTANDAR ZERTIFIKATUAK.....	6
2.3. PASSIVHAUS ESTANDARRA.....	7
2.3.1. DEFINIZIOA	7
2.3.2. ETXE PASIBOAK.....	8
2.3.3. NEURRI PASIBOAK PASSIVHAUS ARKITEKTURAN	9
2.3.3.1. Eguzki- orientazio eta erradiazioa eraikinen ingurutzailen gainean	10
2.3.3.2. Eraikinaren trinkotasuna	10
2.3.3.3. Erreflektibitate termikoa.....	11
2.3.4. PASSIVHAUS IRIZPIDEAK	11
2.3.4.1. Isolamendu termikoa.....	11
2.3.4.2. Zubi termikoak ezabatzea.....	12
2.3.4.3. Ezaugarri altuko leiho eta atek	13
2.3.4.4. Hermetikotasuna.....	14
2.3.4.5. Bero-berreskuratze bidezko aireztapen mekanikoa.....	15
2.3.4.6. Passivhaus irizpideen zenbakizko balioak.....	16
2.3.5. ENERGIA IRABAZI ETA GALEREN EREDUA.....	16
3. HELBURUAK ETA IRISMENA	18
4. LANAREN ONURAK.....	19
5. METODOLOGIA.....	20
5.1. PASSIVE HOUSE ETXEBIZITZAK: OINARRIZKO ANALISIA, KONTZEPTUAK ETA MUGAK	20
5.2. DATU-BASEEN ANALISIA.....	21
5.2.1. PASSIVE HOUSE COMPONENT DATU-BASEAREN ANALISIA.....	22

5.2.2. PASSIVE HOUSE DATABASE DATU-BASEAREN ANALISIA.....	27
5.2.3. DATU-BASEEN ELKARKETA	28
5.3. ETXEBIZITZEN ENERGIA KONTSUMOA.....	29
6. EMAITZAK.....	31
6.1. PASSIVE HOUSE COMPONENT DATU-BASEKO ENPRESA FABRIKATZAILEAK.....	31
6.2. LEIHOEN FABRIKATZAILEAK.....	41
6.3. ERAIKINEN ENERGIA KONTSUMOA.....	44
6.3.1. ARAUDIA.....	44
6.3.2. ENERGIA PARAMETROAK.....	45
6.3.3. ENERGIA FAKTOREEN ARAUTZEA PASSIVHAUS ESTANDARREAN ETA IKASKETAKO EUROPAKO HERRIALDEETAN.....	46
6.3.4. ZONA KLIMATIKOAK ETA GRADU-EGUN BEREIZKETA	48
6.3.5. ERAIKINEN INGURATZAILEAREN ZEHARREKO BAIMENDUTAKO ENERGIA-GALERA MAXIMOA HARMONIZATZEKO PROPOSATURIKO METODOA.....	52
7. ZEREGINEN DESKRIBAPENA - GANTT.....	54
8. AURREKONTUA.....	56
9. ONDORIOAK ETA IRADOKIZUNAK.....	58
10. ERREFERENTZIA BIBLIOGRAFIKOAK.....	59
11. ERANSKINAK.....	61
11.1. ERAIKINEN EFIZIENTZIA ENERGETIKOAREN KALIFIKAZIOA	61
11.2. KONTZEPTUAK.....	64
11.2.1. LEIHOAK.....	64
11.2.1.1. Leihoen U_w balioa.....	64
11.2.1.2. Eguzki-beroaren irabazia / Eguzki faktorea (g_w).....	65
11.2.1.3. Energia-balantzea	65
11.2.1.4. Leiho egokia etxe pasiboan.....	66
11.2.1.5. Kasu praktikoa: Kranichstein etxe pasiboa.....	66
11.2.1.6. Beirak.....	67
11.2.2. KONTSUMO ENERGETIKOAREN PARAMETROAK.....	71
11.2.2.1. Inguratzailearen transmisio termikoa	71
11.2.2.2. Trinkotasun faktorea.....	72
11.2.2.3. Barne-tenperatura.....	73

TAULEN AURKIBIDEA

1. TAULA - BOLUMEN BERDIN ETA FORMA EZBERDINETARAKO TRINKOTASUN BALIOAK	10
2. TAULA - BATEZBESTEKO ERREFLEKTIBITATEA MATERIALETAN	11
3. TAULA - HORMA ETA ERAIKUNTZA-SISTEMAK	34
4. TAULA - FATXADA-AINGURAKETAK.....	35
5. TAULA - SOLAIRU-LAUZAK.....	36
6. TAULA - TEILATU KARELAK	37
7. TAULA - KONBUSTIO-SISTEMAK.....	38
8. TAULA - BALKOI-KONEXIOAK	39
9. TAULA - ATIKOETAKO ESKAILERAK.....	40
10. TAULA - HERMETIKOTASUN SISTEMAK	40
11. TAULA - LEIHOEN FABRIKATZAILEAK	43
12. TAULA - IKASKETAKO HERRIALDEEN ARAUDI ALORRA. INFORMAZIO HAU EGILEAK BILDUTAKOA DA.....	44
13. TAULA - AZTERTUTAKO ARAUDIEN TRINKOTASUN FAKTOREAK ETA PENALIZAZIOAK ERAIKINEN ISOLAMENDUAN.....	45
14. TAULA - IKASKETAKO ESTANDARREK ZEHAZTEN DUTEN GELAKO TENPERATURA.....	46
15. TAULA - TRINKOTASUN FAKTOREA ETA INGURATZAILEAREN TRANSMISIO TERMIKOEN BALDINTZAK IKASKETAKO ARAUDIETAN.....	47
16. TAULA - TENPERATURA ARAUDIAK IKASKETAKO ESTANDARRETAN	48
17. TAULA - TRANSMISIO BALIOAK EBEO IKASKETAREN ZONA KLIMATIKO BAKOITZEAN	49
18. TAULA - GRADU-EGUN BALIOEN ALDARUNTZA ZONA KLIMATIKO BAKOITZEKO IKASKETAKO HERRIALDEETAN	50
19. TAULA - ARAUDI DESBERDINEK ZEHAZTURIKO TRANSMISIO BALIO LIMITEEN KONPARAKETA ITXITURA MOTA BAKOITZERAKO.....	51
20. TAULA - BATEZBESTEKO TRANSMISIO LIMITE BALIOAK GRADU-EGUN TARTE ANTZEKO DUTEN ZONA KLIMATIKOENTZAT.....	52
21. TAULA - BARNE-ORDUEN AURREKONTUA	56
22. TAULA - AMORTIZAZIOEN AURREKONTUA.....	56
23. TAULA - GASTUEN AURREKONTUA	56
24. TAULA - AURREKONTUAREN LABURPENA.....	57
25. TAULA - ETXEBIZITZEN KALIFIKAZIOA	63

IRUDIEN AURKIBIDEA

1. IRUDIA - EGUZKIAK JARRAITUTAKO IBILBIDEAREN ESKEMA ABENDUAREN 21EKO (NEGUBURUA) EGUERDIAN.....	2
2. IRUDIA - EGUZKIAK JARRAITUTAKO IBILBIDEAREN ESKEMA EKAINAREN 21EKO (UDABURUA) EGUERDIAN.....	2
3. IRUDIA - MEGARON GREKOA: JATORRIZKO PLANTA ETA SEKZIOAK ETA SOKRATESEK PROPOSATUTAKOAK.....	3
4. IRUDIA - NZEB, 2010/31/UE DIREKTIBA.....	6
5. IRUDIA - PASSIVE HOUSE-REN LOGOTIPO ESTANDARRA.....	7
6. IRUDIA - EFFINERGIE-REN LOGOTIPO ESTANDARRA.....	7
7. IRUDIA - CASA CLIMA-REN LOGOTIPO ESTANDARRA.....	7
8. IRUDIA - MINERGIE-ECO-REN LOGOTIPO ESTANDARRA.....	7
9. IRUDIA - KAFE-MAKINA ETA TERMOA.....	8
10. IRUDIA - PEP PASSIVHAUS ERAIKUNTZA PLATAFORMA.....	9
11. IRUDIA - EGUZKI-ANGELUAK.....	10
12. IRUDIA - EGUZKIAREN ORIENTAZIOA.....	10
13. IRUDIA - PASSIVHAUS ISOLAMENDU TERMIKOAREN IRIZPIDEA.....	12
14. IRUDIA - PASSIVHAUS ZUBI TERMIKO GABEZIAREN IRIZPIDEA.....	13
15. IRUDIA - PASSIVHAUS KALITATE ALTUKO LEIHO ETA ATEEN IRIZPIDEA.....	14
16. IRUDIA - PASSIVHAUS HERMETIKOTASUN IRIZPIDEA.....	14
17. IRUDIA - AIREZTAPEN-SISTEMA.....	16
18. IRUDIA - PASSIVHAUS PLANNING PACKAGE.....	17
19. IRUDIA - PASSIVE HOUSE OSAGAIEN DATU-BASEA.....	22
20. IRUDIA - HORMA ETA ERAIKUNTZA-SISTEMEN DATU-BASEA.....	24
21. IRUDIA - PASSIVE HOUSE INSTITUTE LEIHOEN DATU-BASEA.....	27
22. IRUDIA - PASSIVE HOUSE ETXE ERREALEN DATU-BASEA.....	28
23. IRUDIA - HOZTE ETA BEROKETA GRADU-EGUNAK EUROPAN, TOINARRIA=18,5°C.....	50
24. IRUDIA - ETIKETA ENERGETIKOA.....	61
25. IRUDIA - ERAIKINEN EFIZIENTZIA ENERGETIKOA.....	61
26. IRUDIA - LEIHOEN U _w BALIOA.....	64
27. IRUDIA - LEIHOEN ERTZAREN GARRANTZIA.....	65
28. IRUDIA - ENERGIA-BALANTZEA.....	66
29. IRUDIA - KRANICHSTEINEKO ETXE PASIBOAREN TENPERATURA ETA DENBORAREN ARTEKO DIAGRAMA.....	67
30. IRUDIA - BEIRA KONBINAZIOAK ETA DAGOZKIEN BALIOAK.....	69
31. IRUDIA - BEIRADURA HIRUKOITZA MARKO ISOLATZAILEAN.....	69
32. IRUDIA - LEIHO PASIBOAREN BARNE-GAINAZALA.....	70
33. IRUDIA - PANEL BIKOIZDUN LEIHO ZAHARRA.....	70
34. IRUDIA - PANEL BIKOIZDUN EMISIBITATE BAXUKO BEIRADURA.....	70
35. IRUDIA - MARKO ISOLATZAILEDUN LEIHOAK.....	71

GRAFIKOEN AURKIBIDEA

1. GRAFIKOA - HORMA ETA ERAIKUNTZA-SISTEMA OSAGIAK HERRIALDEKO.....	34
2. GRAFIKOA - FATXADA-AINGURAKETEN FABRIKATZAILEAK HERRIALDEKA.....	36
3. GRAFIKOA - SOLAIRU-LAUZEN FABRIKATZAILEAK HERRIALDEKA.....	37
4. GRAFIKOA - TEILATU KARELEN FABRIKATZAILEAK HERRIALDEKA	38
5. GRAFIKOA - ATIKOETAKO ESKAILEREN FABRIKATZAILEAK HERRIALDEKA.....	40
6. GRAFIKOA - HERMETIKOTASUN SISTEMEN FABRIKATZAILEAK HERRIALDEKA	41
7. GRAFIKOA - LEIHOEN FABRIKATZAILEAK HERRIALDEKA.....	43

SIGLA ETA AKRONIMOEN ZERRENDA

CDD: Cooling Degree Days

DIN: Deutsches Institut für Normung (Estandarizazio Institutu Alemaniarra)

EB: Europar Batasuna

EPBD: Energy Performance of Buildings Directive

HDD: Heating Degree Days

ICF: Insulating Concrete Form

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

IECC: International Energy Conservation Code

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

ISO: International Organization for Standardization

nZEB: nearly Zero Energy Building

PEP: Plataforma de Edificación Passivhaus (Passivhaus Eraikuntza Plataforma)

PHPP: PassivHaus Planning Package

PPD: Percentage of People Dissatisfied

PVC: Polyvinyl chloride (Polibinil kloruro)

RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (España)

U: Transmittantzia termikoa

UK: United Kingdom (Erresuma Batua)

WER: Window Energy Rating

1. SARRERA

Industria Antolakuntzaren Ingeniaritza Graduaren laugarren mailako ikaslea izanik eta Gradu Amaierako Lana egiteko xedearekin, Enpresen Antolakuntzako Sailarekin batera Passive House etxebizitzari buruzko lan hau garatu da.

Lanari hasiera emateko lehendabizi testuinguruan sartzea beharrezkoa izan da gaiaren aurrekariak eta gaurkotasuna aztertuz (2.). Gizartean sortutiko eraikuntzaren inguruko berrikuntzen ikuspegi berriari esker, energia kontsumo ia nuluko eraikinen (nZEB) definizioa garatu da (2.2.1.). Definizio hau betetzen duen eta are zorrotzagoa den Passivhaus estandar alemaniarrean zentratu delarik ikerketa lana (2.3.). Etxebizitza mota hauek hainbat onura dakartzate klima mota eta tipologia ezberdineko eraikinetan, eraikuntza jasangarriaren etorkizuna direlarik. Onura hauek esparru sozial, ekonomiko eta ingurumenean islatzen dira. Ikuspuntu sozialetik, Passive House etxebizitza mota hauek etxebizitza konbentzionalekin lortu ezin daitekeen ongizatea eta bizi kalitatea ematen dute; isolamendu termiko eta hermetikotasunari esker, konfort bai termiko zein akustiko ezin hobea lortzea ahalbidetzen baitute. Ingurumen ikuspuntutik, eraikin mota hauek berotze globalaren kausa diren CO₂ isurpenak nabarmenki murrizten dituzte. Eta ikuspuntu ekonomikoari dagokionez, eraikitze mota honek aurrezte handia dakar urteko energia kontsumoaren gastuan (4.).

Jarraian, lanaren helburua finkatu da: Passive House metodologiaren arabera eraikitzen diren etxebizitzaren inguruan sakontzea. Eta aldi berean, Passive House eraikinen bizitza erabilgarrian zehar erabilitako materialak eta hauen eraikuntza metodoak hobeto ezagutzea, halaber, etxebizitza mota hauen kontsumo energetikoaren inguruan sakonduz (3.). Ondoren, helburu hauek lortzeko metodologia azaldu da (5.). Honela, Passive House etxebizitzak eraikitze osagaien fabrikatzaileak nortzuk diren aztertu da bi datu-baseekin lan eginez (5.2.). Bestetik, eraikinen kontsumo energetikoa murrizteko xedea izanda eta ahalik eta kalifikazio efizienteena lortzea bilatuz, eraikuntzako kontsumo energetikoa kalkulatzeko metodoa ikertu da (5.3.).

Azterketa burutzearekin batera hainbat zenbakizko emaitza lortu dira, dagozkien taula eta grafikoak eratuz (6.). Emaitza hauekin, ondorioak atera dira (9.). Alde batetik, Alemaniako herrialdeak gainontzeko herrialdeekin alderatuz Passivhaus estandarrean duen abantaila ondorioztatu da. Eta bestetik, eraikinen kontsumo energetikoari dagokionez, Europako lau herrialde (Alemania, Espainia, Frantzia eta Erresuma Batua) ikertu dira eta hauek sailkatzen dituzten zona klimatiko desberdinak ikusi dira. Herrialde bakoitzak eraikuntzako kontsumo energetikoaren kalkulua egiteko irizpide ezberdinak dituela aztertu da, eta honen aurrean herrialdeek eraikinen kontsumo energetikoa baloratzeko orduan herrialdeen arteko harmonizazio falta bat dagoela ikusi da Direktibak balio kuantitatiboak eskatzen ez baititu.

2. TESTUINGURUA

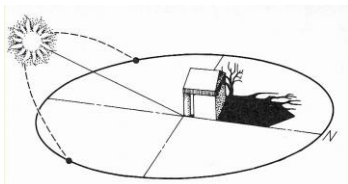
2.1. AURREKARIAK

[1] Suaren aurkikuntzak gizakien bizitzaren bilakaera erabat aldatu zuen. Sua izanda, ez zen beharrezkoa kobetan geratzea babesa sentitzeko, eta honela, sua, bizitza sozialaren fokua bilakatu zen. Zereginik arruntenak burutzeko eta bizitza soziala aurrera eramateko, etxebizitzaren kontzeptua behar zen. Gaur eguneko "etxebizitza" kontzeptua, gizakiak naturan erakutsi duen garapenaren bilakaera logikoaren eta hobekuntza jarraituaren ondorio besterik ez da. Izan ere, sua, bero- iturria eta babesa ematen duen erreminta naturala, mantendu beharra zegoen eta egun bezala garai horretan ere konforta bilatzen zenez, honek etxeen agerpena ekarri zuen. Denborarekin aurrerapen teknologiko handiak lortu dira, nahiz eta helburua berdina izaten jarraitzen duen, ongizatea lortzea alegia.

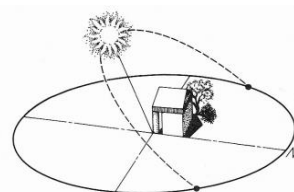
Historian zehar etxebizitzaren bilakaera progresiboa eta irregularra izan da, hauxe, kokaturik dagoen ingurune sozioekonomikoa, teknologia garapen eta egoera geografikoaren menpe dagoelarik. Horregatik, egun, tipologia desberdinetako etxebizitzak daude, tokiko garapen teknologikoetara moldatuz, diseinu estrategia eta proiektu ezberdinak erabiliz eraiki direnak. Jarraian konkretuki etxebizitza pasiboaren bilakaera aztertuko da.

Gottfried Semper arkitektoak etxola primitiboaren jatorriaren ikerketa egin zuen, oinarria, erosotasun baldintza minimoak betetzeko erreminten beharra zegoela zen. Alde batetik, etxebizitza kontzeptuaren zimenduak diren erremintak definitzen dira: horma, sabaia eta zorua. Horma, haizetik babesteko elementu bezala definitzen da, txirikordatutako ehunaz egina barnealdean osasungarritasuna bermatzen duena. Sabaia, eguraldi txarretik babesteko eta zorua, kota zerotik pixka bat altxatuz, euri pilaketaz eta hezetasunaz babesteko. Eta beste aldetik, etxea erreminta bezala definitzen da, elementu nagusia eta konfort iturria dena.

Arkitektura pasiboa, definizioz, ingurune baldintza klimatikoetara egokitzen dena da, Antzinarotik existitzen delarik. Izan ere, eguzki-arkitektura grekoak, urtaro ezberdinen eguzki posizio aldaketan oinarritzen zen. Bazekiten neguan eguzkiak arku baxu bat eratzen zuela (1. Irudia) eta udan aldiz, buruen gainetik nahiko altu pasatzen zela (2. Irudia).

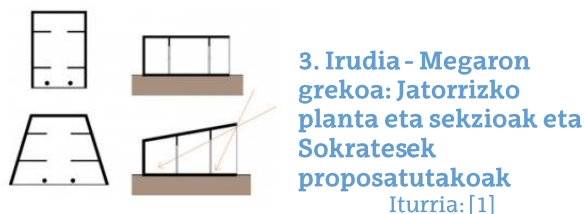


1. Irudia - Eguzkiak jarraitutako ibilbidearen eskema abenduaren 21eko (neguburua) eguerdian
Iturria: [1]



2. Irudia - Eguzkiak jarraitutako ibilbidearen eskema ekainaren 21eko (udaburua) eguerdian
Iturria: [1]

Socrates izan zen arkitektura pasiboaren inguruan lehena idaztean. Etxe grekoa oinarritzat hartuz, Megaron izenekoa diseinatu zuen, plantari forma trapezoidala eman eta arkupean hegalei esker, neguan eguzki-energia gehiago hartzea lortzen zen eta udan, konfort termikoa mantentzea (3. irudia).



Sokratesek arkitektura pasiboa termino hauekin azaldu zuen:

Hegoaldeari begira orientatuta dagoen etxean, neguan Eguzkia portikotik sartzen da, eta udan aldiz eguzki arkuak teilatuaren gainaldetik doa, itzala dagoelarik.

Geroxeago Roman, baliabide naturalen gehiegizko ustiapenagatik sortutako erregai eskasia zegoenez, eguzki teknika grekoa hartu zen, inperioko klima ezberdinetara egokituz. Marco Vitruviok ondorengoa idatzi zuen:

Gure etxeen diseinuak egokiak izatea nahi baldin badugu, gogoan hartu behar den lehenengo gauza hauek eraiki egingo diren herrialde eta klimak dira. Etxe mota zehatz bat egokia izango da Egipton, beste bat Espainian... beste ezberdin bat Roman eta honela, hurrenez hurren, ezaugarri desberdinen lur eta herrialdeetan. Honen arrazoia, Lurraren eta eguzki ibilbidearen arteko distantzia da, izan ere, lurraren zati bat justu eguzki ibilbidearen behealdean kokatuta dago, baina, beste zati bat honekiko oso urrun eta beste bat aurreko bien tartean... Agerikoa da etxeen diseinuen klimaren aniztasunera egokitu behar direla.

1990.urtean Bo Adamsonek hainbat etxebizitza tradizional txinatar "Passive Houses" bezala katalogatu zituen, eguzki eta hozte-sistema naturalari lehentasuna ematen zion diseinua baitzuten. Ideia honekin, proiektu eta eraikitze sistema mota hauek Europako arkitekturara eraman nahian, "Passive Houses" garapenerako proiektua burutu zuen, estandarrari hasiera eman ziona.

Klimatologia hotz eta baliabide urriko tokietan, denboraren poderioz eraikitzeko trebetasun handia lortu zuten, lehengaien ustiapen arduratsua eramanez eta hauek ahalik eta gehien optimizatuz. Honen adibide da Islandiak egurrarekin izan dituen historiako aldi ezberdinak. Erdi Aroan, islandiar herria estalki berdeak erabiltzen hasi zen barneko tenperatura erregulatzeko, konturatu baitziren landare lurrak izugarritzko ahalmen isolatzailea zuela. Hauxe, harrizko horma lodiekin konbinatu zuten, etxebizitzaren portaera energetiko bikaina lortuz.

XVII eta XVIII. mendeetan gehiegizko baso-soiltzearen erruz, Europak egurraren krisia jaso zuen. Honen aurrean, ikatz meatzaritzaren bidez ordezeko erregaia garatu zen, baina, herrialde guztiek ez zuten baliabide hau. Honi aurre egiteko, ikatzik ez zuten herrialdeek, hala nola, Islandiaren kasua, denbora laburrean isolamendu handiko etxebizitzak garatu zituzten, egurraren

errendimendua optimizatuz eta etxebizitzaren erabileran bertan sortutako beroa aprobetxatuz.

XX. mendean zehar Nazioarteko Estiloa jarraitu nahi zenez, alde batera utzi zen tokiko osagai energetikoen diseinua. Honenbestez, eraikin garaikideak parametro estetiko, funtzional eta ekonomikoak jarraituz gauzatu dira, lekuko klimak kontuan izan gabe.

1970.urteko hamarkadako petrolio krisiarekin batera, eraikuntzako ingurumen-alderdien inguruan kezkak berpizten hasi ziren. Krisi energetikoaren testuinguru honetan, jada Historian zehar gertatu izana den bezala, arkitektura pasiboaren ikerkuntzan eta garapenean jartzen da fokua eta baita ere, eraikuntzaren eguzki-energiaren probetxuan.

Zerbait aldatu behar delakoaren pentsamendu sozialaren aurrean, hainbat hamarkadetan zehar funtzionatu izan duten prozedurak zalantzan jartzen dira. Aurretik konpondu gabe geratu diren ingurugiro-krisiak eta fosil baliabide energetikoak agortzeko beldurra direla eta, mendekotasun energetikoa eta ingurumen-inpaktua murrizteko asmoz, neurriak hartzea beharrezkoa izan da.

2.2. GAURKOTASUNA

Egun, klima-aldaketaren inguruko kezka gero eta handiagoa da. Hala erakutsi da, Klima Aldaketari Buruzko Gobernu Arteko Taldearen (ingelesezko *IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change*) IV. Txostenean. Zeinetan, %90eko probabilitatearekin balioetsi den Lurraren berotzearen zergatia giza jarduerak eragindako karbono dioxidoen isurketak direla, hauek energia fosilen kontsumoarekin estuki loturik daudelarik. [1]

Europar Batasunean (EB), eraikitze, mantentze-lan eta eraikinen erabilpenerako behar den energia, guztizko kontsumo energetikoaren % 40a da [1]. Honenbestez, eraikuntzako sektoreak garrantzi handia hartzen du klima-aldaketaren esparruan. Aipatzekoa da ere, eraikuntza sektoreko kontsumo energetiko altuaren kezka, energia-iturri berriztaezinen eskasiaren testuinguruan ematen dela.

Azken urteetan, nagusiki berokuntzan eta hozketan kontsumitzen den energia, eta baita ere garbitzeko ur bero eta argiztapenean kontsumitzen den energia, eraikinen isurpenen erantzule nagusiak dira. Kontsumo hauek, karbono dioxido isurpen iturrien lehen postua betetzen dute, hauen atzetik, materialen erauzketa eta fabrikaziorako beharrezko energia, eta eraikinak eraikitze behar den energia datozelarik. [1]

2.2.1. ARAUDIA EUROPA MAILAN

Gaurkotasunean, herrialde gehienek energia aurrezteko efizientziaren hobekuntzan ari dira. EBak politika eta neurri legegileak garatu ditu, EBko kide diren herrialde guztiek politika energetikoaren inguruko helburu komunekin bat egiteko.

Eraikuntzaren arloan, EBak Eraikinen Efizientzia Energetikoaren Direktiba (ingelesezko *EPBD: Energy Performance of Buildings Directive*) egin zuen. Direktiba honen xedea eraikinen efizientzia energetikoa sustatzea da, kontuan hartuz kanpoaldeko baldintza klimatikoak, barnealdeko ingurune-baldintzak eta kostu-efikazia erlazioa.

Jatorrizko Direktiba 2002/91/CE da. 2003ko urtarrilaren 4an jarri zen indarrean eta Europar Batasuneko kideak ziren estatuek bete behar izan zuten beranduen jota 2006ko urtarrilaren 4rako. Kyotoko protokoloan inspiratua izan zen, 2010ean Europar Batasuna CO₂-en isurketak % 8an murriztera konprometitzen zuena, 1990eko balioen azpitik %5,2. [2]

2002/91/CE Direktiba prozesu legegile luze baten ondoren moldatua izan zen, 2008 eta 2010. urteen artean garatua izan zena. Horren emaitza 2010eko maiatzaren 19ko Europar Parlamentu eta Kontseiluko 2010/31/UE Direktiba izan zen, eraikinen efizientzia energetikoari buruzkoa. Testu berrituak kontzeptu berri bat sortzen du: "Kontsumo Energetiko Ia Nuluko Eraikinak" (ingelesezko *nearly Zero Energy Building (nZEB)*). Energia Kontsumo Ia Nuluko Eraikina honela definitzen da:

Energia kontsumo ia nuluko eraikina, efizientzia energetiko maila altua duen eraikina da. Eraikinak behar duen energia kantitate ia nulua edo oso baxua, in situ edo inguruan ekoiztutako iturri berriztagarri bidezko energiarekin lortu beharko da. [3]

Eta aipatutako 2010/31/UE Europako Direktiban eraikinek bete behar dituzten baldintzak ezartzen dira:

Europar eraikitako eraikin publiko orok, 2018ko abenduaren 31tik aurrera, "nearly zero energy buildings" (nZEB) izan behar dira. Titulartasun pribatuko eraikinen kasurako, data-muga 2020ko abenduaren 31a izango da. EBeko estatu kideek eraikin mota hauek sustatzeko planak aurkeztu beharko dituzte.

Honela, Europako herrialde bakoitzak eraikitze araudi ofizial bat xedatzen du, zeinetan eraikuntzaren energia efizientzia lortzeko baldintza minimoak zehazten diren, eskakizun hauek ezberdinak izango direlarik kasuko joera politiko eta sozialaren arabera. Araudi hau eraikinaren erabilpenaren zeharreko kontsumo energetikoaren kontrolean zentratzen da, eta era laburragoan, jasangarritasunaren inguruko aspektuak ere adierazten dira.

Araudi hauen arazoa denborarekin aldatzen den sistema politikoen mendekotasunean dago eta baita ere industria-eraikuntzan, presioa eragiten baitute honen idazketan.

Europar Batasuneko konpromiso alorrean, arestian aipatutako Europako Parlamentuaren 2010/31/UE Direktibak efizientzia energetikoa hobetzeko arau zorrotzagoak ezarri ditu [3]. Direktiba honetan "energia ia nulua" kontzeptua zehazten da erreferentzia izango dena etxe-berrien eraikuntzetan. Honela, 2007ko Europako Kontseiluan (European Council) 20/20/20 helburua xedatzen da, oinarrian 2020.urterako ondorengoak bete behar direla adierazten duena:

1. Berotegi-efektuko gas isurketak % 20an murriztea.
2. Efizientzia energetiko altuagoaren bidez, kontsumo energetikoaren % 20ko aurrezteak.
3. Energia berriztagarriak % 20ra igotzea.

Herrialde bakoitzak nZEB kontzeptua bere Plan Nazionalen deskribatzen du eta ondoren, Europako Batzordeak Plan Nazional bakoitza ebaluatzen du. Egun, kontzeptu hau garapen betean dago Europa mailan, gutxi gorabehera herrialdeen erdiek kontzeptua jada definitu dutelarik, eta gainontzekoak garapen fasean daudelarik. [4]

Dagoeneko asko dira, bai profesionalak eta bai administrazioa, konturatu direnak metodo eraikitzaile hau eraikuntzako energia kontsumoaren arazoari aurre egiteko erantzuna dela. Hori dela eta, hainbat ekimen daude Europa osoan, bai pribatuak zein publikoak, helburutzat nZEBko definizioa betetzea dutenak.

Hala ere, definizioak ez du zehazten nola lor daitekeen eraikin ia nulua helburua, eta beraz, eskualde edo herrialde bakoitzak bere definizio propioa garatu beharko du, bertako klimaren funtzioan.

Eskakizun hauen aurrean, Europa Batasunean eraikuntza pasiboaren inguruko hainbat estandar garatzen dira, energia ia nuluko eraikinetara heltzeko xedearekin.



4. Irudia - NZEB, 2010/31/UE Direktiba Iturria: Google Irudiak

2.2.2. ERAIKUNTZARAKO ESTANDAR ZERTIFIKATUAK

Eraikuntzarako estandarrek eskari eta kontsumo energetikoen kontrola aurrera eramateko prozedurak zehazten dituzte. Hiru alderdi hartzen dira kontuan estandar hauen baldintzak planteatzeko [1]:

1. Baldintza energetiko minimoak: Hala nola, kontsumoa edota berokuntza eta hozketaren eskaria mugatzea.
2. Ebazpide teknikoaren multzoa: Finkatutako baldintza energetikoak lortzeko eraikitze ebazpide zehatzak.
3. Kalkulurako erremintak: Dagokion estandarren software espezifikoak, baldintza energetikoak egiaztatzea ahalbidetzen duena.

Hainbat estandar daude eraikuntzan, ezagunenak ondorengoak direlarik:

1. Passivhaus: Eraikuntza estandar alemaniarra.
2. Effinergie: Passivhaus-ren frantses aldaera.
3. CasaClima: Passivhaus-ren italiar aldaera.
4. Minergie-ECO: Kontsumo nuludun eraikinen suitzar estandarra.



5. Irudia – Passive House-ren logotipo estandarra

Iturria: Google Irudiak



6. Irudia – Effinergie-ren logotipo estandarra

Iturria: Google Irudiak



7. Irudia - CasaClima-ren logotipo estandarra

Iturria: Google Irudiak



8. Irudia - Minergie-ECO-ren logotipo estandarra

Iturria: Google Irudiak

2.3. PASSIVHAUS ESTANDARRA

2.3.1. DEFINIZIOA

Aipaturiko estandarren artean, Passivhaus Estandarra da gailentzen dena eta ikerketa-lana zehazki honetan zentratuko da. Esan behar da alemanierazko Passivhaus terminoa, ingelesezko Passive House izenarekin ezaguna, edota euskarazko etxe pasibo kontzeptuarekin adierazten dela.

Passivhaus eraikuntzarako estandar bat da, zeina arkitektura jasangarrian oinarritzen den, hau da, eraikina energetikoki efizientea, barne-konfort handikoa, ekonomikoki arrazoizkoa eta ekologikoa izatea bilatzen da. Alderdi hauek aldi berean lantzen dira Passivhaus etxe bat proiektatzen denean. [5]

Passivhaus terminoa marka edo ziurtagiri energetikoa izateaz gain, edozein eraikuntzan aplikatu daitezkeen nazioarteko eraikitze kontzeptua da. Jadanik 20 urte baino gehiagoko esperientzia darama eta 25.000 eraikin baino gehiago eraiki dira emaitza bikainak lortuz. Estandarra, energetikoki efizientea, errentagarria, eroso, arrazoizkoa eta jasangarria da guztiz.

Etxe pasiboen helburu nagusia, energia-kontsumo baxua izanik barnealdeko konfort maila altua lortzea da, betiere energia aurreztuz. Passivhausen diseinuak neguan energia eta argi naturalaren aprobetxamendua baimentzen du eta udan, eguzki-intzidentziaren minimizazioa bilatzen da.

Gainera, girotze-termikoaren ezaugarri tekniko bikainen esker, neguan xurgatutako beroa mantentzea ahalbidetzen du eta udan bero hau disipatzen da.

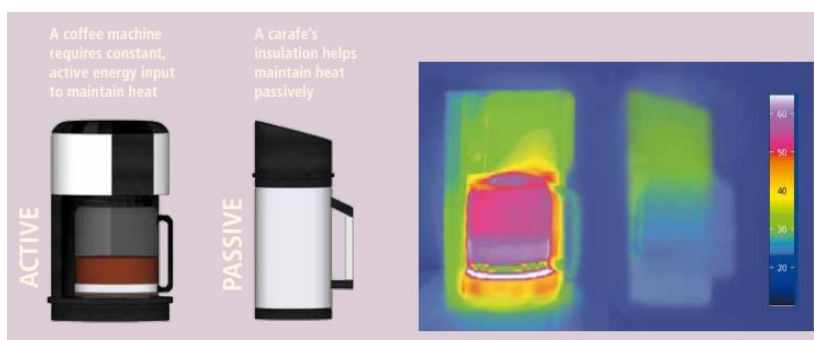
Aipatu den bezala, Europako 2010/31/UE Direktiba energia-kontsumo ia nuluko eraikinen efizientzia energetikoaren nondik norakoak zehazten du. Honi esker, Passivhaus estandarra, ingurugiroa zaintzen duen, osasuntsua, eroso eta jasangarria den eraikitze-eredu bilakatu da.

2.3.2. ETXE PASIBOAK

Eraikin baten kostua aztertzerakoan, hura eraikitzeaz gain, etorkizunean gastuak eragingo dituzten bestelako parametroak ere kontutan hartu behar dira, hala nola, energia eskakizunak eta bizitza erabilgarriaren mantentzea. Eraikuntza orok isolamendu ona duen ingurutzailerik ona izan behar du, nahi ez diren aire-sartzerik gabekoa eta zubi termikorik gabe. Horregatik, giza-ekalan agorrezina den eguzki-energiatik baliatuz etxe pasiboen diseinua egiten da, ekonomia eta eraikuntzaren arteko oreka lortuz. Ideia sinplea da: babes-ingurutzailerik ona eta eraikinetan pilatutako eguzki-beroaren ustiapen egokia. [6]

Etxe pasiboen oinarria eraikinen energia-eskakizuna ahalik eta gehien gutxitzea da, aldezturik proiektuaren diseinu eta kalkulua zorrotzasunez eginez, kalkulaturiko balio teorikoei, eraikina eraikitzean lortutako balio errealekin bat egingo dutelakoaren bermea izateko. Etxe pasiboaren kontzeptua, prozedura bat jarraituz, ahalik eta energia kantitate minimoena kontsumitzeko eraikitzea du helburu. Prozedura, bai diseinuan zein egikaritzean, jarraitzen diren urratsen sekuentzia da, konfort termikoa lortuz energia-eskari oso baxuekin.

Etxe pasiboen funtzionamenduaren ideia bat egiteko, kafe-makina eta termoaren adibideekin aldera daiteke, 9. Irudia ikus daitekeen bezala. Kafe-makinak beroa mantentzen du erresistentzia elektrikoaren bidez, **PRINTZIPIO AKTIBOA** izanik, eta termoak bere isolamendu termikoaren ezaugarriari esker lortzen du beroa mantentzea, **PRINTZIPIO PASIBOA** izanik.



9. Irudia - Kafe-makina eta termoa

Iturria: Passive House Institute

Etxe pasiboa, bere bizitza erabilgarrian energia-eskari baxua lortzeko eraikitze-metodori hoberena da. Baina hala ere, helburua benetako jasangarritasuna lortzea izanik, bestelako irizpide batzuk hartu behar dira kontutan ere: transformazio prozesuan zeharreko energia eta baliabideen kontsumoa, eraikitze materialen garraioa eta jartzea, berreskuratzeko gaitasuna,

alderdi sozial eta politikoak eta abar. Horretarako Passivhaus eraikuntzarako plataforma sortu da, PEP (Plataforma de Edificación Passivhaus) Espainian zehar eraikuntza prozedura honen inguruko informazioa emateaz gain, etxe pasiboen bestelako informazio eta aktibitateak biltzen ditu, Darmstadt-eko (Alemania) Passive House Institute-rekin elkarlanean. [7]



10. Irdia - PEP Passivhaus Eraikuntza Plataforma

Iturria: PEP Plataforma

Etxe Pasiboa eraikuntzako energia efizientedun estandar lider mundiala da. Eraikuntza berrien estandar konbentzionalekin alderatuz, % 80ko energia aurrezten da berokuntzan. Berokuntzarako beharrezko energia 10 KWh/(m²a)-etik 20 KWh/(m²a)-ra bitartean dago, honenbestez, hilero 10-20 € bitarteko kostu baxua dakar. Guztiz efizienteak diren osagaiak eta abangoardiako aireztapen-sistema erabiliz, izugarrizko energia eta kostu aurrezpenak lortzen dira, eta gainera, etxearen erosotasuna hobetzen da. [8]

Etxe pasiboaren kontzeptua, eraikuntza errentagarria, kalitate altukoa, osasuntsua eta jasangarria eraikitzeko ikuspuntu integrala du.

Etxe hermetikoetan, berotzeko eta hozteko beharrezko energia txikiagoa izango da, beraz, aireztapen mekanikoa bai klima hotzetan zein epeletan funtzionatuko du. Aireztapen mekaniko hau lortzeko hasierako inbertsio-kostu altuak behar dira, baina, efizienteki diseinatzen badira, nabarmenki jaitsiko ditu energia kostuak, hasierako inbertsioa errekuiperatuz.

Aire freskoa edonola gelara sartzen da. Masa-fluxua handitu gabe, birzirkulazio airerik gabe, zaratarik gabe eta aire korronterik gabe aire freskoa erabili ahalko balitz berokuntza karga betetzeko, aireztapena bigarren aldiz amortizatuko litzateke. Aire fresko bidezko berokuntza kontzeptua etxe pasiboetako goi-isolatze termikoetan soilik lor daiteke. Baldintza ondorengoa da: berokuntza karga maximoa 10 W/m² baino baxuagoa izatea, aire freskoak honela bero-karga eramanez. [9]

Etxe pasiboak goi diseinu eta osagaiak behar dituzte eta horretarako neurri pasibo eta irizpide batzuk jarraitzea beharrezkoa da, ondoren azalduko den bezala.

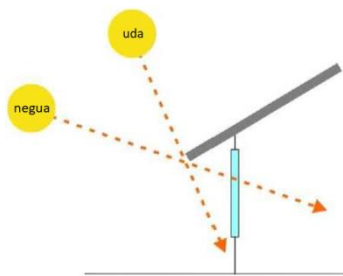
2.3.3. NEURRI PASIBOAK PASSIVHAUS ARKITEKTURAN

Eraikinen diseinu pasiboa erabakigarria da Passivhaus estandarrak zehaztutako parametroak lortzeko. Horretarako, beharrezkoa da zehaztea eraikin pasiboen diseinuan kontuan izan behar diren irizpideak: eguzki-orientazio eta erradiazioa eraikinen inguratzaileen gainean, eraikinaren trinkotasuna eta erreflektibitate termikoa.

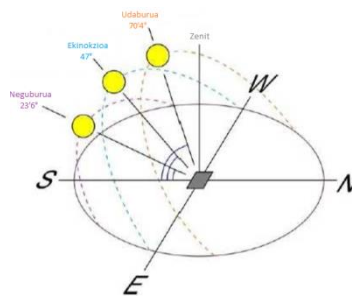
2.3.3.1. Eguzki- orientazio eta erradiazioa eraikinen inguratzaileen gainean

Eguzki-energiak garrantzia handia du Passivhausaren diseinuan, ahal bada, Hego orientazioa eta itzalak dira kontuan izan beharreko irizpideak (12. Irudia).

Udan itzala nahi izango da eta neguan, aldiz, eguzkia, beraz, angelu horien funtziopean (11. Irudia) teiltatu-hegal, eguzki plakak eta abarren posizionamendua zehaztuko da. Azken finean energia iturri nagusiaren (Eguzkia) aprobe txamendu optimoa da bilatzen dena.



12. Irudia - Eguzkiaren orientazioa
Iturria: [10]





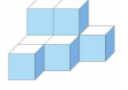

11. Irudia - Eguzki-angeluak
Iturria: [10]

2.3.3.2. Eraikinaren trinkotasuna

Trinkotasuna, inguratzailearen azaleraren eta horrek hartzen duen bolumenaren arteko erlazio bezala definitzen da.

$$Trinkotasuna = \frac{Azalera}{Bolumena} = \frac{m^2}{m^3}$$

Eraikina zenbat eta trinkoagoa izan, txikiagoak izango dira inguratzailearen bidezko energia-galerak eta beraz, portaera termiko hobetuegia izango du. 1. Taula, bolumen berdinerako eta konfigurazio bolumetriko desberdinetarako lortzen diren trinkotasun balio ezberdinak adierazten dira.

	Azalera	Bolumena	Azalera/Bolumena
	24 unitate ²	8 unitate ³	3/ unitate
	28 unitate ²	8 unitate ³	3.5/ unitate
	30 unitate ²	8 unitate ³	3.75/ unitate
	34 unitate ²	8 unitate ³	4.25/ unitate

1. Taula - Bolumen berdin eta forma ezberdinetarako trinkotasun balioak
Iturria: [11] - Egileak moldatua

Hala ere, trinkotasuna ez da helburu bezala hartu behar baizik eta diseinu arkitektonikoan izan beharreko beste kontsiderazio bat baino.

2.3.3.3. Erreflektibitate termikoa

Udako eguzki erradiazioaren xurgapena, gehienbat klima epeletan, fatxadan material erreflektiboak erabiliz erregula daiteke. Erreflektibitatea eta absorbitatea materialen bi propietate dira zeinen baturak unitatea ematen duen.

$$\text{Erreflektibitatea} + \text{Absortibitatea} = 1$$

Etxe pasiboen diseinuan material islatzaileak erabiltzea aukera ona da, baina, hiri-ingurunean eragozpenak ekar ditzakete, eragindako itsualdi eta distirengatik.

Hurrengo taulan zenbait material bere erreflektibitatearekin erlazionatuta ageri dira:

Materiala	Erreflektibitatea	Materiala	Erreflektibitatea
Kobre leuna	0,82	Zuhaitz hosto berdeak	0,21 – 0,29
Aluminio leuna	0,8	Altzairu zimurtsua	0,25
Zink zuria	0,78	Teila gorri zeramikoa	0,25
Elur garbia	0,65 – 0,8	Bituminosa xafla	0,18
Altzairu galbanizatua	0,62	Arbela	0,12
Marmol zuria	0,54	Asfaltoa	0,07

2. Taula - Batezbesteko erreflektibitatea materialetan

Iturria: [11] - Egileak moldatua

2.3.4. PASSIVHAUS IRIZPIDEAK

Passivhaus zertifikazioa lortzeko jarraitu beharreko bost baldintza edo irizpide garrantzitsu zehazten dira, hauek oinarri bezala itxituren bidez energia-galeren minimizazioa dutelarik. Ondorengoak dira bete beharreko baldintzak:

- Isolamendu termikoa
- Zubi termikoak ezabatzea
- Ezaugarri altuko leiho eta atearak
- Hermetikotasuna
- Bero-berreskuratze bidezko aireztapen mekanikoa

2.3.4.1 Isolamendu termikoa

Etxebizitzetako energia-kontsumoa murriztu nahi bada, isolamendu termikoa funtsezkoa da. Etxebizitza isolatzeko hobekuntzek % 30-40 bitarteko energia eta dirua aurrezten laguntzen dute. Isolamendu termikoaren (kanpoko itxitura opakoen eta kristalezko itxituren) kantitateak eta kalitateak etxebizitzaren energia-kalitatea zehaztuko dute. [14]

Isolamendu egokia izateko, inguratzaile termiko on bat beharrezkoa da, ohiko inguratzaileen lodiera bikoiztuz edota hirukoiztuz, kasuan kasu.

Isolamendu termikoari esker, energia aurreztuko da etxebizitzan hotza eta beroa galtzea murrizten baita, eta ondorioz, gelak hoztu edo berotzeko energia gutxiago behar izango da, energia-fakturan dirua aurrezteko delarik. Gainera, energia-kontsumoa murrizten duenez, berotegi-efektuko gasen isurketak ere murrizten ditu, ingurumena babestuz. Termikoki ondo isolatuta dagoen etxebizitzak, kondentsazio arriskuak kendu eta ezaugarri termikoak hobetuko ditu, etxebizitza babestuz.

Isolamendu termikoa eraikinaren barnealdea kanpoko klimatik babesteko balio du. Nabarmena da horretarako kanpo- eta barne- temperaturen gradientea existitu behar dela eta zenbat eta diferentzia handiagoa izan orduan eta handiagoa izango da isolamenduaren eraginkortasuna.

Transmitantzia termikoaren bidez kuantifikatzen da isolamendu termikoa, W/m^2K -etan. Honela, $0,15 W/m^2K$ -ko isolamendua, $0,15 W$ pasatzen utziko ditu $1 m^2$ -ko azaleran, barne eta kanpoko tenperatura diferentzia $1 K$ -ekoa delarik. [11]

Passivhaus Institutuak *errotuladorearen erregela* definitu du. Proiektuaren teknika honetan, oinarriaren eta sekzioen planoetan, inguratzailearen isolamenduaren gainean lerro jarraitua marraztu behar da, lodiera berekoa. Lerroak, isolamenduaren jarraipena eta zubi termiko posibleak identifikatzen laguntzen du, inguratzailearen portaera homogeneoa bermatuz. [12]



13. Irudia - Passivhaus isolamendu termikoaren irizpidea

Iturria: Energiehaus Edificios Pasivos

2.3.4.2. Zubi termikoak ezabatzea

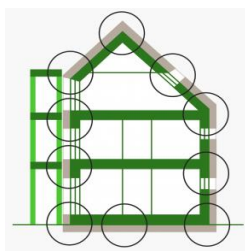
Plano edo eraikuntza elementu ezberdinak bat egiten duten puntuetan, eraikinaren inguratzailea ahultzen da, eta puntu kritiko horietan energia-fluxua beste puntuetan baino handiagoa da, hauxe izanik zubi termikoen definizioa. Zubi termikoak puntualak edo linealak izan daitezke, eraikinen efizientzia energetikoan linealak direlarik eragin gehien dituztenak. Zubi termikoak honela sailka daitezke:

1. Konstruktiboak: Inguratzailearen elementuen lodiera aldaketei esker sortzen direnak.
2. Geometrikoak: Inguratzailearen elementuen izkinetan sortzen direnak.
3. Material aldaketagatik: Dagoen inguratzaile elementuaren materialaren baino konduktibitate handiagoko materiala agertzen denean sortzen da.

Passivhaus Institutuak zubi termikoak tratatzeko ondorengo estrategia hauek planteatzen ditu:

1. Saihestea: Isolamendu termiko jarraitu bat sortzea (errotuladorearen erregela).
2. Sartzea: Jarraipena posiblea ez bada, etenaldietan transmitantzia termiko baxuko elementuak erabili.
3. Konektatzea: Ingurutzaileraren elementu konstruktibo ezberdinak konektatzea isolamendu termikoa moztu gabe.

Transmitantzia lineala $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ -ko balioa gainditzen ez badu, zubi termiko lineala existitzen ez dela kontsideratuko da. [11]



14. Irudia - Passivhaus zubi termiko gabeziaren irizpidea

Iturria: Energiehaus Edificios Pasivos

2.3.4.3. Ezaugarri altuko leiho eta atearak

Leihoa da eraikin edo etxebizitza baten ingurutzaileraren punturik ahulena, eta bertatik joaten dira energia-galerarik handienak. Leihoak berrituz eraikinaren energia-eskaria nabarmen hobetuko da eta, ondorioz, ekonomian eta energian aurrezteko modurik eraginkorrena da. Horretaz gain, etxebizitzaren erosotasun termikoan ere hobetzea lortzen da.

Estankotasun-juntura bikoitzak eta emisio baxuko beira bikoitz edota hirukoitzak erabiltzen dira ingurutzaileraren sekzio ahulenetan. Beira hauen ganberetan gas nobleak jartzen dira transmisio termikoen koefizienteak hobetzeko.

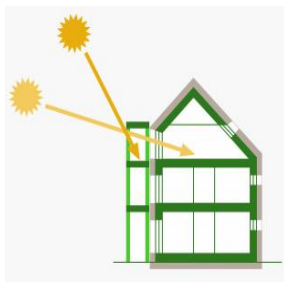
Passivhaus Institutuak kontrol irizpide zehatzak ezarri ditu [14]:

- Leihoen transmitantzia termikoa (beira eta arotzeria barne) $\leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ Europaren erdialdeko kliman. Beira bikoitz eta hirukoitzak erabiliz, emisibitate baxukoak, gas nobleekin beteak (argona, adibidez) eta ezaugarri altuko arotzeriarekin. Klima epelagoetan, posibleak dira transmitantzia handiagoak.
- Leihoen g eguzki faktorea, klima mota eta orientazioen menpe egongo da. Europaren erdialdeko klimetan gomendagarria da eguzki faktore altua, berokuntza eskari energetikoa minimizatzen. Klima epeletan, eguzki faktorea txikiagotuko da, orientazioen funtzioan geratuko delarik.

Leihoak isolamendu termikoaren berdinduta egon beharko dira, zubi termikoak ekidinez eta hermetikotasun altua izanik.

Sarrerako ateei dagokionez, leihoek bezala, $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ -ko transmitantzia termikoa izango dute Europaren erdialdeko kliman, eta altuagoa klima epeletan. Sarrerako ateen erronkarik handiena, estandarrak eskatzen duen hermetikotasunaren maila ($\leq 0,6/\text{h}$) lortzea izan da.

Ezaugarri termiko eta hermetikoak ziurtatzen duten leiho eta ate *Passivhaus*ak existitzen dira. Hala ere, eraikitzerako orduan ez da halabeharrezkoa elementu hauek egiaztatzea izatea, ezaugarri antzekodun elementuekin ekoiztea nahikoa delarik.



15. Irudia - *Passivhaus* kalitate altuko leiho eta ateen irizpidea

Iturria: Energiehaus Edificios Pasivos

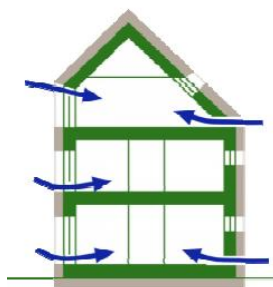
2.3.4.4. Hermetikotasuna

Nahi izango ez diren aire infiltrazioak antzematea eta honen aurrean jarduteko plana zehaztu behar da, ahalik eta hermetikoen izan dadin. Honela, eraikinaren berokuntza bero-berreskurapendun aireztapen mekanikoaren bidez funtzionatuko du, inolako beste sistemen behar izanik gabe.

Beharrezkoa da eraikinaren hermetikotasuna ziurtatzea nahi ez diren bero-galerak ekiditeko, hain zuzen, neguan kanporanzko aire bero fluxu galera izatea eta udan, barruranzko aire bero fluxua izatea ekidin behar da.

Ikuspuntu energetikotik, hermetikotasun altua izateak efektu positiboa du, gainera aire-korronteen deserosotasuna saihesten du eta kondentsazio arriskuak gutxitu.

Passivhaus ziurtagiria lortzeko, ingurutzaileren hermetikotasuna $0,6$ aire berritze orduko baino gutxiago izan behar du. [14]



16. Irudia - *Passivhaus* hermetikotasun irizpidea

Iturria: Energiehaus Edificios Pasivos

2.3.4.5. Bero-berreskuratze bidezko aireztapen mekanikoa

Berreskuragailua gakoa da eraikin pasibo baten funtzionamenduan: barneko aireak garraiatzen duen beroa hartzen du eta kanpotik hartzen den airera ematen dio, aldeztatik iragazita eta higiene-baldintza bikainetan.

Aireztapenaren funtzioa, eraikinen barne-airearen kalitatea bermatzea da, giza gorputzak sortutako ur lurrina, giza aktibitatearen usainak, CO₂-a eta bestelako gas kaltegarriak eraziz.

Edozein eraikuntza berritan, aire-bolumen trukaketa jarraitua behar da, urtarorik hotzenean ere, hori, sistema mekaniko batekin soilik lor daiteke funtsezkoa dena etxe pasiboan barne-aire kalitate altuena lortzeko.

Aireztapen sistemak honela sailkatzen dira:

- Aireztapen naturala:

Klima epeletako Passivhausetan erabiltzen dena. Gurutzatua edota geruzatua (tenperatura bertikalen diferentziagatik) izan daiteke. Aireztapen gurutzatua, haizearen presio diferentzian oinarritzen da, eraikinaren fatxada batetik sartuz eta kontrako fatxadatik ateraz. Oso eraginkorra da gune epeletan, zeintzuetan gauean tenperaturak jaisten diren eta ez hain eraginkorra gau epel eta aire hezea dutenetan. Aireztapen mota honen eragozpenak zarata, kontaminazioa, segurtasuna eta abar dira, kanpoko ingurunearekin kontaktu jarraian baitago.

- Aireztapen hibridoa:

Gela hezeetan kokatuta dauden haizagailuen bidez airea zirkulatzen da. Kanpoko airea barrura sartzen da aireztapen bitartez eta toki hezeetara pasatzen da zeinetatik aire biziaria ateratzen den. Sistema honen eragozpena energia-galera eta sor daitezkeen aire-korronte deserosoak.

- Bero-berreskuratze-dun aireztapena:

Bero-berreskuratzailerak fluxu bikoizdun aireztapen sistema erabiltzen du, bata ateratze sistemarekin eta bestea sartzearekin eta aire iragazkia du. Passivhaus estandarrek erabiltzen duen aireztapen sistema da. Ingurutzaileran hermetikotasun altua baimentzen du gainontzeko beste sistema biek alderatuta. Onuragarria da ondorengo kasuetan:

- Kanpoaldeko klima hotza edo oso beroa.
- Kanpoan zaratak.
- Kanpoaldeko kutsadura.

Passivhaus egiaztagiria duten bero-berreskuratzailerak erabiltzea gomendatzen da. Passivhausek egiaztatzen duen bero-berreskuratzaileraren errendimendu nominal minimoa % 75koa da, hauex % 90era hel daitekeelarik. [9]

Eraikinaren irizpideak egiaztatu egin beharko dira software honen bertsio eguneratuarekin. Proiektua martxan baldin bada eta programaren bertsio berri bat publikatzen bada, ez da beharrezkoa izango bertsio berrira datuen transferentzia egitea.

Osagaien baterakuntza optimoa lortzeko, eraikuntzaren oreka energetikoa lortu behar da. Urratsez urrats diseinu berriak eginez hobekuntzak lortuko dira, eta honela, etxe pasiboen estandarren zertifikazioa eskuratuko da.



18. Irudia - Passivhaus Planning Package

Iturria: Passive House Institute

3. HELBURUAK ETA IRISMENA

Energia kontsumo ia nuluko eraikinen definiziotik abiatuz, hots, efizientzia energetiko eta konfort maila altua dutenak, Passive House metodologiaren arabera eraikitzen diren etxebizitzetarako buruz sakontzea da lan honen helburu nagusia. Honekin batera, lanaren berariazko helburua Passive House eraikinen bizitza erabilgarrian zehar erabilitako materialak eta hauen eraikuntza metodoak hobeto ezagutzea da eta baita ere, etxebizitza mota hauen kontsumo energetikoaren inguruan sakontzea.

Aipaturiko helburu hau lortzeko, hurrengoko bi azpi-helburu jorratuko dira:

- ✓ Lehenik eta behin, Passive House etxebizitza mota hauek eraikitzeko osagaien fabrikatzaileak nortzuk diren aztertuko da.
- ✓ Bigarrenik, bereziki eraikinen kontsumo energetikoa murrizteko xedea izanda eta ahalik eta kalifikazio efizienteena lortzea bilatuz, eraikuntzako kontsumo energetikoa kalkulatzeko metodoa ikertuko da.

Bi azpi-helburu hauek jorratu ahal izateko, lehendabizi, kontsumo energetiko ia nuludun eraikinen (nZEB) esanahia aztertuko da, 2010/31/UE Direktiban agertzen den bezala. Gainera, Passivhaus eraikitze estandarrean sakonduko da eta honek ezartzen dituen baldintzetan. Izan ere, estandar honek nZEB eraikinak baino irizpide zorrotzagoak betetzera derrigortzen du.

Fabrikatzaileen azpi-helburua garatzeko, Passivhaus estandarraren arloan garrantzitsuenak diren bi datu-baseetan oinarrituko da analisia. Datu-base bakoitzaren fabrikatzaile nagusiak ezagutaraziko dira, honen ostean berauen arteko bateratze-lana egiteko xedearekin. Horrez gain, eraikinen osagaien analisi espezifikoak egingo da, bereziki leihoetan zentratuz. Gauzak horrela, leihoekin erlasionaturik dauden hainbat kontzeptu garatuko dira, hala nola, U balioaren kalkulua, eguzki-bero irabazia, bero-galerak eta energia-balantzea. Etxe pasiboetan leiho egokia izateko bete behar den adierazpena eta leihoetako beira-konfigurazio aukera desberdinak ere azalduko dira. Behin leihoetan murgilduta, hauen fabrikatzaileak aztertuko dira, bereziki kokapen geografikoari garrantzia emanaz. Honela Passivhaus estandarraren jatorria eta egun dauden ekoizleen arteko erlazioa lortzeko asmoz.

Kontsumo energetikoaren azpi-helburuari dagokionez, Europako lau herrialde ikertuko dira: Alemania, Espainia, Frantzia eta Erresuma Batua eta hauek sailkatzen dituzten zona klimatiko desberdinak ikusiko dira. Herrialde bakoitzak eraikuntzako kontsumo energetikoaren kalkulua egiteko irizpide ezberdinak dituela aztertuko da, eta honen aurrean metodo komun bat bilatuko da.

4. LANAREN ONURAK

Arestian esan bezala, energia kontsumo ia nuluko eraikinek helburutzat dute efizientzia energetiko eta konfort maila altua lortzea, energia kontsumo oso baxua izateaz gain, energia honen gehiengoa in situ edo inguruko energia-iturri berriztagarrietatik datorrelarik.

Ikus daitekeenez, eraikuntzaren inguruko berrikuntzen ikuspegi berriak, eta zehazki, aurretik azaldutako nZEB eraikinek, hainbat onura dakartzate klima mota eta tipologia ezberdineko eraikinetan, eraikuntza jasangarriaren etorkizuna direlarik. Onura hauek hainbat esparrutan islatzen dira.

- ✓ Onura sozialak
- ✓ Ingurumen-onurak
- ✓ Onura ekonomikoak

Lehenago azaldu bezala, ikerketa-lan honek Passivhaus Estandarra hartzen du oinarri bezala. Honela, ikuspuntu sozialetik, etxebizitza mota hauek etxebizitza konbentzionalekin lortu ezin daitekeen ongizatea eta bizi kalitatea ematen dute. Etxebizitza hauen isolamendu termiko eta hermetikotasunari esker, konfort bai termiko zein akustiko ezin hobea lortzea ahalbidetzen dute eta baita airearen kalitate ere.

Modu honetan, etxebizitzaren barne-tenperatura (21 °C) beti konstante mantentzen da, urtaroa edozein delarik ere. Gainera, leihoak ez direnez irekitzen, airea bero-trukagailu baten bidez sartzen da barnealdera. Trukagailu honek iragazki batzuk ditu, zomorroak eta bestelako zikinkeriak sartzea ekiditen dutenak.

Ingurumen ikuspuntutik, eraikin mota hauek berotze globalaren kausa diren CO₂ isurpenak nabarmenki murrizten dituzte. Honez gain, eraikuntzarako, mantentze-lanetarako eta eraikinen erabilerarako beharrezkoa den energia gutxitzea lortzen da, Europar Batasunean % 40ko energia kontsumoa suposatzen duena. [3]

Ikuspuntu ekonomikoari dagokionez, eraikitze mota honek aurrezte handia dakar urteko energia kontsumoaren gastuan. Etxebizitza konbentzional batekin alderatuz, Etxe Pasibo bat eraikitzeak % 5 eta % 10 bitarteko gain-kostua duela balioesten da, 1000-1200 €/m²-ko inguru, hain zuzen. Gain-kostu hau, 5 eta 10 urte bitarteko tartean amortizatzen da, izan ere, energia aurrezteak % 80koa izatera hel daiteke, ohiko etxebizitza batekin konparatuz. [20]

Azken finean, energia-iturri orok eragina du ingurumenean. Honenbestez, inpaktu hori murrizteko lehendabiziko urratsa energiaren kontsumo efizientea egitea da. Hau da, energiari garbiena kontsumitzea ez dena da.

5. METODOLOGIA

Atal honetan lana garatzeko jarraitutako metodologia azaltzen da, eginbeharrekoen deskribapenak eta prozedurak laburbiltzen direlarik beti ere lanaren helburuetan ardaztuta: etxe pasiboen bizitza erabilgarrian erabiltzen diren materialak ezagutzeko eta eraikitzea ulertzea; etxebizitza mota hauek eraikitze osagaien analisi espezifikoak egitea, bereziki leihuetan zentratuz eta honekin lotuta hainbat kontzeptu garatuz; osagaien fabrikatzaileak nortzuk diren eta haien nazionalitatea aztertzea; eta eraikuntzan kontsumo energetikoa kalkulatzeko metodoa ikertzea, alegia.

Ikerketaren metodologia hiru atal nagusietan garatuko da: Passive House etxebizitzari buruzko analisi, kontzeptu eta mugen sintesia ([5.1. Passive House etxebizitzak: oinarritzeko analisi, kontzeptuak eta mugak](#) atala), datu-baseen analisi ([5.2. Datu-baseen analisi](#) atala) eta eraikinen energia kontsumoa ([5.3. Etxebizitzaren energia kontsumoa](#) atala).

5.1. PASSIVE HOUSE ETXEBIZITZAK: OINARRIZKO ANALISIA, KONTZEPTUAK ETA MUGAK

Aipatutako helburu hauek lortzeko lehenik eta behin literature review bat garatu da testuinguruan eta artearen egoeran kokatzeko, gehien bat Europako araudian eta Passivhaus estandarrean zentratuz. Horretarako, eraikinen kontsumo energetikoren inguruan zehaztapenak ematen duen 2010/31/UE Direktiba analizatu da. Direktiba honetan, kontsumo energetikoa ia nulua duten eraikinen (nearly Zero Energy Building) kontzeptua definitzen da (ikusi [2.2.1. Araudia Europa mailan](#) atala). Eraikiko diren etxebizitza berriek, kontzeptu hau jarraitu beharko dute, eta hala izan beharko da 2020. urterako. Hala ere, definizioa guztiz deskriptiboa da eta ez du zehazten kontsumo energetikoan bete beharreko balio konkreturik. Honen aurrean, Europa mailan nZEB definizioa oinarritzat hartuz hainbat estandar garatu direla ikertu da, kontsumo energetikoaren inguruan bete beharreko baldintza zehatzak ezarriz. Eraikitze estandar ohikoenak Passivhaus (Alemania), Effinergie (Frantzia), CasaClima (Italia) eta Minergie-ECO (Suitza) direla ikusi da (ikusi [2.2.2. Eraikuntzarako estandar zertifikatuak](#) atala).

Ikusitako estandarren artean, Passivhaus Estandarra da gailentzen dena eta ikerketa-lana zehazki honetan zentratu da. Beraz, eraikina energetikoki efizientea, barne-konfort handikoa, ekonomikoki arrazoizkoa eta ekologikoa izatea oinarria duen Passive House terminoa definitu da ([2.3.1. Definizioa](#) atala). Jarraian, etxe pasiboaren esanahian murgilduz: eguzki-energiak baliatuz eraikinen energia-eskaria ahalik eta baxuena izatea bilatzen duten etxeak. Kontzeptuaren definizioan aktiboa eta pasiboa ezberdintzeko adibidea ematen da. Aktiboa, erresistentzia elektrikoaren bidez beroa mantentzen duen kafe-makinaren kasua izango litzateke, eta pasiboa, aldiz, isolamendu termikoari esker beroa mantentzea lortzen duen termoaren kasua. Honela, etxe pasiboa eraikitze, etxebizitzak isolamendu termiko bikainak izatea bilatuko da, konfort termikoa lortzeko (ikusi [2.3.2. Etxe pasiboak](#) atala). Ondoren, passivhaus arkitekuran kontsideratu behar diren neurri pasiboak azaldu dira (ikusi [2.3.3. Neurri pasiboak passivhaus arkitekuran](#) atala): lehenik, eraikin inguratzailearen gainean eguzkiak duen orientazioa eta erradiazioa kontuan hartzea, bigarrenik,

eraikinaren trinkotasuna: ingurutzaillearen azaleraren eta horrek hartzen duen bolumenaren arteko erlazioa bezala definitzen dena, eta hirugarrenik, erreflektibitate termikoa. Passivhaus estandarrekin jarraituz, helburua energia kontsumoa murriztea denez, itxituren bidez sortzen diren galerak ahalik eta gehien minimizatu behar dira eta horretarako, bost printzipioetan oinarritzen dela ikusi da: Isolamendu termikoa ona izatea ingurutzaille termiko on baten laguntzaz, zubi termikoak ezabatzea, kalitate ezaugarri altuko leiho eta atek erabiltzea, hermetikotasuna izatea aire infiltrazioak ekidinez eta beroberreskuratze bidezko aireztapen mekanikoa. Passivhaus ziurtagiria lortzeko bai berokuntzako zein hozketako energia eskaria $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ balioaren berdina edo baxuagoa izan behar da. Gainera, berokuntza, hozte, ur-bero sanitario, etxeko elektrizitate eta elektrizitate osagarrientzako energia primarioaren eskariari dagokionez, $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ -ren berdina edota baxuagoa izan behar da, eta ingurutzaillearen hermetikotasuna 50 Pa-etan 0,6 aire berritze orduko baino gutxiago izan behar du (ikusi [2.3.4. Passivhaus irizpideak](#) atala). Eraikinen irizpideak betetzen direla egiaztatzeko PHPP *PassivHaus Planning Package* softwarea dago, energia irabazi eta galerak kalkulatzeko ahalbidetzen duena, kalkuluak Passivhaus estandarera doitu ahal izateko ([2.3.5. Energia irabazi eta galeren ereduak](#) atala).

Espainia mailan, eraikitze-eredu hau jarraitzeko Passivhaus Eraikuntza Plataforma (PEP) dagoela aurkitu da, zeinetan Alemaniako Passive House Instituterekin elkarlanean, aipatutako eraikuntza prozedura honen informazioa emateaz gain, etxe pasiboaren bestelako informazioa eta aktibitateak biltzen dituen.

Europako 2010/31/UE Direktibarekin lotuta, Europar Batasunak erabaki du etxe berri orok eraginkortasun energetikoa ziurtatzen duen energia-ziurtagiria izan beharko duela. Ziurtagiriak energia-eraginkortasuna ebaluatu eta letren bidez adierazten den kalifikazio bat ematen dio, A letratik (eraginkortasun handia) G letrara (eraginkortasun gutxiagokoa). Honela, Passive House etxebizitzetan ahalik eta efizientzia energetikorik handiena izatea bilatzen da. Kalifikazioa energetikoa egiteko hainbat adierazle hartzen dira kontutan, eta horixe azaltzen da eranskinen [11.1. Eraikinen efizientzia energetikoaren kalifikazioa](#) atalean. Eranskinen, indizeen kalkulua egiteko formulak azaltzen dira eta kalifikazio bakoitzaren indizeen balioen tarteak laburbiltzen dira.

Behin passive house etxebizitzaren sintesia bukatuta, bigarrenik, jarraian azalduko diren bi datu-baseen analisiari ekin zaio ([5.2. Datu-baseen analisisa](#) atala), eta honen ondoren, hirugarren fasea izango den etxebizitzaren kontsumo energetikoaren metodologia ([5.3. Etxebizitzaren energia kontsumoa](#) atala) ikertu da.

5.2. DATU-BASEEN ANALISIA

Jadanik energia kontsumo ia nuludun eraikinak definituta eta etxe pasiboak eraikitzeko Passivhaus estandarren inguruko zehaztapen guztiak izanda, lanaren fase berri bati ekin zaio. Honetan, Passive House osagaien ekoizleak nortzuk diren ikertzeko, bi datu-baseekin egin da lan. Bi datu-base hauek Passive House Institutuak bere web orrialdean eskuragarri ditu.

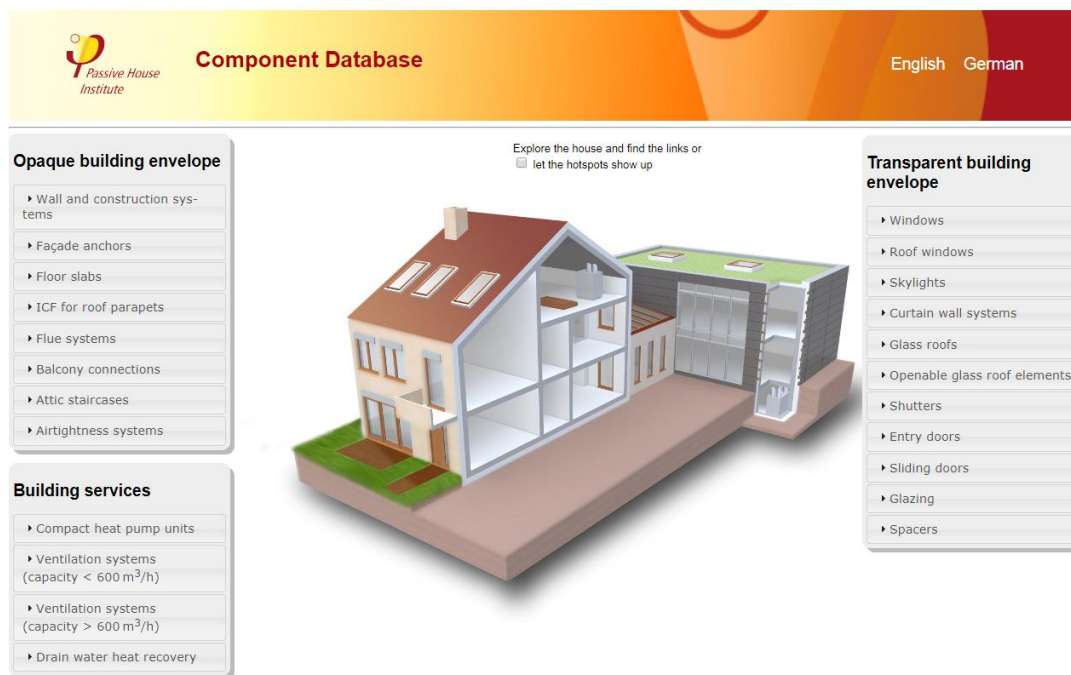
Aztertuko den lehen datu-basea, Passive House Component Database izenekoa da, zeinetan Passive House etxeak fabrikatzeko osagai ziurtatu guztiak biltzen dituen eta hauen inguruko informazio eta beharrezko zehaztapenak ematen dituen (ikusi [5.2.1. Passive House Component datu-basearen analisia](#) atala).

Bigarrenik analizatuko den datu-basea, Passive House Database da. Honetan, mundu mailan eraiki diren Passive House guztiak agertzen dira, bakoitzaren deskribapen eta ezaugarrien zenbakizko balioekin (ikusi [5.2.2. Passive House Database datu-basearen analisia](#) atala).

Helburua, bi datu-baseen arteko bateratze lana egitea da, Passive House osagaien enpresa fabrikatzaileen nazionalitatea zehazteko ([5.2.3. Datu-baseen elkarketa](#) atala).

5.2.1. PASSIVE HOUSE COMPONENT DATU-BASEAREN ANALISIA

Hasteko, lehenengoko datu-basearekin lanean hasi da, hain zuzen ere, *Passive House Component Database* izenekoa Passive House Institute-ko web orrian eskuragarri dagoena ondorengo helbide elektronikoan: <https://database.passivehouse.com/en/components/> [17]



19. Irudia - Passive House osagaien datu-basea
Iturria: Passive House Institute

Aipatu behar da, Passive House Institutuko webgune osoa ingelesez eta alemanieraz soilik dagoela eskuragarri, eta beraz, bai datu-basea erabiltzerakoan zein Passive House etxeei buruzko kontzeptuen azalpenak, deskribapenak eta zehaztapenen informazioa eskuratu denean, guztien itzulpena egin behar izan dela. Honenbestez, ingelesetik euskarara itzulpenak egiteko, Elhuyar Hiztegia, Euskalterm Terminologia Banku Publikoa eta Euskaltzaindiaren Hiztegiaren laguntzaz egin da.

19. Irudian, Passive House osagaien datu-basearen egitura ikusten da. Erreparatu daiteke nola Passive House etxebizitzetako osagaiak hiru multzo handitan sailkatzen diren: estalki opakua, estalki gardenak eta eraikuntzarako zerbitzuak, hurrenez hurren, honen deskribapena egin delarik multzo bakoitzaren barnean dauden osagaiak zehaztuz ([5.2.1.1. Osagaiak](#) atala).

5.2.1.1. OSAGIAK

Passive House etxe bat eraikitzeko orduan, aukeran dauden osagaiak desberdinak deskribatuko dira. Gauzak horrela, osagai hauek hiru multzo handitan banatzen dira Passive House Institutuko datu-basean: estalki opakua, estalki gardenak eta eraikuntzarako zerbitzuak. Ondoren, aipatutako multzo hauetan dauden osagaiak deskribatzen dira.

➤ Estalki opakua

Estalki opakodun multzoaren barnean, hormak dira garrantzi handiena hartzen duten elementuak, izan ere, etxeak egokiro isolatutako hormak izatea funtsezkoa du, beroa barruan mantentzea ahalbidetzen baitituzte eta, etxean bero denean, bero hori kanpoan geratzea. Fatxadaren ainguraketak, solairu-lauzak, teilatu karelak, konbustio-sistemak, balkoi-konexioak, atikoetako eskailerak eta hermetikotasun sistemak ere estalki opakua izango dira.

➤ Estalki gardenak

Estalki gardenak duten osagaien artean, leihoak dira nabarmentzen direnak. Eguzki-argia zuzenean jasotzen duten leihoek, bero-transmisio bidez galtzen duten energia baino eguzki-energia gehiago lortzen dute, beraz, etxea eraikitzeko orduan, eguzkiaren posizioa kontuan hartuko den ezaugarri bat izango da. Leihoak, hiru mota orokorretan bereizten dira, alde batetik, horma bertikaletan jartzen diren ohiko leihoak, bestetik, teilatu leihoak eta azkenik, sabai-leihoak. Elementu gardenen artean ere hurrengoak ditugu: beirazko teilatuak, teilatuan kokatzen diren eta ireki daitezkeen beirazko elementuak, leiho-saretak, sarrerako ateak, gidaridun ateak eta gortina-horma sistemak.

➤ Eraikuntzarako zerbitzuak

Eraikuntzarako erabiltzen diren zerbitzuak: bero-ponpa sistemak, isurbide uraren bero berreskurapena eta aireztatze-sistemak, azken hauek kapazitatearen arabera bi multzotan banatzen direlarik, 600 m³/h-ko kapazitatea baino gutxiago eta 600 m³/h-ko kapazitatea baino gehiago duten sistemak, hain zuzen ere.

5.2.1.2. ENPRESA FABRIKATZAILEAK

Behin datu-basean dauden osagaiak zeintzuk diren jakinda, Passive House Component Databaseko enpresa fabrikatzaileen [6.1. Passive House Component datu-baseko enpresa fabrikatzaileak](#) atala garatu da. Horretarako, datu-baseak eskaintzen dituen osagaien gelaxketara sartzen hasi da, banan-banan. Lehenik eta behin, estalki opakuen azterketara ekin zaio, datu-basearen "*Opaque building envelope*" izenburuarekin izendatzen dena, hain zuzen ere. Zerrenda honetan hainbat osagai daudela ikus daiteke: *Wall and construction systems* (horma eta

eraikuntza-sistemak), *façade anchors* (fatxada-ainguraketak), *floor slabs* (solairu-lauzak), *ICF for roof parapets* (teilatu karelak), *flue systems* (konbustio-sistemak), *balcony connections* (balkoi-konexioak), *attic staircases* (atikoetako eskailerak) eta azkenik, *airtightness systems* (hermetikotasun sistemak). Zerrendako lehendabiziko osagaia aukeratu da: *Wall and construction systems*, horma eta eraikuntza-sistemak, alegia. Hurrengo irudian (20. Irudia), osagai honen datu-basearen egitura ikus daiteke.

The screenshot shows the website of the Passive House Institute (Passivhaus Institut). The page displays search results for 'Wand- und Baustysteme' (Wall and Construction Systems). The table lists various products with their names, certification status, manufacturers, company locations, and construction types.

Produktname	Zert.	Hersteller	Firmensitz	Konstruktionsart
<input type="checkbox"/> A-Hus PASSIVE HOUSE SYSTEM	EN	A-hus AB	Schweden	Leichtbau
<input type="checkbox"/> ABC-TM-pGBS-1	EN	ABC Building Systems(China)Co.,Ltd	China	Stahlbau
<input type="checkbox"/> PAMAFlex Passivhaus-Detailset	DE	Alpha-Beton GmbH	Belgien	Massivbau in Fertigbauweise
<input type="checkbox"/> Beattie Passiv Holzbausystem	DE	Beattie Passive Build System Limited	UNITED KINGDOM	Leichtbau
<input type="checkbox"/> Braas Klima Comfort - Sanierung mit Kombidämmung	DE EN	Braas GmbH	Deutschland	EnerPHit Dämmsystem
<input type="checkbox"/> Braas Klima Comfort - Neubau Kombidämmung	DE EN	Braas GmbH	Deutschland	Holzleichtbau
<input type="checkbox"/> Braas Klima Comfort - Neubau Aufsparrendämmung	DE EN	Braas GmbH	Deutschland	EnerPHit Dämmsystem
<input type="checkbox"/> PassivHaus WDV-System	DE EN	Brillux GmbH & Co. KG	Deutschland	Massivbau
<input type="checkbox"/> DANWOOD PASSIVHAUS-BAUSYSTEM	DE	Budimex Danwood Sp. z o.o. Niederlassung Berlin	Deutschland	Leichtbau
<input type="checkbox"/> Build Smart	DE EN	Build Smart North America	UNITED STATES	Holzleichtbau

20. Irudia - Horma eta eraikuntza-sistemen datu-basea Iturria: Passive House Institute

Nahiz eta Passive House osagaien datu-basean ingelesezko hizkuntza aukeratu, gelaxka honetara sartzean, informazioa soilik alemaniarrez dago eskuragarri. Beraz, WordReference hiztegi elektronikoa eta Google Translateren laguntzaz, datu-baseko hitzak alemaniarretik gaztelerara itzuli dira kontzeptuak ulertu ahal izateko, eta ondoren, aurretik aipatutako euskarazko hiztegien laguntzaz, hauek euskaratu dira.

20. Irudian ikus daiteke horma eta eraikuntza-sistemen osagaien datu-basearen egitura nolakoa den. Taula baten bidez produktuen informazioa zehazten da, horretarako taula bost zutabe nagusitan antolatzen da: produktuaren izena, ziurtagiria, fabrikatzailearen izena, egoitza eta eraikuntza, hain zuzen ere. Datu hauek Excel orri batera eraman dira. Excel orrian, datuak gure nahietara moldatu dira taula berri bat eratuz. Izan ere, helburua fabrikatzaileen jatorria aztertzea denez, taula fabrikatzailearen zutabearen arabera ordenatu da alfabetikoki. Eta bestelako egitura eman zaio taulari, zutabeen ordena ondorengoan izanik ezkerretik eskumara: fabrikatzailearen izena,

produktuaren izena, ziurtagiria, enpresaren egoitza eta eraikuntza mota. Honela, [3. Taula - Horma eta eraikuntza-sistemak](#) eratu da.

Horma eta eraikuntza-sistemen osagaiekin bukatutakoan, datu-basearen hasierako orrira bueltatu da, eta *Opaque building envelope* menuaren barnean dagoen bigarrena hartu da: *Facade anchors*, fatxada-ainguraketak, hain zuzen ere. Horma eta eraikuntza-sistemen osagaiekin egindako prozedura bera jarraitu da: datuak Excel orrira pasatu dira, datuen berrantolaketa egin da eta euskaratu egin da, fatxada-ainguraketen taula berri bat osatuz ([4. Taula - Fatxada-ainguraketak](#)), aurrekoak duen bost zutabeetako egitura bera mantenduz.

Datu-basetik datuen hartze eta taulen eraketen prozedura hori jarraituz, estalki opakuetako gainontzeko osagaien taulak osatu dira, solairu-lauzak ([5. Taula - Solairu-lauzak](#)), teilatu karelak ([6. Taula - Teilatu karelak](#)), konbustio-sistemak ([7. Taula - Konbustio-sistemak](#)), balkoi-konexioak ([8. Taula - Balkoi-konexioak](#)), atikoetako eskailerak ([9. Taula - Atikoetako eskailerak](#)) eta hermetikotasun sistemak ([10. Taula - Hermetikotasun sistemak](#)), hain zuzen ere.

Estalki opakodunen osagaien taulak eratuta izanda, hauen azterketari ekin zaio. Osagai bakoitzean eskaintzen ziren produktu ezberdinen kopurua hartu eta hauek fabrikatzen dituzten enpresen kokapena ikusi da. Honela, herrialde bakoitzak osagai mota horietako ekoizpenean duten garrantzia aztertu da, dagozkien grafikoak eratuz. Beraz, estalki opaku bakoitza banan-banan aztertu ondoren, ikusi da nola Alemanian osagai guztiak fabrikatzen diren, konbustio-sistemen kasua salbu, hori Austrian bakarrik ekoizten baita. Preseski honek erakusten du Alemaniak abantaila handia duela Passive House etxebizitzak eraikitzeko orduan, elementu ia guztiak bere herrialdean bertan baititu, kanpoan erosi beharizanik gabe, denbora eta garraio kostuak aurrezten dutelarik.

Jarraian, datu-baseak eskaintzen duen *Transparent building envelope* atalaren analisiari ekin zaio, estalki gardenena, hain zuzen ere. Honetan, osagaien beste zerrenda bat dago: *windows* (leihoak), *roof windows* (teilatu leihoak), *skylights* (sabai-leihoak), *curtain wall systems* (gortina-horma sistemak), *glass roofs* (beirazko teilatuak), *openable glass roof elements* (teilatuan kokatzen diren eta ireki daitezkeen beirazko elementuak), *shutters* (leiho-saretak), *entry doors* (sarrerako ateak), *sliding doors* (gidaridun ateak), *glazing* (beiradura) eta azkenik, *spacers* (bereizgailuak).

Estalki gardenen osagaien multzoaren dimentsioa nahiko handia dela ikusita, erabaki bat hartu behar izan da. Izan ere, estalki gardenen multzoa aurretik aipatutako hamaika osagaiekin eraturik dago, osagai bakoitzaren barnean erreferentzia kopuru handiarekin. Beraz, nahiz eta hasiera batean erreferentzia guztien analisisa egiteko ideia eduki den, horrek zeraman gehiegizko denbora ikusita, multzoaren osagai bakar bat aukeratu behar zelakoaren konklusiora iritsi da. Honen aurrean, elementu bakarraren aukeraketa egin beharra zegoen. Osagai gardenak osatzen duten zerrenda berrirakurrituz, erabakia hartua zegoen: leihoak. Izan ere, Passive House batetan osagai gardenen artean elementurik garrantzitsuenak leihoak dira, hemendik sartzen eta metatzen baita eguzki-energiaren gehiengoa. Ondorioz, osagai gardenen artean leihoen datu-basea aztertzea erabaki da.

5.2.1.3. LEIHOAK

Osagai gardenen artean leihoen datu-basea aztertzeari ekin baino lehen ikusi da beharrezkoa zela leihoen inguruko ideia eta kontzeptu batzuk ezagutzea. Beraz, atal honetan leihoei buruzko sarrera bat eman da eta eranskinetako [11.2.1. Leihoak](#) atalean leihoen inguruko ondorengoak azaltzen dira: leihoen U_w balioa, eguzki faktorea (g_w), energia-balantzea, leiho egokia etxe pasiboan, Kranichstein etxe pasiboaren kasua eta beirak.

Etxearen leihoak aukeratzeko, lehenik eta behin eskaintzen diren aukera desberdinak ezagutu behar dira, dagokion egoerara hobekien egokitzen dena hautatzeko. Horma bertikaletan jartzen diren leihoak hainbat motakoak izan daitezke: leiho eragingarriak, aireztapenerako ireki daitezkeenak dira eta leiho mugiezina, aldiz, ireki ezin daitezkeenak.

Etxe pasiboetako leihoak, ohiko leihoak bezala, jardungo duten funtziorako egokiak izan behar dira. Funtziorik garrantzitsuena Passive House batetan, [erosotasunaren irizpidea](#) da, hau da, kontuan harturik leihoaren konexioetako zehaztasun guztiak, neguko "diseinu egun" batean leihoaren barne gainazaleko batez besteko tenperatura, ingurugiroko tenperatura baino 3 °C gutxiagoko diferentzia ez duela izan behar. Irizpide honen arabera, [U leiho balio](#) efektibo bat lortzen da klima-eremuk. Erdialdeko Europan, diseinu-tenperatura -10 °C-koa da, eta horregatik baldintza bezala, leiho efektiboaren U balioa ez da 0,8 W/(m²K)-etik gorakoa izan behar. [\[18\]](#)

Honenbestez, leiho pasiboak Europako ohiko leihoak baino ia bi aldiz hobeagoak dira. Erdialdeko Europako gau hotzetan, bero-galera txikiak direla eta, barne-geruzako tenperatura 17 °C-tik gora mantentzen da. Gainera, ingurugiroko tenperatura hotz horietan, leiho horiekin babestuta dauden pertsonen erosotasuna bikaina da ez baitago leihoaren "erradiazio hotzik" ezta aire hotzeko korrontea zoruan zehar.

Galera termikoak edo U balioa erabakigarriak dira leihoentzat. Balio hau markoaren, banatzailearen eta beiradurarekin aldatzen delarik.

5.2.1.4. DATU-BASEAREN LEIHOEN ANALISIA

Behin leihoen inguruko nozioak izanda, aurretik planifikatuta zegoen datu-baseko leihoen atalaren analisiarekin jarraitu da. Horretarako, Passive House Institutuak eskuragarri duen Component Databaseko Transparent building envelope menuaren *windows* atalean klikatu da ([21. Irudia](#)).

Component Database English German

Windows

Picture	Window type	Component name	Manufacturer	Material	U _w	Efficiency class	Climate zones
	Operable	106mm Wood Window	Wiescon Cedar Products Ltd.	Timber / Aluminium	0.80	phB	Cool, temperate
	Fixed	106mm Wood Window (fixed)	Wiescon Cedar Products Ltd.	Timber	0.78	phA	Cool, temperate
	Operable	106mm Wood-Alu Window	Wiescon Cedar Products Ltd.	Timber / Aluminium	0.80	phB	Cool, temperate
	Fixed	106mm Wood-Alu Window (fixed)	Wiescon Cedar Products Ltd.	Timber / Aluminium	0.79	phA	Cool, temperate
	Operable	82mm series RT 82H+	Kawneer	Aluminium	0.80	phB	Cool, temperate
	Operable	88 series side-hung window	LG Hausys (Tianjin) Co., Ltd.	PVC	0.80	phB	Cool, temperate
	Operable	90 mm ENERGYLINE HOLZ / ALU	Riche S. A.	Timber / Aluminium	0.79	phB	Cool, temperate
	Operable	A-84 PVC	Aluminios Cortizo S.A.U.	PVC	0.78	phB	Cool, temperate

21. Irudia - Passive House Institute leihoen datu-basea

Iturria: Passive House Institute

Datu-base honek zortzi zutabe nagusi ditu: leihorearen irudia, leiho mota, osagaiaren izena, fabrikatzailea, materiala, U_w balioa, eraginkortasun-maila eta klima gunea, hurrenez hurren. Honen egitura ikusita, antzeman daiteke nola fabrikatzaileen izenak laugarren zutabean dauden, baina, fabrikatzaile bakoitzak osagai bat baino gehiago ekoizten ditu eta beraz, bere izena errepikatuta agertzen da fabrikatzen duen produktu bakoitzerako zehaztuta baitago. Honen aurrean, lehenik eta behin laugarren zutabeko datu guztiak hartu dira, Excel orri batetan zerrenda berri bat eratuz. Jarraian, zerrenda alfabetikoki ordenatu da eta ondoren, enpresa fabrikatzaile errepikatuak ezabatu dira. Hauxe egiterakoan, enpresa fabrikatzaileen lagina 140 ekoizleetakoa geratu da. Honela, Passive House Institutuarekin lan egiten duten leihoen fabrikatzaileen zerrenda izatea lortu da eta hori izanda, bigarren datu-basearen analisiari ekin zaio.

5.2.2. PASSIVE HOUSE DATABASE DATU-BASEAREN ANALISIA

Bigarren datu-basearekin hasi da lanean, zeina eraiki diren Passive House errealean datu-basea den, ondorengo helbide elektronikoan eskuragarri: <https://passivhausprojekte.de/index.php?lang=en>. [19]

Tamaina handiko datu-basea da, zehazki 3988 etxe pasiboen datuak biltzen baititu, datuak hurrengokoak izanik: etxearen zenbaki identifikatzailea, ziurtagiria, tokoa, herrialdea, zona, eraikuntza, kanpo hormaren zehaztapenak, isolamendu lodiera zentimetrotan, erabiltzen den material isolatzailea, sotoaren sabaiaren ezaugarriak, teilatuarenak, leihoenak, leihoen fabrikatzaileak, leiho produktuak, beirak, ate nagusia, U-ren balioa kanpoko horman, U-ren balioa sotoaren sabaian, U-ren balioa teilatuan, leihorearen U_w balioa, U_g balioa, g balioa, ate nagusiaren U_d balioa, aireztapenaren zehaztapenak, aireztapen-sistemen fabrikatzaileak eta produktuak, berogailuak, ur beroa, hermetikotasuna, ekologia, berokuntza eskaria, berokuntza karga, energia primarioaren eskaria, eraikitze kostua, eraikuntza kostua eta azkenik, eraikitako urtea (22. Irudia).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
ID	FE	PLZ	PLACE	COUN	ARE	COMS	OUTER	ca	ISOLATI	BASEMENT	ROOF	WINDOW	WINDOW_MA	WINDOW_PRODUC	GLAZING	FRONT DOOR	U_OUT	U_BAS	U_ROO	Uc_VI	Ug_VI	q_WIN	q_WIN
1																							
2	Y	Y	Y	Y	21	158																	
3	2180	N	85661	g	1	197																	
4	3	N	85661	Habitagie	1	270																	
5	6	N	16359	Kortak	1	400																	

22. Irudia - Passive House etxe errearen datu-basea
Iturria: Passive House Institute

Datu-base hau aztertutakoan, leihoen fabrikatzaileen zutabearen datuak hartu dira zerrenda berri bat osatzeko helburuarekin. Lehenengo datu-basearekin egin den bezala, zerrenda alfabetikoki ordenatu da eta ondoren, enpresa fabrikatzaile errepikatuak ezabatu dira 260 enpresa ingururekin geratuz.

5.2.3. DATU-BASEEN ELKARKETA

Datu-base biekien lortutako zerrenda biak alderatu, eta biek amankomunean zituzten leiho fabrikatzaileen enpresen izenak lortu dira, Excelean zerrenda berri bat eratuz. Honela, lortutako enpresa fabrikatzaile nagusiak, Passive House Institutuarekin lan egiteaz gain etxe pasiboak eraikitzeke erabiltzen direnak dira.

Leihoen enpresa fabrikatzaileen izenak zerrendaturik izatean, Interneten banan-banan bakoitzaren bilaketak egin dira. Prozedura hurrengokoa izan da: Google bilatzailean enpresaren idatzi, enpresaren webgune ofizialarekin jo (batzuek zailtasun handiagoa eman dute, izen berarekin webgune bat baino gehiago baitaude). Behin webgunean egonda, ingelesezko hizkuntza aukeratu da, hori egiteko aukera egon denetan, eta besteetan, alemaniarrezko aukerarekin jarraitu behar izan da itzultzailearen laguntzaz. Menuan, enpresaren deskribapena ematen zuen gelaxka bilatzen da, bertan haren kokagunea aurkituz.

Bilaketa hauek egiterakoan, enpresa direktorio bat existitzen dela jakin izan da. Direktorio hau, enpresak bilatzeko software bat da, Kompass izenekoa, <https://es.kompass.com/> helbidean eskuragarri [21]. Honen laguntzaz, enpresen bilaketa errazagoa egin da, izan ere, bilatzaile honetan enpresaren izena sartuz, enpresari buruzko hainbat datu itzultzen ditu. Beraz, Google bilatzailearen laguntzaz aurretik egindako bilaketak, enpresa direktorio honekin ere egin dira lortutako Passive House osagaien enpresa fabrikatzaileen webguneak eta kokapen geografikoak zuzenak zirela egiaztatzeke, eta direktorio honekin jarraitu da lanean. Honela, **11. Taula - Leihoen fabrikatzaileak** eratu da, hiru zutabez osatua:

enpresa fabrikatzailearen izena, webgunearen helbidea eta kokatzen den herrialdearen izena.

5.3. ETXEBIZITZEN ENERGIA KONTSUMOA

Etxe pasiboen inguruan, Europako legediak ez du jartzen baldintzarik, "20-20-20" helburua besterik ez: 2020.urterako eraikin berriek nZEB motakoak izatea, kontsumo energetikoaren eta CO₂ gas isurketen % 20ko murrizpena lortzea eta klima-aldaketarekiko prebentzioa. Helburu hori lortzeko, herrialde bakoitzak bere metodo propioa garatzen du; baina, herrialde bakoitzak ezaugarri klimatiko desberdinak dituzenez, oso zaila da guztiz berdinak diren bi herrialde aurkitzea. Honen aurrean, efizientzia energetikoaren irizpideak zehazteko arazoak sortzen dira, izan ere, ezin dira zehaztu herrialde guztietan bete beharreko balio zehatzak, egoera ezberdinetan baitaude. Honenbestez, herrialde bakoitzak definitzen dituen aldagaiak zehaztu beharko dira, eta honen arabera, bete beharreko irizpideak.

Gauzak horrela, arazo bat sortzen dela antzeman da. Izan ere, kontsumo energetikoa baloratzeko U balioa aztertzen da, baina, U balio hori ezin da konparatu herrialde ezberdinen artean, balio hori gune klimatikoaren arabera kalkulatu baita, eta gune klimatikoaren kalkuluan ez dago metodologia amankomunik. Ondorioz, Europar Batasuneko kide diren herrialdeen artean harmonizazio falta bat dagoela ikusi da energia efizientzien balioak zehazteko momentuan, eta honen arrazoia, Direktibak balio kuantitatiboak eskatzen ez dituela da. Beraz, eraikinen energia kontsumoa kalkulatzeko metodoa proposatuko da. [24]

Horretarako, ondorengo energia ikerlanak aztertu dira:

- ❖ Rodríguez-Soria, B., Domínguez-Hernández, J., Pérez-Bella, J. M., & del Coz-Díaz, J. J. (2014). *Review of international regulations governing the thermal insulation requirements of residential buildings and the harmonization of envelope energy loss*. Elsevier [24].
- ❖ Rodríguez-Soria, B., Domínguez-Hernández, J., Pérez-Bella, J. M., & del Coz-Díaz, J. J. (2015). *Quantitative analysis of the divergence in energy losses allowed through building envelopes*. Elsevier [25].
- ❖ Koçlar Oral, G., & Yilmaz, Z. (2002). *The limit U values for building envelope related to building form in temperate and cold climatic zones*. Elsevier [26].
- ❖ Mihai, M., Tanasiev, V., Dinca, C., Badea, A., & Vida, R. (2017). *Passive house analysis in terms of energy performance*. Elsevier [27].
- ❖ Schnieders, J., Feist, W., & Rongen, L. (2015). *Passive Houses for different climate zones*. Elsevier [28].

Aipatutako hauek analizatzerakoan, zerrendako lehenengo bien bateratze-lana egitea erabaki da eraikinen energiaren kontsumoaren inguruan informazio zehatzagoa eskaintzen baitute. Honela, eraikinen energia kontsumoaren kalkulua egiteko metodoa bilduko da ([6.3.5. Eraikinen inguratzailearen zeharreko baimendutako energia-galera maximoa harmonizatzeko proposaturiko metodoa](#) atala).

Efizientzia energetikoa definitzeko, instalazioen errendimendu energetikoa eta energia-galerak hartzen dira kontuan. Energia-galerak nagusiki ondorengo diseinu faktoreak baldintzatzen dute: inguratzailearen transmisio termikoa, trinkotasun faktorea eta barne-tenperatura (ikus eranskinetako [11.2.2. Kontsumo energetikoaren parametroak](#) atala). Aipatu diren hiru energia-faktore hauetarako, Europar Batasunak bizitegi-eraikinen kasurako bete behar diren baldintzak ezartzen ditu, Alemania, Frantzia, Erresuma Batua eta Espainiako kasuak aztertuko direlarik. Betebeharrak zehazterakoan herrialdeen artean sortzen diren desadostasunak eta desberdintasun-mailak azalduko dira. Eta bereziki, Passivhaus eraikitze estandarrak bete behar dituen baldintzekin alderatuko dira, guztia emaitzetako [6.3. Eraikinen energia kontsumoa](#) atalean garatzen delarik.

6. EMAITZAK

6.1. PASSIVE HOUSE COMPONENT DATU-BASEKO ENPRESA FABRIKATZAILEAK

Passive House bat eraikitzeko orduan, datu-basean eskaintzen diren produktuen artean behar izango diren materialak zehaztu beharko dira. Atal honetan, eskaintzen diren materialen jatorria aztertu da, enpresa fabrikatzaileen nazionalitatea, alegia. Azterketa hau egiteko, arestian azaldutako osagaien sailkapena ([5.2.1.1. Osagaiak](#) atala) jarraitu da [5.2.1.2. Enpresa fabrikatzaileak](#) atalean azaldu den bezala. Honela, hurrengo orrialdeetako taulak eratu dira: horma eta eraikuntza-sistemak, fatxada-ainguraketak, solairu lauzak, teilatu karelak, konbustio-sistemak, balkoi-konexioak, atikoetako eskailerak eta hermetikotasun sistemetako taulak, hain zuzen ere.

➤ [Horma eta eraikuntza-sistemak \[estalki opakuak\]](#)

Estalki opakoekin hasiz, horma eta eraikuntza-sistemekin 63 produktu eskaintzen dira [3. Taulan](#) zehazten den bezala.

Fabrikatzailea	Produktuaren izena	Ziurtagiria	Egoitza	Eraikuntza
ABC Building Systems(China)Co..Ltd	ABC-TM-pGBS-1	EN	Txina	Altzairua
A-hus AB	A-Hus PASSIVE HOUSE SYSTEM	EN	Suitza	Hormigoi arina
Alpha-Beton GmbH	PAM+C3:G53Aflex Passivhaus-Detailset	DE	Belgika	Aurrefabrikatua hormigoi-egituran
Beattie Passive Build System Limited	Beattie Passiv Holzbausystem	DE	Erresuma Batua	Hormigoi arina
Braas GmbH	Braas Clima Comfort	DE EN	Alemania	EnerPHit isolamendu-sistema
Brillux GmbH & Co. KG	PassivHaus WDV-System	DE EN	Alemania	Hormigoi-egitura
Budimex Danwood Sp. z o.o. Niederlassung Berlin	DANWOOD PASSIVHAUS-BAUSYSTEM	DE	Alemania	Hormigoi arina
Build Smart North America	Build Smart	DE EN	Estatu Batuak	Egur arina
Caparol	Capatect-WDVS für Passivhaus-Bauweise	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
Cygnum Timber Frame Ltd.	Cygnum Passive 350	EN	Irlanda	Egur arina
DAW SE. Gb: ALLIGATOR FARBWERKE	ALLIGATOR Passivhaus WDV	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
DAW SE. Geschäftsbereich alsecco	alsecco Passivhausssystem	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
ECO HOMES	ECO PASSIVE HOUSE	DE EN	Irlanda	Egur arina
ECOCOCON Ltd.	ECOCOCON Straw Panels	DE EN	Lituania	Egur arina

ECOCOR High Performance Buildings	ECOCOR Passiv	DE EN	Estatu Batuak	Egur arina
Egernsund Tegl ambu	Egernsund Tegl-Passivhus System +C	EN	Dinamarka	Hormigoi-egitura
Euromac 2 S.A.S	Euromac 2 Passiv-Detailset	DE EN	Frantzia	Hormigoi-egitura
FingerHaus GmbH	FINGERHAUS PASSIVHAUS-BAUSYSTEM	DE	Alemania	Hormigoi arina
GISOTON Wandsysteme Baustoffwerke Gebhart und Söhne GmbH & Co. KG	GISOPLAN-THERM 375/225	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
Hörl & Hartmann Ziegeltechnik GmbH & Co. KG	Unipor W07 CORISO	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
HOTBLOK S.A.	HOTBLOK Bausystem für Passivhäuser	DE EN	Polonia	Hormigoi-egitura
ISO SPAN Baustoffwerk GmbH	ISOSPAN ISOPUR	DE EN	Austria	Hormigoi-kofratua
isorast GmbH	Isorast-Schalungssystem	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
Izodom 2000 Polska z. o. o.	Izodom Complete Passive System	DE EN	Polonia	Hormigoi-kofratua
JUB kemicna industrija d.o.o.	JUBIZOL PASSIVE	EN	Eslovenia	Hormigoi-egitura
Kingspan Insulation B.V.	WDV-System mit Kooltherm K5 022	EN	Herbehereak	Hormigoi-egitura
Kingspan Insulation Ltd	Kingspan TEK Bausystem	EN	Britainia Handia	Hormigoi arina
Korea RockCell Board Inc.	RockCell Passive-Detail-Set (load-bearing EIFS)	EN	Korea	EIFS sistemako hormigoi-egitura
Lebensraum Holz GmbH	FREE-Bausystem	DE	Alemania	Egurra
LEIPFINGER-BADER KG	Unipor W07 CORISO	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
LUMAR IG d.o.o.	LUMAR PASIV Energy	DE EN	Eslovenia	Hormigoi arina
MARLES HI E MARIBOR d.o.o	MEGA PLUS PASIV	DE	Eslovenia	Egur arina
MERK Timber GmbH	Leno Brettsperrholz	DE	Alemania	Egurra
Metsä Wood Deutschland GmbH	FinnFrame-Bausystem	DE EN	Alemania	Hormigoi arina
Metsä Wood Deutschland GmbH	Kerto-Bausystem	DE EN	Alemania	Hormigoi arina
ModCell / The Proving House	ModCell Core Passiv	EN	Erresuma Batua	Lasto arina
Moffitt & Robinson Ltd.	Morob Frame	DE EN	Erresuma Batua	Hormigoi arina
Montanari Luigi srl	Sistema Passivo	DE EN	Italia	EIFS sistemako hormigoi-

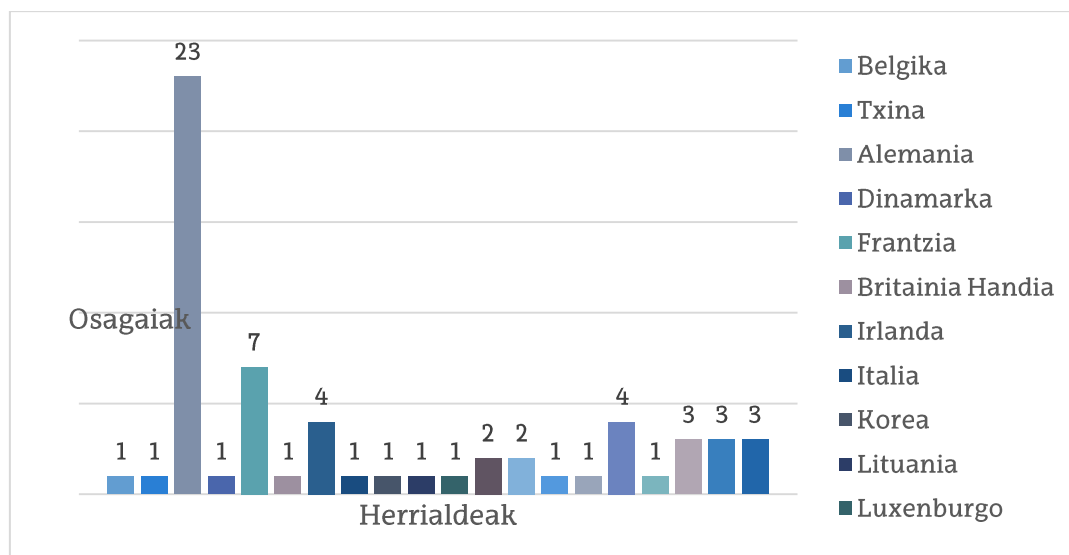
				egitura
Phoenix Haus	The Alpha System	EN	Estatu Batuak	Egur arina
pro Passivhausfenster GmbH	Smartshell timberframe G	DE EN	Alemania	Egur arina
pro Passivhausfenster GmbH	Smartshell timberframe E	DE EN	Alemania	Egur arina
pro Passivhausfenster GmbH	Smartshell solid S	DE EN	Alemania	EIFS sistemako hormigoiegitura
pro Passivhausfenster GmbH	Smartshell reno	DE EN	Alemania	EnerPHit isolamendusistema
pro Passivhausfenster GmbH	Smartshell solid timber	DE EN	Alemania	Egur solidoa
Rihter d.o.o	Rihter Pasiv	EN	Eslovenia	Egur arina
Rockwool Ltd.	REDArt External Wall Insulation System	DE EN	Erresuma Batua	Hormigoiegitura
Saint-Gobain ISOVER	Modernisierung bestehender Massivbauweise mit hinterlüfteter Fassade. Holzunterkonstruktion	DE EN	Frantzia	Hormigoiegitura
Saint-Gobain ISOVER	Modernisierung bestehender Massivbauweise mit WDVS	DE EN	Frantzia	Hormigoiegitura
Saint-Gobain ISOVER	ISOVER Holzbausystem für Passivhäuser (mit hinterlüfteter Fassade)	EN	Frantzia	Hormigoiarina
Saint-Gobain ISOVER	ISOVER Holzbausystem für Passivhäuser (mit Wärmedämmverbundsystem)	EN	Frantzia	Hormigoiarina
Saint-Gobain ISOVER	ISOVER Massivbausystem für Passivhäuser (mit hinterlüfteter Fassade)	EN	Frantzia	Hormigoiegitura
Saint-Gobain ISOVER	ISOVER Massivbausystem für Passivhäuser (mit Wärmedämmverbundsystem)	EN	Frantzia	Hormigoiegitura
Schreinerei B. Peters S.àr.l.	Smartwood	DE EN	Luxenburgo	Holzmassivbau
Smartply Europe Ltd.	MEDITE SMARTPLY PROPASSIV - TYPE S	DE EN	Irlanda	Egur arina
Smartply Europe Ltd.	MEDITE SMARTPLY PROPASSIV - TYPE I	DE EN	Irlanda	Egur arina
STEICO SE	STEICO-Bausystem	DE EN	Alemania	Egur arina

Sto SE & Co. KGaA.	StoTherm Classic für Passivhäuser	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
TimberOnLive S. L.	TimberOnLive	DE EN	Espainia	Hormigoi arina
Villa Nova Bouw bv	Villa Nova Bausystem	DE EN	Herbehereak	Hormigoi-kofratua
VST BUILDING TECHNOLOGIES AG	VST Passivehouse-Formworksystem	DE EN	Austria	Hormigoi-egitura
Wolf-Thermo-Module GmbH	Wolf-Thermo-Module	DE	Alemania	Hormigoi-egitura
Wood Steel Constructor d.o.o.	Wood Steel Constructor	DE EN	Serbia	Egur arina
Ziegelwerk EDER GmbH & Co KG	EDERPLAN XP 50 TRIONIC	DE	Austria	Hormigoi-egitura

3. Taula - Horma eta eraikuntza-sistemak

Iturria: Elaborazio propioa – [17]. erreferentzian oinarrituz

[3. Taulako](#) datuak interpretatzeko asmoz, [1. Grafikoa](#) eratu da, horma eta eraikuntza-sistemen fabrikatzaileak herrialdeka sailkatuz.



1. Grafikoa - Horma eta eraikuntza-sistema osagaiak herrialdeko

Iturria: Elaborazio propioa

[1. Grafikoan](#) ikus daitekeenez, horma eta eraikuntza-sistemen sektorean herrialde askok parte hartzen dute, hamabi herrialdeek zehazki. Hala ere, Alemania da produktu sorta gehien ekoizten dituen herrialdea, sektorearen % 36,508 hartuz. Alemaniako herrialdeak gailentzeak ez da harritzekoa, Passivhaus estandarra bertan jaio baita.

➤ Fatxada-ainguraketak [estalki opakuak]

Datu-basearen fatxada-ainguraketetako datuak hartuz [4. Taula](#) eratu da.

Fabrikatzailea	Produktuaren izena	Ziurtagiria	Egoitza	Eraikuntza
Allface Befestigungstechnologie GmbH	Wall Bracket F5	DE EN	Austria	Energia aurrezte osagaia

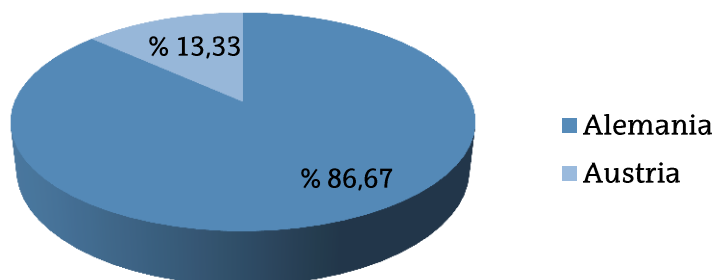
BWM Dübel- und Montagetechnik GmbH	ZeLa Fassadenhalter mit Edelstahlschwert	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
BWM Dübel- und Montagetechnik GmbH	BWM - Thermokonsole	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
BWM Dübel- und Montagetechnik GmbH	ATR601	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
BWM Dübel- und Montagetechnik GmbH	ZeLa - Click	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
EJOT Austria GmbH & Co KG	EJOT Wandwinkelstütze	DE EN	Austria	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Hilti Deutschland AG	FOX HT	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Hilti Deutschland AG	FOX VT	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
mCon Manfred Hoffmann	Handline-Reihe	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Thermoanker	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
StoVerotec GmbH	StoP	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
StoVerotec GmbH	StoR	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
SYSTEPA Pohl GmbH	SystePA - Tekofix Wandkonsole	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
SYSTEPA Pohl GmbH	Beta Universal II	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
SYSTEPA Pohl GmbH	Edelstahlhalter	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua

4. Taula - Fatxada-ainguraketak

Iturria: Elaborazio propioa - [17]. erreferentzian oinarrituz

4. **Taulari** erreparatuz, hamabost produktu desberdin eskaintzen direla ikus daiteke gehiengoak Alemaniarrak izanik. Funtsean, horietako hamahiru Alemanian ekoizten dira (% 86,667) eta beste biak Austrian.

Ondorengo grafikoan (2. **Grafikoa**) ikus daitekeen bezala, Alemania da fatxada-ainguraketen merkatuan gailentzen dena.



2. **Grafikoa** - Fatxada-ainguraketen fabrikatzaileak herrialdeka

Iturria: Elaborazio propioa

➤ Solairu-lauzak [estalki opakak]

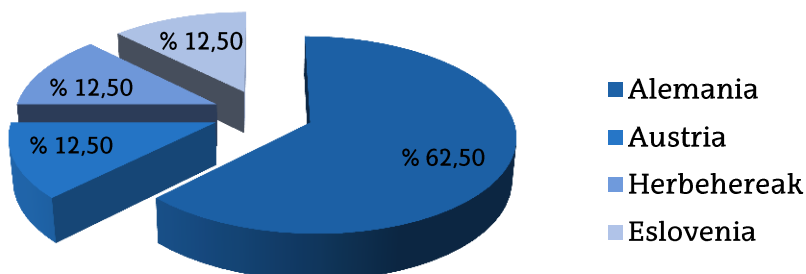
Solairu-lauzak aztertuz 5. **Taula** osatu da. Kasu honetan ere ikus daiteke Alemania gailentzen dela, zortzi produktuetatik bostek Alemanian baitute egoitza:

Fabrikatzailea	Produktuaren izena	Ziurtagiria	Egoitza	Eraikuntza
Deutsche FOAMGLAS GmbH	PC® PERISAVE SYSTEM – Foamglas passivhaus dämmung	DE EN	Alemania	Harlauza isolamendu-sistema
Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH	DOW Passivhaus Fundament plattendämmssystem	DE EN	Alemania	Harlauza isolamendu-sistema
Flattec Vertriebs GmbH	FLATPLATE	DE	Austria	Besteren bat
Hectar Intellectual Property BV	HECTAR Passiv	EN	Herbehereak	Harlauza isolamendu-sistema
Isoquick GmbH & Co. KG	Isoquick Wärme gedämmte Wanne	DE EN	Alemania	Harlauza isolamendu-sistema
JACKON Insulation GmbH	JACKODUR Atlas Bodenplatte	DE EN	Alemania	Harlauza isolamendu-sistema
JUB d.o.o.	JUBHome BASE	EN	Eslovenia	Harlauza isolamendu-sistema
LohrElement GmbH	ISOLOHR Passivhaus Bodenplatte	DE EN	Alemania	Harlauza isolamendu-sistema

5. **Taula** - Solairu-lauzak

Iturria: Elaborazio propioa - [17]. erreferentzian oinarrituz

5. Taulako datuekin, 3. Grafikoa eratu da. Zenbakizko balioetan ikus daitekeenez, Alemaniak solairu-lauzen ekoizpenaren % 62,5a hartzen du. Gainerakoa, Austria, Herbehereak eta Esloveniaren artean banatzen dute, % 12,5eko portzentaiarekin herrialde bakoitzak.



3. Grafikoa - Solairu-lauzen fabrikatzaileak herrialdeka

Iturria: Elaborazio propioa

➤ Teilatu karelak [estalki opakuak]

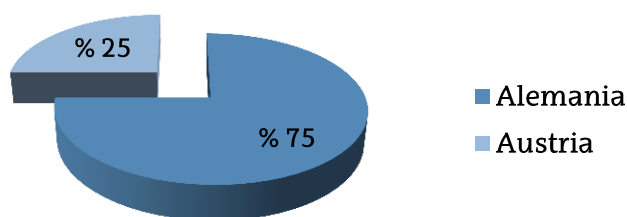
6. Taulan ikus daitekeenez, teilatu karelen fabrikatzaileen egoitza bi herrialdeen artean soilik sailkatzen da, Alemanian eta Austrian, hain zuzen ere.

Fabrikatzailea	Produktuaren izena	Ziurtagiria	Egoitza	Eraikuntza
Flattec Vertriebs GmbH	FLATPOR	DE EN	Austria	Hormigoiegitura
Puren gmbh	purenit® Attikaelement	DE EN	Alemania	Hormigoiegitura
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® AXT-Typen	DE EN	Alemania	Hormigoiegitura
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® ABXT-Typen	DE EN	Alemania	Hormigoiegitura

6. Taula - Teilatu karelak

Iturria: Elaborazio propioa - [17]. erreferentzian oinarrituz

Goiko taulako balioekin, 4. Grafikoa eratu da, zeinetan ikus daitekeen bezala, Alemaniak Passive House etxeetako teilatu karelen % 75aren fabrikatzailea da, eta Austria gainontzeko % 25aren fabrikatzailea.



4. Grafikoa - Teiltatu karelen fabrikatzaileak herrialdeka

Iturria: Elaborazio propioa

➤ Konbustio-sistemak [estalki opakuak]

Passive House osagaien datu-basean konbustio-sistemen kasurako fabrikatzaile bakarra dago, Austrian kokaturik, [7. Taulan](#) ikus daitekeen moduan.

Fabrikatzailea	Produktuaren izena	Ziurtagiria	Egoitza
Schiedel GmbH	ABSOLUT XPERT. XPERT PARAT. XP2	DE EN	Austria

7. Taula - Konbustio-sistemak

Iturria: Elaborazio propioa – [17]. erreferentzian oinarrituz

Beraz, Austriak hartzen du Passive House etxeetarako konbustio-sistemen merkatu osoa.

➤ Balkoi-konexioak [estalki opakuak]

Balkoi-konexioak egiteko hainbat produktu eskaintzen dira datu-basean, [8. Taulan](#) ikus daitekeen bezala.

Fabrikatzailea	Produktuaren izena	Ziurtagiria	Egoitza	Eraikuntza
HALFEN GmbH	HIT-HP. SP MVX 180 mm Deckenstärke	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
HALFEN GmbH	HIT-SP MVX 220 mm Deckenstärke	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
HALFEN GmbH	HIT-HP. SP MVX 240 mm Deckenstärke	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
HALFEN GmbH	HIT-HP. SP ZVX 180 mm Deckenstärke	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
HALFEN GmbH	HIT-HP. SP ZVX 240 mm Deckenstärke	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
HALFEN GmbH	HIT-SP ZVX	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
HALFEN GmbH	HIT-SP ZVX	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
HALFEN GmbH	HIT-SP MVX	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
HALFEN GmbH	HIT-SP MVX-...-OU/-OD	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® R-Typen 180 mm	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia

Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® R-Typen 220 mm	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® KXT	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® QXT	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® QS + KS 180 mm	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® QS + KS 220 mm	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® K 180 mm	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® KXT	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® KXT mit Höhenversatz	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® KXT - REI	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® KXT Wandanschluss	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® Typ KSXT	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® Typ QSXT	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® Typ KXT-Combar	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® Typ KXT-Combar	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® Typ KXT-Combar-REI120	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Schöck Bauteile GmbH	Schöck Isokorb® Typ KXT-Combar-REI120	DE EN	Alemania	Energia aurrezte osagaia
Spittelmeister GmbH & CO. KG	ISOCON® Typ H (Gleitanker)	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua
Spittelmeister GmbH & CO. KG	ISOCON® Typ V (Kernanker)	DE EN	Alemania	Etxe pasiboko osagai ziurtatua

8. Taula - Balkoi-konexioak

Iturria: Elaborazio propioa - [17]. erreferentzian oinarrituz

Aurreko taulari erreparatuz, antzeman daiteke nola Passive House etxeen balkoi-konexioen fabrikatzaile guztiak Alemanian kokaturik dauden.

➤ Atikoetako eskailerak [estalki opakua]

Atikoetako eskailera osagaiak [9. Taulan](#) bildu dira.

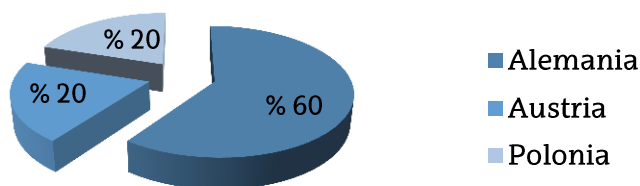
Fabrikatzailea	Produktuaren izena	Ziurtagiria	Egoitza
Columbus Treppen GmbH	Designo	DE EN	Alemania
FAKRO Sp. z o.o.	LWT	DE EN	Polonia
Wellhöfer Treppen GmbH & Co. KG	Passivhaus-Bodentreppe mit PH-Anschluss-System	DE EN	Alemania
Wellhöfer Treppen GmbH &	Feuerschutz-Passivhaus-	DE EN	Alemania

Co. KG	Bodentreppe mit Anschluss-System		
WIPPRO Wipplinger Ges.m.b.H & Co.KG	KLIMATEC 160	DE EN	Austria

9. Taula - Atikoetako eskailerak

Iturria: Elaborazio propioa – [17]. erreferentzian oinarrituz

Passive House etheen atikoetako eskaileraren fabrikazioa hiru herrialdeetan banatzen da: Alemania, Austria eta Polonia. [5. Grafikoan](#) ikus daitekeen bezala, Alemaniak hartzen du merkatuaren gehiengoa, osagai honen guztizko % 60ko fabrikatzailea izanda. Gainontzekoa, Austria eta Poloniaren artean banatzen dute, % 20eko ekoizpena izanda herrialde bakoitzean.



5. Grafikoa - Atikoetako eskaileraren fabrikatzaileak herrialdeka

Iturria: Elaborazio propioa

➤ Hermetikotasun sistemak [estalki opakuak]

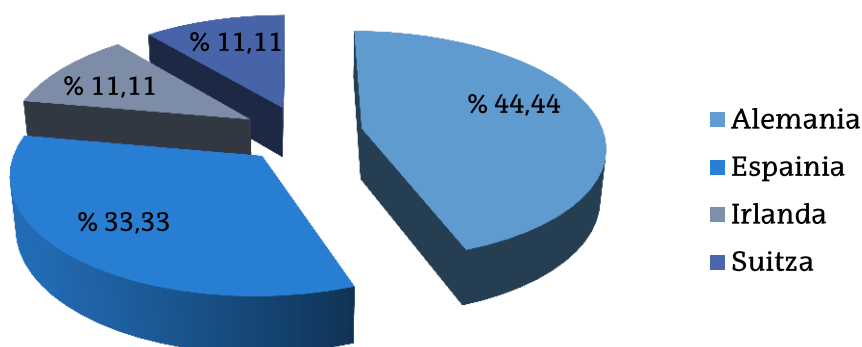
Hermetikotasun sistemen kasuan bederatzi osagai eskaintzen dira datu-basean (ikusi [10. Taula](#))

Fabrikatzailea	Osagaiaren izena	Egoitza
FINSA - Financiera Maderera s.a.	FINSA superPan Tech P5 (12 mm)	Espainia
FINSA - Financiera Maderera s.a.	FINSA superPan Tech P5 (15 mm)	Espainia
FINSA - Financiera Maderera s.a.	FINSA superPan Tech P5 (18 mm)	Espainia
ISO-Chemie GmbH	ISO-BLOCO ONE (3-18 mm)	Alemania
MEDITE SMARTPLY	SMARTPLY PROPASSIV	Irlanda
pro clima MOLL bauökologische Produkte GmbH	pro clima INTELLO	Alemania
pro clima MOLL bauökologische Produkte GmbH	pro clima INTELLO PLUS	Alemania
pro clima MOLL bauökologische Produkte GmbH	pro clima KAFLEX und ROFLEX	Alemania
SIGA Cover AG	SIGA Majrex	Suitza

10. Taula - Hermetikotasun sistemak

Iturria: Elaborazio propioa – [17]. erreferentzian oinarrituz

[10. Taula](#) behatuz, herrialdeen parte-hartzea kalkulatu da, [6. Grafikoan](#) irudikatuz. Passive House bezala zertifikatzen diren hermetikotasun sistemen % 44,44a Alemanian fabrikatzen dira; % 33,33a Espainian; eta Irlanda eta Suitzaren kasuan, % 11,11 bakoitzak.



6. Grafikoa – Hermetikotasun sistemen fabrikatzaileak herrialdeka
Iturria: Elaborazio propioa

6.2. LEIHOEN FABRIKATZAILEAK

Zehaztutako helburua betetzeko asmoz, Passive House etxeen leiho fabrikatzaileen datuak bildu ondoren, [5.2.3. Datu-baseen elkarheta](#) atalean azaltzen den bezala, bi datu-basei esker, ondorengo taula ([11. Taula](#)) eratu da.

Enpresa izena	Webgunea	Kokalekua
ALUPLAST	http://www.aluplast.net/	Karlsruhe, ALEMANIA
BATIMET	http://www.batimet.com/	Dresden, ALEMANIA
H. BUCK	https://www.fenster-buck.de/	Bremervörde, ALEMANIA
CARPINTERÍA LLODIANA S.A (VENTACLIM)	http://www.ventaclim.com/	Laudio (Llodio), Araba, ESPAINIA
GREEN BUILDING STORE	https://www.greenbuildingstore.co.uk/	Golcar, ERRESUMA BATUA
GUTMANN	https://www.gutmann.de/de/bausysteme.html	Weissenburg, ALEMANIA
HOLZ SHILLER	https://www.schiller-regen.de/	Regen, ALEMANIA Klatoby, TXEKIA
JOSKO	http://www.josko.com/en/	ALEMANIA; AUSTRIA; ERRESUMA BATUA; ESLOVAKIA; HUNGARIA; IRLANDA; SUITZA; TXEKIA
KARL MOLL GMBH	http://www.moll-schreinerei.de/	Uttenweiler, ALEMANIA
KOCHS	https://www.kochs.de/produkte.html	Herzogenrath, ALEMANIA
M-SORA d.d	http://www.m-sora.si/en/	Ziri, ESLOVENIA
MARLES PSP d.o.o.	https://www.marles.com/okna/si/	Podvelka, ESLOVENIA
MINCO	https://www.minco.com/contactus	Aston, FRANTZIA
MUNSTER JOINERY	http://www.munsterjoinery.ie/	Lackanastooka Co. Cork, IRLANDA; Crumlin, ERRESUMA BATUA
OPTIWIN	http://www.optiwin.net/en/home	Ebbs, AUSTRIA

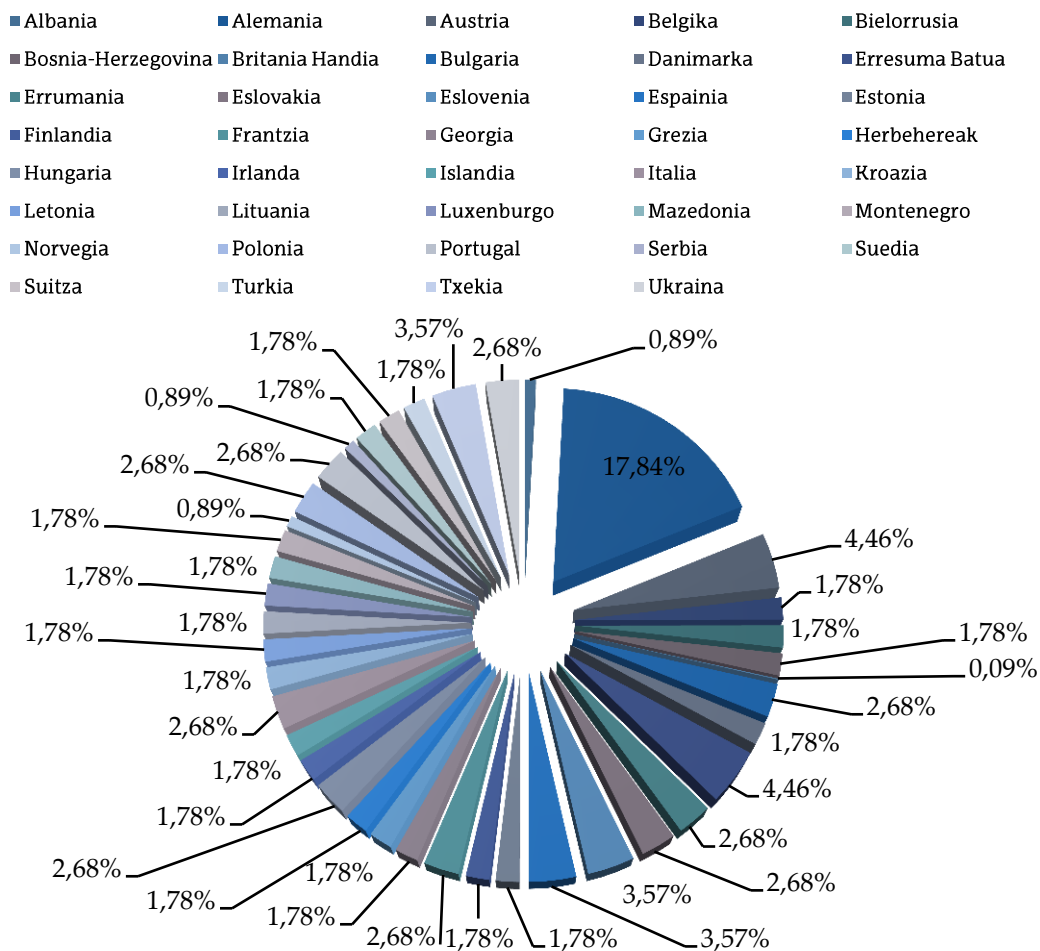
PAZEN	http://www.enersign.com/	Wittlich, ALEMANIA
PFEFFER	http://www.pfeffer-starzach.de/	Starzach, Tübingen district, Baden-Württemberg, ALEMANIA
PRO PASSIVHAUSF ENSTER	https://www.passivhausfenster.com/ privatkunden/home.html##	Oberaudorf, Rosenheim district, Bavaria, ALEMANIA
PROFINE	http://www.profine-group.com/	Berlin, ALEMANIA
RAICO	http://www.raico.de/	Pfaffenhausen, Unterallgäu district, ALEMANIA
REHAU	https://www.rehau.com/group-en	ALEMANIA; AUSTRIA; BELGIKA; BIELORRUSIA; BOSNIA-HERZEGOVINA; BULGARIA; KROAZIA; TXEKIA; DANIMARKA; ESTONIA; FINLANDIA; FRANTZIA; GEORGIA; GREZIA; HUNGARIA; ISLANDIA; IRLANDA; ITALIA; LETONIA; LITUANIA; LUXENBURGO; MAZEDONIA; MONTENEGRO; HERBEHEREAK; NORVEGIA; POLONIA; PORTUGAL; ERRUMANIA; SERBIA; ESLOVAKIA; ESLOVENIA; ESPAINIA; SUEDIA; SUITZA; TURKIA; UKRAINA; ERRESUMA BATUA
SCHUCO	https://www.schueco.com/web2/com	ALBANIA; AUSTRIA; BIELORRUSIA; BELGIKA; BOSNIA-HERZEGOVINA; BULGARIA; KROAZIA; TXEKIA; DANIMARKA; ESTONIA; FINLANDIA; GEORGIA; ALEMANIA; GREZIA; HUNGARIA; ISLANDIA; ITALIA; LETONIA; LITUANIA; LUXENBURGO; MAZEDONIA; MONTENEGRO; HERBEHEREAK; POLONIA; PORTUGAL; ERRUMANIA; ESLOVAKIA; ESLOVENIA; ESPAINIA; SUEDIA; SUITZA; TURKIA; UKRAINA; ERRESUMA BATUA
SIGG	http://www.sigg.at/	Hörbranz, Bregenz District, AUSTRIA
STRIEGEL	https://www.fenster-striegel.de/	Bad Salgau, ALEMANIA
UNIFORM	http://www.uniform.it/?lang=es	Verona, ITALIA
VEKA	http://www.veka.com/worldwide.htm l#	ALEMANIA; BRITANIA HANDIA; BULGARIA;

		ERRUMANIA; ESPAINIA; FRANTZIA; POLONIA; UKRANIA
WALTER LANG	http://www.lang-fenster.de	Baden-Württemberg, ALEMANIA
WERU	https://www.weru.com/de/	Rudersberg, ALEMANIA
WIEGAND	http://www.wiegand-tec.de/	Schlotheim, ALEMANIA

11. Taula - Leihoen fabrikatzaileak

Iturria: Elaborazio propioa - [17] eta [19], erreferentzietan oinarrituz

11. Taulan Europako Passive House leihoen enpresa fabrikatzaileak ageri dira, bere webgune eta kokaleku geografikoarekin. Guztira hogeita hemeretzi herrialdeetan ekoizten dira Passivhaus egiaztagiria duten leihoak. Hauxe hobeto interpretatzeko asmoz, **7. Grafikoa** eratu da.



7. Grafikoa - Leihoen fabrikatzaileak herrialdeka

Iturria: Elaborazio propioa

7. Grafikoa erreparatuz, Alemanian leiho fabrikatzaile enpresa gehien dagoen herrialdea dela ikus daiteke, enpresen % 17,84a hartuz. Gainontzeko Europako herrialde bakoitzak gutxi gorabehera Passive House leiho enpresa ekoizleen % 1 eta % 4 bitartean hartzen dute. Esan behar da, Alemaniak ehuneko

handi bat duela, eta beraz, leiho ekoizle kopuru handia bere herrialdean, baina, hala ere, gehiago dira Europako herrialdeetan zehar sakabanaturik dauden beste Passivhaus leiho fabrikatzaile enpresak.

6.3. ERAIKINEN ENERGIA KONTSUMOA

Europako herrialdeetako eraikinen energia kontsumoaren azterketa egin da, zehazki Alemania, Espainia, Erresuma Batua eta Frantziako herrialdeak aztertuz. Horretarako araudiak bildu dira ([6.3.1. Araudia](#) atala), energia parametroei dagozkien balioak eta ezaugarriak ([6.3.2. Energia parametroak](#) eta [6.3.3. Energia faktoreen arautzea passivhaus estandarrean eta ikasketako Europako herrialdeetan](#) ataletan), zona klimatikoak eta gradu-egun bereizketa ([6.3.4. Zona klimatikoak eta gradu-egun bereizketa](#) atala) eta azkenik, eraikinen ingurutzaileraren zeharreko baimendutako energia-galera maximoa harmonizatzeko metodoa proposatzen da ([6.3.5. Eraikinen ingurutzaileraren zeharreko baimendutako energia-galera maximoa harmonizatzeko proposaturiko metodoa](#) atala).

6.3.1. ARAUDIA

Aztertzen diren Europako herrialdeen diseinu faktoreekin loturiko araudia:

Nazioz gairik mailan	Herrialdea	Eraikuntza arautze orokorrak	Ikasketako energia faktoreak agintzen dituzten arau nagusiak
Europako Direktiba: 2010/31/UE	Alemania	Energieeinsparungsgesetz-EnEG	Energieeinsparverordnung – EnEV DIN 18599-2010
	Frantzia	R. 111-20 du code de la construction et de l'habitation	Arrêté du 24 mai 2006 Décret No. 2006-592 du 24 mai 2006 NF EN ISO 7933
	Erresuma Batua	Building Act 1984 (Ingalaterra eta Gales)	SAP 2009 Building Regulations 2000: • Approved Document L1A/2010 BS EN 7730
Europako Estandarra (EN)	Espainia	Ley Ordenación de la Edificación	Código Técnico de la Edificación: • DB HE-1 • RITE
Isolamendu baldintza kualitatiboa	<i>Herrialde bakoitzak bere araudi propioak garatzen ditu zenbakizko balio ezberdinekin.</i>		

12. Taula - Ikasketako herrialdeen araudi alorra. Informazio hau egileak bildutakoa da
Iturria: [24]erreferentzia - Egileak moldatua

[12. Taulan](#) ikus daitekeenez eta berriro esanda, 2010/31/UE Direktiba da eraikinen energia efizientzia erregulatzen duena, errentagarritasuna, eguraldia eta barneko klimaren baldintzak kontuan harturik. Baita ere, Europako Estandarizazio Batzordearen Europako Estandarra (EN) dago. EBeko herrialde bakoitzak EN eta Direktibaz baliatuz, bere arautze propioa garatzen du eta horietan energia faktoreen balio numerikoak zehaztuko dira.

T_{op} etxebizitzak (°C)	18-27	19-27	20-24	19-22 15-18 gauean	20- 26	21-25	19-26
----------------------------------	-------	-------	-------	--------------------------	-----------	-------	-------

14. Taula - Ikasketako estandarrek zehazten duten gelako tenperatura

Iturria: [24], erreferentzia - Egileak moldatua

Ikus daitekeenez, barne-tenperatura araudi guztiek zehazten duten balioen harmonizazioa baimentzen duen faktore bakarra da. Tenperatura operatiboaren balioak zehazteko, ohiko bizitegi-etxebizitza bateko azal dutako parametro hauek hartu dira (ikusi [11.2.2.3. Barne-tenperatura](#) kontzeptua) :

- PPD: EN 15251 araudian < %10 izan behar dela zehazten da, eta EN 7730 araudian < % 15 , beraz, taulan kasu bietarako adierazi da balioa.
- Tasa metabolikoa: 1,2 met
- Arroparen isolamendu termikoa: Neguan, 1 Clo eta udan, berriz, 0,5 Clo.
- Aire abiadura: Hotz egoeran, 0,25 m/s baino baxuagoa eta bero egoeran, aldiz, 0,50 m/s baino gutxiago.
- Hezetasun erlatiboa: Neguan % 40 eta udan % 60.

Kanpo-tenperatura zehaztua izanda, barne-tenperatura murriztaileagoaren ezarpenak potentzia handiagoko aire girotuaren instalakuntza dakar eta beraz, kontsumo energetiko handiagoa.

Passivhaus estandarrak tenperatura tarte zabalagoa baimentzen du. Honen arrazoia, ingurutzailan behar den isolamendu maila altua da. Isolamendu maila altu hau dela eta, hormen barne-tenperatura, gelaren barne-tenperaturaren (airearen tenperatura) hurbilekoa da, pertsona eta hormen arteko erradiazio berotrukaketak murrizten dituena. Ondorioz, hormen erradiazio tenperatura batezbestekoa igoarazterakoan, barne-tenperatura baxuagoa beharko da, tenperatura operatibo bera lortzeko. Honela, 18 °C inguruko barne-tenperaturaren konfort termikoa lortu daiteke.

6.3.3. ENERGIA FAKTOREEN ARAUTZEA PASSIVHAUS ESTANDARREAN ETA IKASKETAKO EUROPAKO HERRIALDEETAN

Passivhaus estandarrarekin eraikitzen diren etxebizitzek, berokuntza eta hozketen eskarietarako muga 15 kWh/m²urte da. Maila hori lortzeko, itxiturek izan beharreko transmisio balioak zehazten dira araudian. Europako zenbait herrialdeek, efizientzia energetikoko baldintza horiek erabiltzen dituzte haien eraikitze araudien bidez lortu ahal izateko.

Lehen esan bezala, eraikinen analisisa egiteko hiru energia parametro definitzen dira: ingurutzailaren transmisio termikoa, eraikinaren trinkotasun faktorea eta barne-tenperatura. Jarraian, ikertutako parametro hauek arautzen duten araudiak bilatu dira, eta hauek zehazki noraino erregulatzen duten energia faktore bakoitza. [15. Taulan](#), trinkotasun faktorea eta ingurutzailaren transmisio termikoen parametroen zehaztapenak biltzen dira. Tenperatura arautzeak, berriz, [16. Taulan](#) daude.

Erakundea	Araudia	Irismena	Diseinu faktoreak arauturik dauden modua			
			Trinkotasun faktorea (m ² /m ³)	Eraikinaren inguratzailearen transmisio termikoa (W/(m ² K)) eraentzen duten parametroak		
				U _{max}	U _{med}	H
EU	2010/31/UE	Eraikin mota guztiak	Ez arautua	Ez arautua	Ez arautua	Ez arautua
Alemania	EnEV-2009	Eraikin komertzial eta bizitegi-eraikinak ^a	Eraikin tipologia desberinak definitzen dira	Ez arautua	Balio bera ezartzen du herrialde osorako	Balioa eraikin tipologiaren arabera baldintzaturik
Frantzia	Arrête du 24 mai 2006	Bizitegi-eraikinak (2 urte baino gutxiago erabili direnak salbu)	Eraikin tipologia desberinak definitzen dira	Muga berbera ezartzen du klima zona guztietarako	Bi klima zona desberdin definitzen dira bakoitzarako mugak zehaztuz	Balioa eraikin tipologiaren arabera baldintzaturik
Ingalaterra eta Gales	Document L1A	Etxebizitza berriak Ingalaterran eta Galesen	Ez arautua	Ez arautua	Mugako balioa, sartutako instalazioen arabera CO ₂ isurketa maximoa betetzen duen balio izango da	Ez arautua
Espainia	DB.HE.1	Etxebizitza berriak	Ez arautua	Bost klima zona definitzen dira, zeintzuetarako balio mugak ezartzen diren	Bost klima zona definitzen dira, zeintzuetarako balio mugak ezartzen diren	Ez arautua
Passivhaus-Institute Darmstadt	Passivhaus Insitutua	Eraikin mota guztiak	Zenbakizko balio maximoa iradokitzen du	Ez arautua	Europako erdialdean eta iparraldean definituta ^b	Ez arautua

^a Bizitegi-eraikinak (gutxienez urtean 4 hilabetez erabilia) eta ez-bizitegi eraikinak: eraikin berri eta jada existitzen zen eraikinen artean bereizten da.

^b Erdialdeko Europarako balio bera ematen du eta orain Mediterraneoeko klimetara moldatua izan da.

15. Taula - Trinkotasun faktorea eta inguratzailearen transmisio termikoen baldintzak ikasketako araudietan

Iturria: [24], erreferentzia - Egileak moldatua

Erakundea/ Herrialdea	Araudia	Irismena	$T_{op} = T_{amb} + T_{im}/2$
Nazioarteko	ISO 7933	Eremu egokituak	Tarte bat

ISO		eraikin mota guztietan	eskaintzen da
Europar Batasuna CEN	EN 1525	Eremu egokituak eraikin mota guztietan	Tarte bat eskaintzen da
Alemania	DIN 4701	Eremu egokituak eraikin mota guztietan	Tarte bat eskaintzen da
Frantzia	NF EN ISO 7933	Eremu egokituak eraikin mota guztietan	Tarte bat eskaintzen da
Erresuma Batua	BS EN 7730	Eremu egokituak eraikin mota guztietan	Tarte bat eskaintzen da
Espainia	RITE	Eraikin mota guztiak	Tarte bat eskaintzen da
Passivhaus-Institute	Passivhaus baldintzak	Bizitegi-eraikinak eta eraikin komertzialak	Formula ezartzen du

16. Taula - Temperatura araudiak ikasketako estandarretan

Iturria: [24].erreferentzia - Egileak moldatua

Passivhaus estandarrek ingurutzalearen transmisio termikoaren U_{med} balioa erregulatzen duela ikusi da, balioa Erdialdeko Europa osoarentzat berdina izanik, Mediterraneoko klimetarako moldatua izan dena. Honela, Europako herrialde guztiek U_{med} balioa finkaturik dutela ikusi da (UK salbu).

Passivhaus estandarrean, diseinu helburua 15 kWh/m^2 urteko baino energia eskari baxuagoa lortzea da, bai berokuntza zein hozketarako. Maila hori lortzeko ingurutzale mota desberdinek behar duten transmisio balioak emanak dira. Balio hauek Erdialdeko Europaren kasurako aztertuak izan dira, bertako baldintza klimatiko murriztaileak direla eta. Zeharka, itxituraren transmisio ere eraikinaren bero-transferentzia koefizientearen bidez doiturik dago. Ikusi da nola Alemania eta Frantziaren kasuan, parametro honetarako balioak zehazten dutela, aldiz, beste herrialdeek ez dute hori arautzen. Passivhaus estandarrek, gutxi gorabeherako balore bat besterik ez du ematen.

[16. Taulan](#) ikus daiteke nola temperatura operatiboa nahiko harmonizatuta dagoen, honen arrazoia ISO 7933 estandarra da, zeina kalkulu metodoa eta temperatura operatiboaren balio tarte egokiak proposatzen dituen PPD-en parametroetan oinarrituz (ikus eranskinetako [11.2.2.3. Barne-tenperatura](#) ataleko barne-tenperaturaren parametroak: tasa metabolikoa, isolamendu termikoa, aire abiadura eta hezetasun erlatiboa).

6.3.4. ZONA KLIMATIKOAK ETA GRADU-EGUN BEREIZKETA

Ikasitako herrialdeek euren geografia zona klimatikoetan zatitzen dute, gune klimatiko bakoitzari transmisio balio bat emateko. Zona klimatiko bakoitzak urteko gradu-egun kopuru tarte zehatz bat duten gune geografiko guztiak barneratzen ditu. Aztertzen diren herrialdeen artean, Alemania da herrialde bakarra zeina ez dituen zona klimatikoak ezberdintzen. Herrialdea osotzat hartzen da, transmisio balio bera errekeritzen dela herrialde osoan zehar.

Frantziaren kasuan, tenperatura eta hezetasun erlatiboaren arabera hiru zona klimatiko bereizten dira: H1, H2 eta H3. Honela, transmisio-faktorearen balioa zehazteko bi talde bereizten dira: alde batetik, H1, H2 eta H3 azken zonatik 800 m-ko altitudetik gorago daudenak, eta bestetik, H3 zonako 800 m-ko altituda baino gutxiago dutenak. Espainiaren kasuan bost zona klimatiko daude: A, B, C, D eta E, neguko klimaren gogortasunaren arabera definituak, eta zonalde bakoitza azpizonaldetan bereizten da udako klimaren gogortasunaren arabera.

Nabarikoa da akordio falta dagoela bai faktoreak erregulatzeko hartzen diren neurrietan zein, faktore horietako bakoitzari esleitzen zaion balio kuantitatiboan.

Inguratzailearen transmisio termikoaren konparaketa egiterakoan, herrialde bakoitzak bere zona klimatikoen arabera ezartzen ditu balioak.

Gradu-egun tarteak konparatzeko eta ezberdintasunen tamaina egiaztatzeko, beharrezkoa da Europako gradu-egun mapa bat bilatzea. Hori, tenperatura oinarri bera erabiliz (18,5 °C) eta aldakuntza tarte bera duten gradu-egun tarteak (beroketako 1000 gradu-egun) erabiliz kalkulatu da. Neguko mapei ematen zaie lehentasuna, ikertutako herrialdeetan, bero-kargak altuagoak baitira neguan udan baino.

Konparaketak egiteko neguan 3000-4000 gradu-egun tartean dauden zona geografikoak hartu dira, herrialde guztietan aurkitzen den gradu-egun tarte bakarra baita. Honela, [17. Taulan](#) aukeratutako zona geografikoaren transmisio balioak agertzen dira.

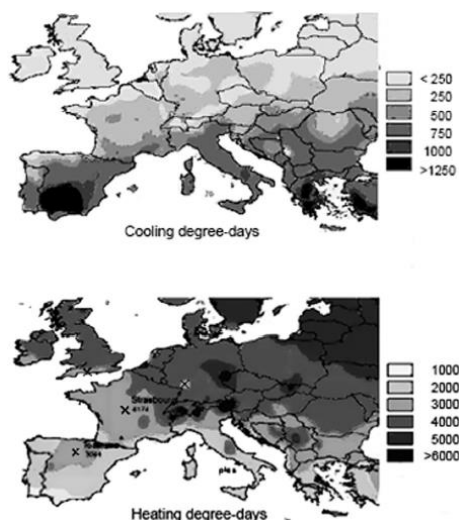
Itxitura motak	Transmisio balioak W/m ² K –etan Ikasketako EBeko herrialde bakoitzean									
	Espainia					Frantzia		UK	Alemania	Passivhaus
	A	B	C	D	E	H1-H3	H3 <800			
Hormak kanpo eta lurzoruekin kontaktuan	0.94	0.82	0.73	0.66	0.57	0.36	0.40	0.20	0.20	0.15
Lurzorua (solairua)	0.53	0.52	0.50	0.49	0.48	0.20	0.25	0.20	0.28	0.15
Estalkiak	0.50	0.45	0.41	0.38	0.35	0.20	0.25	0.14	0.20	0.15
Leihoak (PVCezkoak)	5.10	4.55	3.35	2.90	2.77	1.30	2.10	1.50	1.30	0.8
Trenkada-multzoa	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.15

17. Taula - Transmisio balioak EBeko ikasketaren zona klimatiko bakoitzean

Iturria: [25] erreferentzia - Egileak moldatua

Herrialde bakoitzak zona klimatiko bakoitzean bereizten dituen gradu-egun tarteak alderatzeko, tenperatura oinarri bera eta gradu-egun aldakuntza tarte bera duten Europako gradu-egun mapa bilatu behar da. Ondorengo irudian

ikus daitekeen bezala, Europak gradu-egunen arabera bereizten dituen gune geografikoak:



23. Irudia - Hozte eta beroketa gradu-egunak Europan, Toinarria=18,5°C

Iturria: [24], erreferentzia

Gradu-egun maparekin erlazionaturik eta herrialde bakoitzeko zona klimatikoak kontuan hartuz jarraian agertzen den taula garatu da (18. Taula). Ikus daitekeenez, Espainia da gradu-egun aldakuntza kopuruarekin erlazionaturik zona klimatiko gehien definitzen dituen herrialdea. Aldiz, Alemaniak, nahiz eta gradu-egun aldakuntza handiena duen herrialdea izan, ez ditu definitzen zona klimatiko desberdinak. Honela, ingurutzailan zehar galtzen den energia transmisio-faktoreak horietarako nabarmenki desberdinak izango dira, nahiz eta gradu-egun antzekoak dituzten eskualdeak konparatu. Ezberdintasun hau gertatzen da, herrialde bakoitzak transmisio balioak bere zona klimatikoetara egokituz ezartzen baititu, horietako bakoitzak gradu-egun aldakuntza handia dutelarik herrialde bakoitzean. Beraz, transmisio-faktorea ez da egokia ingurutzailaren energia-galaren konparazioa eta harmonizazioa egiteko eta honenbestez, ezta baldintza termikorako.

Gradu-egunen eta klima zonen arteko erlazioa	Alemania	Frantzia	UK	Espainia	Passivhaus
Gradu-egun zenbakiaren aldakuntza neguan zehar	2000- > 6000	2000-4000	3000-4000	1000-3000	2000- > 6000
Gradu-egun zenbakiaren aldakuntza udan zehar	< 250-250	< 250-750	< 250	250- < 1250	< 250-500
Klima zona kopurua zeintzuetarako transmisio balioak zehazten diren	1	2	1	5	1
Berokuntzako gradu-egun tartea zona klimatiko bakoitzean	4000	1000	1000	400	4000

18. Taula - Gradu-egun balioen aldakuntza zona klimatiko bakoitzeko ikasketako herrialdeetan

Iturria: [24], erreferentzia - Egileak moldatua

3000-4000 gradu-egun tartean dauden zona geografikoetan, ondorengoak dira transmisio balio mugak:

Eraikuntza mota	Transmisio mugak inguratzailearen eraikitze motaren arabera (W/m ² K)				
	Alemania	Frantzia	UK	Espania	Passivhaus
Hormak kanpo eta zoruarekin kontaktuan	0.20	0.45	0.25	0.74	0.15
Hormak berokuntzarik gabeko tokietan	0.35	0.45/b	0.25	0.74	0.15
Hormak bizitegi eta ez-bizitegi arteko guneetan	0.20	0.50	0.25	0.74	0.15
Gortina-hormak	0.20	2.60	0.25	0.74	0.15
Lauza	0.28	0.36	0.25	0.62	0.15
Solairua	0.28	0.40	0.25	0.62	0.15
Hormigoizko teilatuak edota erresistentzia altuko metalezko xafladunak	0.20	0.34	0.20	0.46	0.15
Metalezko xafladun teilatuak	0.20	0.41	0.20	0.46	0.15
Bestelako lurzoru motak	0.20	0.28	0.20	0.46	0.15
Leihoak eta ateak	1.30	2.60	2.00	3.10	0.80
Pertsiana kaxak	-	3.00	-	-	Zubi termikoak saihestu

19. Taula - Araudi desberdinek zehazturiko transmisio balio limiteen konparaketa itxitura mota bakoitzerako

Iturria: [24].erreferentzia - Egileak moldatua

Aurreko taulan ikus daiteke nola Frantziak transmisio balio ezberdin gehien dituen eraikitze motak dituela, honela, egokituagoak daudelarik lortu beharreko isolamendu muga dagokion eraikitze motari. Eraikitze mota horiek sailkatzen ez diren herrialdeetan, isolamendu baldintzak itxituren berdinak dira.

Eskatzen den leihoen transmisio balioak, beste eraikuntza-sistema moten balioekin alderatuz, ikus daiteke nola Passivhausen araudia den horien bien artean ezberdintasun gutxien egiten duena (ikusi [19. Taula](#)). Gertaera hau, zubi termikoak ekiditeko irizpidearekin batera, horma hotzaren efektua ekiditen du. Honela, konfort termiko berbera lortzeko, eraikinean behar izango den airearen temperatura baxuagoa izango da. Beraz, etxebizitzek konfort termikoa izateko behar duten barne-tenperatura, eraikinaren inguratzailearen isolamendu termikoaren (hau da, bere transmisio-faktorea) balioaren eta uniformetasunaren menpe dago. Isolamendua handitzean, behar den barne-tenperatura murrizten da, eta ondorioz, behar den aire girotua ere, energia kontsumo aurrezten delarik. Hainbat ikerketetan erakutsi da energia bikoitza aurrezten dela.

[20. Taulan](#) U_{med} balioak zehazten dira. Balio hauek erabil daitezke eraikinaren bero-transferentziaren koefiziente globala (H) kalkulatzeko, honela, estandarren arteko isolamendu betekizunak alderatzen dira. Araudi guztietan baliokidea den balioa lortzeko inguratzaile termiko bera erabiltzen da. Horretarako inguratzaile estandarra definitzen da, zeina horma gainazalen batura, zoru eta sabai gainazalen baturen berdina den. Hormetan dauden beirazko leiho edota ateak % 30a dela hartzen da. Gainazal balio hauek, etxebizitzaren batezbesteko bezala kontsideratzen dira. Honela, [20. Taulako](#) H-ren

kalkulua egiten da. Kalkulua egiteko era erakusteko Alemania hartuko da adibidetzat, honela kalkulatzen delarik:

$$H = 0,5 * ((0,2 * 0,7 + 1,3 * 0,3)) + 0,5 * ((0,28 * 0,20) / 2) = 0,385 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Taulako balioak aztertuz, ikus daiteke nola Alemania, Ingalaterra eta Galesen araudiak diren Passivhaus eraikitze estandarraren kontsumo ia nuluko balioetara gehien hurbiltzen direnak. Espainia izanik balio honetatik urrunen dagoena.

Kokalekua	Batezbesteko transmisio limitea eraikineko itxituren kokapenaren arabera (W/(m ² K))				
	Alemania	Frantzia	UK	Espainia	Passivhaus
Kanpo-hormak	0.20	0.36	0.25	0.57	0.15
Lurzorua	0.28	0.27	0.18	0.48	0.15
Teilatua	0.20	0.20	0.15	0.35	0.15
Beirazko leiho/ateak	1.30	1.80	1.60	2.70	0.80
Eraikinaren bero-transferentziaren koefiziente globala (H)	0.385	0.513	0.410	0.812	0.247
Passivhaus H-arekiko desbideratzea (%tan)	55.87	107.69	65.99	228.74	0

20. Taula - Batezbesteko transmisio limite balioak gradu-egun tarte antzekoa duten zona klimatikoentzat

Iturria: [24], erreferentzia - Egileak moldatua

6.3.5. ERAIKINEN INGURATZAILEAREN ZEHARREKO BAIMENDUTAKO ENERGIA-GALERA MAXIMOA HARMONIZATZEKO PROPOSATURIKO METODOA

Eraikinen ingurutzailaren zeharreko baimendutako energia-galera maximoa harmonizatzeko metodo bat proposatzen da analizatutako ikerketa lan honetan: Rodríguez-Soria, B., Domínguez-Hernández, J., Pérez-Bella, J. M., & del Coz-Díaz, J. J. (2014). *Review of international regulations governing the thermal insulation requirements of residential buildings and the harmonization of envelope energy loss*. Elsevier [24].

Aipatutako metodoak ondorengoko lau urrats jarraitzen ditu:

1. Ingurutzailaren zeharreko energia-galeren limite maximoa ezartzea.
2. Munduko gradu-egun mapa egitea. Honela, herrialde guztiek ingurutzailaren bidezko energia-galerak tenperatura oinarri bera hartuz egingo dute, 20 °C-koa alegia. Honi esker, herrialde desberdinetan kalkulatutako energia-galera guztiak baliokideak eta konparagarriak dira.
3. Eraikinaren bero-transferentziaren koefiziente globalaren (H) kalkulua. Zeinak, lehenengo pausuan zehaztutako ingurutzailaren energia-galeren limitea beteko duen, kokatzen den gradu-egun eskualde eta ingurutzailaren azaleraren arabera. Metodologian faktore hau sartzean, eraikinaren trinkotasun faktorearen kontsiderazioa ekartzen du. Koefizientea honela kalkulatzen delarik:

$$H \text{ (W}/\text{m}^2\text{K)} = \text{ingurutzaille bidezko energia-galera limite maximoa} / A_{\text{totala}} * (\text{gradu-egun urteko})$$

4. Itxitura bakoitzaren transmisio-faktorearen aukeraketa, 3.pausuan kalkulaturako eraikinaren bero-transferentzia koefiziente globala bete dezan. Transmisio balio hori, prozedura, praktikak eta eraikuntza teknikek egon beharko da zeintzuek sarritan ezberdinak diren herrialde bakoitzean.

7. ZEREGINEN DESKRIBAPENA - GANTT

Ondoren lan-plana aurkezten da. Lan-zatiketa egituraren oinarrituz, egindako eginkizun desberdinak sailkatu dira. Aipaturiko plana hurrengoko eginkizunak jarraituz definitu da:

1. EGINKIZUNA: Helburuak finkatzea

Gauzatuko dena modu errealista eta objektiboan identifikatzean zentratzen da, garatuko den lanaren xedea, hain zuzen ere.

2. EGINKIZUNA: Literatura aztertzea

Aurretik zehaztutako gaiari buruzko informazio idatziaren bilaketari dagokio. Gaiari buruzko ikuspegi osoa izatea baimentzen duena.

3. EGINKIZUNA: Informazioaren analisi

Eginkizun honetan, jasotako informazio-iturri desberdinetatik informazio esanguratsuena hartzen da. Honela, anbiguotasunik gabeko edukia adierazten eta biltzen da.

4. EGINKIZUNA: Datuen lorpena

Passive House Institutuko *Component Database* eta *Passive House Database* datu-baseetatik datuak eskuratuko dira eginkizun honetan.

5. EGINKIZUNA: Fabrikatzaileen analisi

Ikerketarako datu esanguratsuenak aukeratzean datza, enpresa fabrikatzaileen nazionalitateak alderatzeko xedearekin.

6. EGINKIZUNA: Emaitzak eta ondorioak

Eginkizun hau, aurreko eginkizunetan egindako lanak erakustean oinarritzen da. Horretarako, kasuko taulak eta grafikoak eratzen dira eta ondorioak atera.

Eginkizun hauekin, hurrengoko orrian [Gantt-en diagrama](#) eratu da.

8. AURREKONTUA

❖ Barne-orduak

LANGILEA	ORDU-KOSTUA (€/h)	KOPURUA (h)	GUZTIZKO KOSTUA
Ingeniari Seniorra	50,00	10	500,00
Ingeniari Juniorra	20,00	160	3.200,00
GUZTIRA BARNE-ORDUAK:			3.700,00€

21. Taula - Barne-orduen aurrekontua

❖ Amortizazioak

INBERTSIOA/ AKTIBO FINKOA	ESKURATZE- KOSTUA (€)	BIZITZA ERABILGARRIA (urteak)	ERABILPEN DENBORA (egunak)	AMORTIZAZIOA
Ordenagailua	750,00	4	120	61,64
Office lizentzia	149,00	1	100	40,82
GUZTIRA AMORTIZAZIOAK:				102,46 €

22. Taula - Amortizazioen aurrekontua

❖ Gastuak

KONTZEPTUA	KOSTUA (€)
Bibliografia	100,00
Bulego-materiala	50,00
CD Gradu Amaierako Lana	35,00
Garraioa	41,60
GUZTIRA GASTUAK:	226,60 €

23. Taula - Gastuen aurrekontua

❖ **LABURPENA**

KONTZEPTUA	KOSTU TOTALA (€)
Barne-orduak	3.700,00
Amortizazioak	102,46
Gastuak	226,60
SUBTOTALA	4029,06
Zeharkako kostuak (%6)	241,74
GUZTIZKO AURREKONTUA	4270,80 €

24. Taula - Aurrekontuaren laburpena

9. ONDORIOAK ETA IRADOKIZUNAK

Ezer baino lehen, azpimarratu behar da Passivhaus estandarra betetzen duen eraikin oro, Energia Kontsumo Ia Nuluko Eraikina dela, nearly Zero Energy Building (nZEB), alegia. Nolanahi ere, Passivhaus estandarra nZEB baino are zorrotzagoa da eta ikasketa hau Passive House etxeen inguruan garatu da.

Datu-baseen azterketari esker [\(5.2.\)](#) lortutako emaitzetatik, Passive House osagaien enpresa fabrikatzaileen inguruan hainbat ondorio ateratzen dira. Lehenik eta behin, estalki opakuen artean, horma eta eraikuntza-sistemen osagaien fabrikatzaileak aztertuz, ikusi da Europako herrialdeen artean Alemania dela produktu sorta gehien ekoizten duena. Gauza bera gertatu da fatxada-ainguraketa, solairu-lauza, teilatu karela, balkoi-konexio sistemak, atikoetako eskailera eta hermetikotasun sistemekin. Aitzitik, konbustio-sistemen kasuan, Passivhaus bezala zertifikatzen den enpresa bakarra dago, Austrian aurkitzen dena, beraz, hemen Alemaniak ez du parte hartzen. Bigarrenik, estalki gardenei dagokionez, leihoak aztertu eta produktu eskaintza zabala dagoela ikusi da. Eta gainera, Europako herrialde gehienetan aurkitzen direla hauen fabrikatzaileak. Hala ere, Alemaniak Passive House etxeak eraikitzeke leihoen fabrikatzaile enpresa gehien duen herrialdea da. Ondorioz, Alemaniako herrialdea da Passive House etxeetarako osagaiak ekoizten gailentzen dena. Honen azalpena estandarren jatorrian dago, Passivhaus estandarra Alemanian jaioa baita, eta beraz, herrialdean bertan hasi behar izan ziren osagaiak ekoizten estandarren beharrianak asetzeko. Gertaera honek, abantaila handia eman dio alemaniar eraikitzaileei; izan ere, Europako gainerako herrialdeek ez bezala, Passive House etxe bat eraikitzeke osagai guztiak eskuratu ahal dituzte herrialdean bertan, garraio- eta itzarote- kostuak aurreztuz.

Bestalde, eraikinen energia kontsumoari dagokionez, ikasketako herrialdeen artean aldakuntzarik gutxien duen faktorea barne-tenperatura dela antzeman da, nazioarteko estandar bat baitago baimendutako balio maximo tartea zehazten duena [\(6.3.3.\)](#). Aldiz, trinkotasun-faktore eta transmisio balioak ez daude harmonizaturik herrialde ezberdinetan zehar, parametro hauek ez baitaude araututa nazioarte-mailan. Gainera, klima zonen definizioa egiterakoan herrialde bakoitzak gradu-egun aldakuntza tarte desberdinetan oinarritzen da eta hauek kalkulatzeko tenperatura oinarri desberdinak hartzen dituzte. Harmonizazio falta honek, herrialdeek arautzen duten inguratzaileen bidezko energia-galeren artean zenbakizko balio diferentzia handiak eragiten ditu. Beraz, egoera honi aurre egiteko [\[24\]-an](#) azaltzen den metodoa dago, mundu-mailan inguratzaileen bidezko energia-galerak definitzeko eta limite maximoa ezartzeko. Honela, munduko gradu-egun mapa bat garatuz, herrialde guztiek parametro hau tenperatura oinarri bera erabiliz kalkulatu ahal izango dute. Eta honen ondorioz, lortutako energia-galeren balioak konparagarriak izango dira.

Amaitzeko, eraikinen kontsumo energetikoaren inguruan hainbat ikerketa-bide daude aztertzeke. Herrialde bakoitzerako energia eta kostu optimoen arteko konpromezua bilatzea iradokitzen da, zehazturiko limite maximoa betetzen duten eraikitze proposamen desberdinak biltzen dituen datu-base bat garatuz eta proposaturiko soluzio bakoitzaren jasagarritasuna aztertuz.

10. ERREFERENTZIA BIBLIOGRAFIKOAK

- [1] WASSOUF, MICHEEL. (2014). *DE LA CASA PASIVA AL ÉSTANDAR PASSIVHAUS*. Barcelona: Gustavo Gili.
- [2] PARLAMENTO EUROPEO. (2002). *DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios*.
- [3] PARLAMENTO EUROPEO. (2010). *DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)*.
- [4] INTELLIGENT ENERGY EUROPE PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION. *NEARLY ZERO-ENERGY BUILDING STRATEGY (ZEBRA2020)*, Azken eguneratzea 2018an, <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/zebra2020> helbidetik eskuratua, [08/06, 2018].
- [5] ENERGIEHAUS EDIFICIOS PASIVOS. *DEFINICIÓN DE PASSIVHAUS*, <http://www.energiehaus.es/passivhaus/definicion/> helbidetik eskuratua, [02/02, 2018].
- [6] Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (fenercom). (2011). *Guía del estándar Passivhaus - Edificios de consumo energético casi nulo*. Madrid.
- [7] PEP Plataforma Edificación Passivhaus. (2018). <http://plataforma-pep.org/> helbidetik eskuratua, [02/02, 2018].
- [8] Passive House Institute, *Passive House*, https://passiv.de/former_conferences/Passive_House_E/passivehouse.html helbidean eskuragarri, [13/02, 2018].
- [9] Passive House Institute, *Ventilation in Passive House*, https://passiv.de/former_conferences/Passive_House_E/ventilation_06.html helbidean eskuragarri, [15/02, 2018].
- [10] Elisa María, C. C. (2011). *Edificación Passivhaus. Trabajo de Fin de Master, Master Universitario en Edificación: Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona - Universitat Politècnica de Catalunya*.
- [11] Prieto Garcia, F. F. (2017). *Estudio del estándar Passivhaus, aplicación y comparativa con el CTE - Trabajo Fin de Máster*. Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior.
- [12] ENERGIEHAUS Edificios Pasivos. (2018). *Funcionamiento de una Passivhaus*: <http://www.energiehaus.es/passivhaus/funcionamiento-una-passivhaus/> helbidetik eskuratua, [28/02, 2018].
- [13] ENERGIEHAUS Edificios Pasivos. (2018). *Certificación Passivhaus*. <http://www.energiehaus.es/servicios/certificacion-passivhaus/> helbidetik eskuratua.

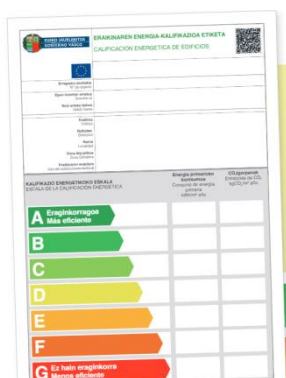
- [14] Passive House Institute. *Passipedia - The Passive House Resource*. <https://passipedia.org/> helbidetik eskuratua.
- [15] Passive House Institute. (2013). *Certified Passive House - Certification criteria for residential Passive House buildings*. Alemania: Passive House Institute.
- [16] Passive House Institute. (2018.eko Otsailak). *Building Certification Guide*. http://www.passiv.de/downloads/03_building_certification_guide.pdf helbidetik eskuratua.
- [17] Passive House Institute. (2018). *Component Database*. <https://database.passivehouse.com/en/components/> helbidetik eskuratua
- [18] Passive House Institute. *Windows for Passive Houses*. https://passiv.de/former_conferences/Passive_House_E/windows_passive_houses_06.html helbidean eskuragarri.
- [19] Passive House Institute. *Passive House Database*. <https://passivhausprojekte.de/index.php?lang=en> helbidean eskuragarri.
- [20] IDEALISTA NEWS. (2014). Así es una vivienda con matrícula de honor en la calificación energética.
- [21] Kompass. Directorio de empresas. <https://es.kompass.com/> helbidean eskuragarri. [14/05, 2018]
- [22] Passive House Institute. *U Window*. https://passiv.de/former_conferences/Passive_House_E/window_U.htm helbidean eskuragarri. [20/02, 2018]
- [23] RATIONEL Windows & doors. *Facts about window energy terms*. <http://www.rationel.co.uk/knowledge/energy-terms/#> helbidetik eskuratua. [04/03, 2018]
- [24] Rodríguez-Soria, B., Domínguez-Hernández, J., Pérez-Bella, J. M., & del Coz-Díaz, J. J. (2014). *Review of international regulations governing the thermal insulation requirements of residential buildings and the harmonization of envelope energy loss*. Elsevier.
- [25] Rodríguez-Soria, B., Domínguez-Hernández, J., Pérez-Bella, J. M., & del Coz-Díaz, J. J. (2015). *Quantitative analysis of the divergence in energy losses allowed through building envelopes*. Elsevier.
- [26] Koçlar Oral, G., & Yilmaz, Z. (2002). *The limit U values for building envelope related to building form in temperate and cold climatic zones*. Elsevier.
- [27] Mihai, M., Tanasiev, V., Dinca, C., Badea, A., & Vida, R. (2017). *Passive house analysis in terms of energy performance*. Elsevier.
- [28] Schnieders, J., Feist, W., & Rongen, L. (2015). *Passive Houses for different climate zones*. Elsevier.
- [29] IDAE. (2015). *Calificación de la eficiencia energética de los edificios*.

11. ERANSKINAK

11.1. ERAIKINEN EFIZIENTZIA ENERGETIKOAREN KALIFIKAZIOA

Europar Batasuneko eraikinen energia-eraginkortasuna sustatzeko asmoz, eraikinen (eraikin osoaren edo eraikinaren zati baten) energia-ziurtagiria derrigorrez egiteko agindua eman du EBk.

Hala, europar zuzentarauak betez, 2013ko ekainaren 1etik aurrera eraikinen jabeek ziurtagiri hori behar dute etxebizitza alokatu edo saldu ahal izateko. Beharrezkoa da eraginkortasun energetikoaren ziurtagiria edukitzea eraikuntza berriko eraikin guztietan, saltzen edo alokatzen den egungo eraikin osoan edo zati batean (etxebizitzak, lokalak...) eta erakunde publiko batek erabiltzen duen 250 m² baino gehiagoko azalera duen eraikinean.



24. Irudia - Etiketa energetikoa

Iturria: Eusko Jaurlaritza

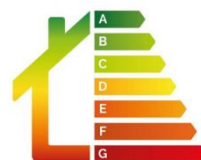
Ziurtagiriak, Eusko Jaurlaritzak egokitutako erregistroan behar bezala izena emanda, etiketa energetiko bat du (irudia) eta bertan eraikinak energia aldetik dituen ezaugarrien inguruko informazio publikoa azaltzen da, hamar urteko baliozkotasuna izango duelarik.

Ziurtagiri horrek eraikinaren (eraikin osoaren edo zati baten) energia-eraginkortasuna ebaluatu eta kalifikazio bat ematen dio, eraginkortasun energetiko handia, A mailatik eraginkortasun gutxikoa azaltzeko erabiltzen den G mailara sailkapena eginez.

Eraikinetan energia-alorrean egindako lanek ondorio zuzena dute energia-gastuan eta, ondorioz, energian eta fakturretan aurreztea dakarte. Adibidez, ziurtagiriko kalifikazioan letra bat aurrera egiteak (adibidez, Etik Dra pasatzeak), % 50-60 bitarteko energia-aurrezpena ekar dezake.

Kalifikazio energetikoari esker, jatorri ez berriztagarriaren energia primarioaren kontsumoa eta CO₂-aren emisioak ezagutu ahal ditugu, eraikin, etxebizitza eta lokal batek dituen premia energetiko estandarrak asetzeari begira.

Eraikin baten efizientzia energetikoa, funtzionamendu baldintza normaletan egonik urteko energia eskaria asetzeko beharrezko energia kontsumoa neurtuz edo kalkulatuaz lortzen da. Efizientzia energetikoa kualitatiboki zein kuantitatiboki eman daiteke, adierazle, indize, kalifikazio edota konbentzionalki zehaztatutako letren bidez, hauek, efizientzia handienetik txikienera adierazten duen eskala modura erabiliz. Jarraian letren bidez kalifikazio energetikoa egiteko metodologia azalduko da horretarako 235/2013 errege-dekretua jarraitzen da, 2010/31/UE Direktibaren aplikazioan.



25. Irudia - Eraikinen efizientzia energetikoa

Iturria: Google Irudiak

Kalifikazio energetikoa hainbat adierazleen bitartez adierazten da, hauek eraikinaren funtzionamendu ona ala txarraren arrazoia azaltzen dituztelarik. Honela, egoera bakoitzaren aurrean dagokien gomendioak lortzera bideratuz.

Funtzionamendu eta okupazio baldintza normaletan, eraikinak energia beharriaz ase behar ditu, hala nola, beroketan, hozketan, aireztapenean, ur bero sanitarioaren ekoizpenean edota argiztapenean kontsumitutako energia hain zuzen ere. Argiztapenaren kasuan, bai konfort termikoa eta argiaren baldintzak betetzeko zein barneko airearen kalitatea mantentzeko. Adierazleak beharriaz horiek asetzeko kontsumitutako energiatik lortuko dira, urte oinarrian eta eraikinaren azalera erabilgarriaren unitateko adieraziz. Efizientzia energetikoaren adierazleak bi motetan sailkatzen dira, alde batetik, nagusiak edota globalak, eta bestetik, osagarriak.

Efizientzia energetikoaren adierazle nagusi edo globalak hauek dira:

- CO₂ -ren urteko emisioak
- Energia primario berriztaezinaren urteko kontsumoa

Adierazle mota hauek beroketa, hozketa, ur bero sanitarioaren ekoizpena eta argiztapenaren zerbitzuek eragiten duten inpaktua hartzen dute. Gainera, energia iturri berriztagarrietatik deribatutako emisio murrizpenak zein energia primario berriztaezinaren kontsumoa ere kontutan hartzen da.

Efizientzia energetikoaren adierazle osagarriak ondorengoak dira:

- Urteko berokuntza energia-eskaria
- Urteko hozte energia-eskaria
- Zerbitzuek bideratutako energia primario ez berriztagarriaren urteko kontsumoa

Adierazle osagarrietan kontsideratzen diren zerbitzuak: beroketa, hozketa, ur sanitario beroaren ekoizpena eta, etxebizitzak ez diren eraikinen kasuan, argiztapena ere.

Adierazleak adierazteko unitateak:

- Eskari edo kontsumo balioetarako: kWh eraikinaren azalera erabilgarriaren m²-ko
- Emisio balioetarako: kgCO₂ eraikinaren azalera erabilgarriaren m²ko.

Bizitegi-eraikin pribatuen (etxebizitzaren) kalifikazio eskala

Bizitegietarako zuzenduta dauden eraikinek efizientzia energetikoaren adierazle bakoitzerako sailkatzen dira. Aurretik aipatutako zazpi letrez osatutako eskala erabiltzen da, A letratik (eraikin efizienteena), G letrara (efizientzia gutxien duen eraikina), hurrengo taulan ikus daitekeen moduan:

Kalifikazioa		Indizea		
A		C ₁	<	0,15
B	0,15	≤	C ₁	< 0,50

C	0,50	≤	C ₁	<	1,00
D	1,00	≤	C ₁	<	1,75
E	1,75	≤	C ₁		
			C ₂	<	1,00
F	1,75	≤	C ₁		
	1,00	≤	C ₂	<	1,50
G	1,75	≤	C ₁		
	1,50	≤	C ₂		

25. Taula - Etxebizitzaren kalifikazioa
Iturria: [29]

Adierazle bakoitzerako, C₁ eta C₂ indizeek, etxebizitza familiabakar eta etxebizitza-blokeen kalifikazio energetikoa lortzea ahalbidetzen dute, indize hauek ondorengo formulekin lortzen direlarik:

$$C_1 = \frac{(R I_o / \bar{I}_r) - 1}{2(R - 1)} + 0,6$$

$$C_2 = \frac{(R' I_o / \bar{I}_s) - 1}{2(R' - 1)} + 0,5$$

Non:

- I_o : Eraikinean aztertzen ari den adierazlearen (CO₂ urteko emisioak, energia primario ez berriztagarriaren urteko kontsumoa, beroketa eskaria, eta abar) balorea da.
- \bar{I}_r : Bizitegi pribatuen erabilera duten eraikin berrien (etxebizitzak) erreferentzia parkearen batez besteko balioa da.
- R : \bar{I}_r eta etxebizitza berrien erreferentzia parkearen pertzentilaren %10aren adierazlearen balioaren arteko ratioa da.
- \bar{I}_s : Existitzen diren bizitegi pribatuen erabilera duten eraikinen (etxebizitzak) erreferentzia parkearen batez besteko balioa da.
- R' : Ismarr eta existitzen diren etxebizitzaren erreferentzia parkearen pertzentilaren % 10aren adierazlearen balioaren arteko ratioa da.

\bar{I}_r , R , \bar{I}_s eta R' balioak guneko klimatiko bakoitzerako zehazten dira, balio horiek IDAEk (*Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*) laburbiltzen ditu.

11.2. KONTZEPTUAK

11.2.1. LEIHOAK

11.2.1.1. Leihoen U_w balioa

Edozein eraikuntza osagai orokorraren bidez galtzen den beroa U balioarekin definitzen da. Leihoen kasurako U_w balioa izendatzen da. U_w leihoaren balioa ahalik eta txikiena izan behar da, gutxienez $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ baino txikiagoa delarik. Balio hau leihoaren bero-galerak bezala kontsideratzen da [22].

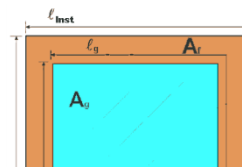
Ikus, adibidez, leiho estandar baten bero-galerak horma baten bero-galerekin alderaketaren kasua:

- Erresuma Batuan baldintza minimoa hormaren U balioan: $0,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Erresuma Batuan baldintza minimoa leihoaren U balioan: $1,8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

U balioa soilik ikusita, ikuspuntu energetikotik aztertuta, badirudi horma hobea dela leihoa baino. Baina, hormak, leihoak ez bezala, ez da eguneko eguzki-argia edota beroarekin aldatzen.

Aipatuenez, Passive House bezala zertifikatzeko leihoek U balioaren baldintza bete behar dute. Leihoaren U balioa (U_w) lortzeko EN 10077 arau europarra dago. Honen kalkulurako ondorengo aldagaiak erabiltzen dira:

- U_g beiraduraren U balioa
- A_g beirazko gainazalaren azalera
- U_f markoaren U balioa
- A_f markoaren azalera
- ψ_g beirazko ertzean zubi termikoaren koefizientea
- L_g beirazko ertzaren luzera
- ψ_{Inst} kanpo hormaren zubi termikoa
- L_{inst} leihoa hormarekin elkartzen deneko luzera



26. Irudia - Leihoen U_w balioa
Iturria: Passive House Institute

Leihoek garrantzi handia dute etxe baten energia-balantzean, beraz, energetikoki efizienteak diren etxeak eraikitzeko, beiraduraren eta markoaren azaleraren balio errealek erabili behar dira leihoen U balioa kalkulatzeko. Balio hau lortzeko, eraikinaren benetako errendimendua jakitea ahalbidetzen du, eta honek, dirua aurrezteak dakar. Horretarako, [2.3.5.](#) atalean azaltzen den PHPP planifikazio programa erabil daiteke.

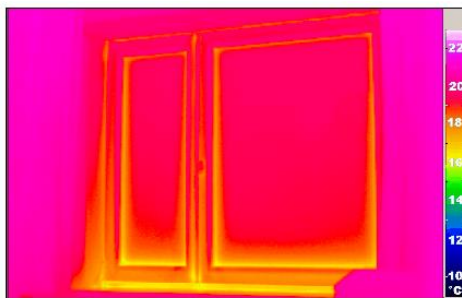
Aipatutako bero-galera guztiak kontutan hartuz, U_w -ren balioa lortzeko ondorengo formula definitzen da:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + L_g \psi_g + (L_{Inst} \psi_{Inst})}{A_g + A_f}$$

Leihoen U balioaren formularen, parentesien artean agertzen dena, instalazio zubi termikoa da eta honekin leihoaren galera guztiak kontutan

hartzen dira. Formulako aldagai indibidual bakoitzaren balioa ezaguna da etxe pasiboetako leiho mota bakoitzean. Leiho hauek Passive House Institutuak ziurtatzen ditu, eta ziurtagiri hori lortzeko (Passive House Institute) baldintza zorrotzak bete behar dira. Fabrikatzaileek balio horiek egiaztatu beharko dituzte, eta hauek betetzekotan, Passive House Institutuaren kalitate etiketak lortuko dituzte.

Beiraduraren ertzeko zubi termiko linealak garrantzi handia du, eta kontuan hartzen ez bada, emaitzak oso optimistak izan daitezke. Ondorengo irudian ertzaren garrantzia erakusten da:



27. Irudia - Leihoen ertzaren garrantzia
Iturria: Passive House Institute

11.2.1.2. Eguzki-beroaren irabazia / Eguzki faktorea (g_w)

Eguzki-beroa leihoak zeharkatzeko ahalmena g balio bezala definitzen da. Zenbat eta balio handiagoa izan, orduan eta eguzki-bero ehuneko handiagoa pasatzen da panelean zehar. Esan behar da, g balioa eta eguneko argia elkarren mendekoak direla. Izan ere, gehienetan eguzki-bero irabazi handia dagoenean, egunean zehar eguzki-argi ekarpen handia izatearen ondorio da, eta alderantziz. Ondo argiztaturiko gela batek, barne-klima egokia izatera laguntzen du, eta honenbestez, argiztapen artifizialerako elektrizitate faktura murrizten da.

Ondorioz, beiraduraren g balioa, eguzki-irabazi posiblearen adierazgarria da eta beraz, g balioa altua izan behar da, egun $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ inguruko balioa izaten da ohikoena [23].

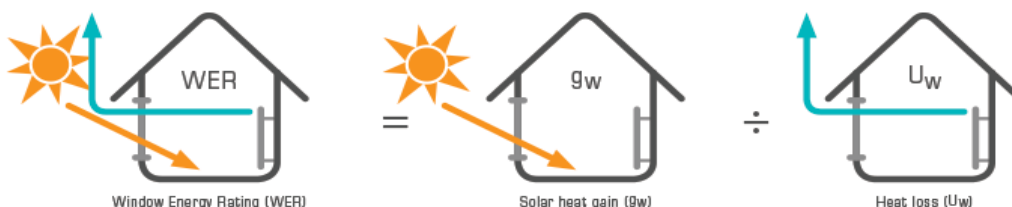
Era berean, hobe da leihoak marko zati txiki bat soilik izatea, betiere konpromezu batetara helduz, markoaren murrizketak U balioan eragin negatiborik ez izateko.

11.2.1.3. Energia-balantzea (WER: Window Energy Rating)

Energia-balantzeak errendimendu energetikoaren ideia orokor bat egitea baimentzen du. 28. Irudian erakusten den bezala, energia-balantzeak leihoaren bidezko bero irabaziaren eta bero galeraren arteko oreka azaltzen du. Kalkuluan, berokuntza garaia kontutan hartzen da eta leihoaren batezbesteko orientazioa. Emaitza negatiboa lortzen bada, bero galera bero-irabazia baino handiagoa dela esan nahi du. Aldiz, balore positiboa bada, berokuntza garaian leihoak bero gehiago ematen duela adierazten du. Beraz, ondorioztatu daiteke g balio altua eta U_w balio baxua konbinatuz, ahalik eta emaitzarik hoberenak lortzen direla.

Horma eta leihoaren arteko alderaketarekin jarraituz, energia-balantzearen kasuan ideia bat egiteko zenbakizko balioak [23]:

- Horma: - 20,6 kWh/m²/urte
- Leiho estandarra: -4,4 kWh/m²/urte
- Energia kontsumo baxuko leihoak: 23,9 kWh/m²/urte



28. Irudia - Energia-balantzea

Iturria: [23]

11.2.1.4. Leiho egokia etxe pasiboan

Leihoek, zuzeneko eta zeharkako eguzki-argia jasotzen dute. "g" eguzki-bero irabaziaren koefizienteak, perpendikularki beiran zehar pasatzen den eguzki erradiazio intzidentea adierazten du. Neguan, etxe pasiboetako leihoek, energia-balantze positiboa izan behar du, beiran hurrengokoa betez [22]:

$$U_g - 1.6 \frac{W}{m^2K} * g < 0$$

Baldintza hori betetzean, leihoen bidez lortutako eguzki-energia kantitatearen balioa, galerak baino handiagoa izango da.

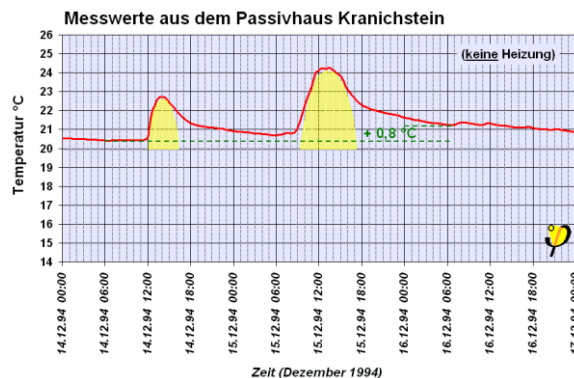
Etxe pasiboetako leihoak, ohiko leihoak ez bezala, energia irabaztea lortzen dute. Leihoak ahalik eta itzal gutxien duen tokian egon behar da, eta ipar hemisferioan, hegorantz orientatua izan behar da, ahalik eta energia gehiena irabazteko.

11.2.1.5. Kasu praktikoa: Kranichstein etxe pasiboa

Azaldutakoa erakusteko, Passive House Institutuko webgunean eskuragarri dagoen etxe baten kasua hartu da leihoen eta etxearen barne-tenperaturaren arteko erlazioa azaltzeko asmoarekin. Kranichsteineko (Alemania) etxe pasiboak abenduan kalefakziorik behar izan ez zuela erakusten da. Egun eguzkitsuekin leihoen zehar eguzki-energia sartzen da, etxearen barne-tenperatura nabarmenki igoaraziz. Leihoen kalitateari esker, nahiz eta hurrengoko egunak lainotsuak izan, eta beraz, eguzki-energiarik ez jaso, barneko tenperatura mantentzea edota oso gutxi jaistea lortzen da.

Hona hemen azalpena: 2004. urteko abenduan, Kranichsteineko (Alemania) etxeak ez zuen kalefakziorik behar izan. Bi egun eguzkitsu egon ziren, abenduaren 14a eta 15a, hain zuzen, eta beiradurak eguzki-energia sartzea baimendu zuen, barneko tenperaturak nabarmenki igoaraziz (fase horiak 29. irudian). Etxearen masa-termikoa kargaturik utziz. Bero-galerak oso txikiak direnez, etxeak beroa mantendu dezake. Abenduaren 16an goizeko 6:00etako

temperatura, abenduaren 14an baino 0,8 gradu altuagoa da. Hurrengo egunak oso lainotsuak izan ziren, eta beraz, berokuntza gabeko egun bakoitzeko 0,2 gradu galtzen zituen etxeak. Jarraian, diagraman ikus daiteke aipatutakoa. [14]



29. Irudia - Kranichsteineko etxe pasiboaren temperatura eta denboraren arteko diagrama Iturria: Passive House Institute

Gaur egun, espero den eguzki-energiaren irabazpena nahiko zehazki kalkula daiteke PHPP-rekin.

11.2.1.6. Beirak

Leihoak aipatzerakoan, ezinbestekoa da hauen osagairik garrantzitsuenaz hitz egitea, beirak alegia. Jarraian, historian zehar beiren teknologiak izandako garapena azaltzen delarik. [18]

Eraikuntzako sektorean, leihoen esparrua izan da kalitate garapen azkarrena izan duena, izan ere, azken 30 urteetan leihoen bero-galera koefizientea (U_w) nabarmenki murriztua izan da.

1970ko hamarkadaren hasieran, Alemaniako leiho gehienek **ohiko beirak** zituzten, U_w -ren balioa $5,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ -koa izanik, hori erakusteko, aipa dezagun 1 m^2 -ko leiho batek bero-galerei aurre egiteko urteko 60 litro erregai behar zituela berokuntzarako. Leiho horrek 48 €/m^2 -ko funtzionamendu kostua duelarik urteko berokuntza-energiarako.

Isolamendu txarra dela eta, kanpoko hoztasuna zuzenki sartzen da leihoan zehar barneko geruzara. Kanpoko airearen temperatura $-7,5 \text{ °C}$ -koa baino gutxiago bada, barne-gainazalean izotz zuria egongo da, **izotz-puntu** bezala definitzen dena. Beraz, isolamendu termiko eskasa izateak, konfort minimoa eta kalte arrisku handiagoa dakar.

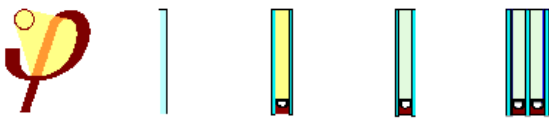
Alemaniako eraikuntza berri eta eraberrituetan, termopanozko beiradurak ("thermopane glazings") erabiltzen hasi dira, **beiradura bikoitza** izenekin ere ezaguna. Honek, errendimendu askoz hobea du leiho konbentzionala baino. Bi panelen artean aire-hutsune bat uzten da, honela, bero-galera koefizientea $2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ -ra murriztuz. Ondorioz, beira sinplearekin alderatuz, ia bero-galera erdiak aurreztea lortzen da, eta beraz, urteko kostu erdira jaitea ere. Nahiz eta sekulako hotz garaian egon (adibidez -15 °C), barne-gainazalaren temperatura ez da inoiz $7,5 \text{ °C}$ baino gutxiago izango. Beraz, ez da izotz-punturik existituko, baina,

hala ere, gainazala hotz egongo da eta kondentsazioa sortuko da, tenperatura ihintz-puntua baino askoz ere baxuagoa baita.

Arrakastarik handiena interpano tartean metalezko estalki meheak sartzea izan zen, **low-e** geruza bezala izendatu zutena, emisibitate termiko baxurako. Estalki hauek, barne eta kanpo panelen arku erradiazio termikoa murrizten dute 5etik 20rako faktorean. Gainera, tarteko gasa, gas noblea izatera pasatzen da, argona edo kriptona, hauek eroankortasun termiko askoz ere baxuagoa dutelarik. 1995. urteko isolamendu-ordenantza alemaniarra zela eta, "beira baxu" hauek eraikitze estandar bihurtu ziren Alemanian. Nahiz eta kristalen kalitatea izugarri handitu, beiradurak ez ziren garestiagoak bilakatu. Banatzaile estandarra duen egur edo plastikozko leiho batek, panel estandar bikoizdun emisibitate baxuko beiradurarekin $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ eta $1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ bitarteko U balioa du. Beraz, bero-galerak gutxitu egin da aurreko panel bikoizdun leihoarekin alderatua. Honela, izotzaldian, barne-gainazaleko batezbesteko tenperatura $13 \text{ }^\circ\text{C}$ -koa da. Hala ere, konbekzio korrante bidezko leihoaren aire hotz fluxua lurrean senti daiteke aire-hozdun geruza bat bezala, beraz, arazo hau konpondu beharra dago erosotasun optimoa lortzeko. Kasu honetan, konfort termikoa Erdialdeko Europaren kasurako azaltzen da. Klima desberdinetan, barne-gainazaleko tenperaturak kasu honen berdinak izan beharko dira erosotasun-maila berdina eskaintzako, baina hori lortzeko, U-ren balioak ezberdinak izan beharko dira.

Alemanian, energia efizientearen eraikuntzarako garapenik handiena, **panel hirukoitzeko igorpen baxuko beirak** izan dira. Izan ere, panelen artean bi hutsune gehitzen baldin badira, igorpen baxuko estaldurarekin hutsune bakoitzean eta gas nobleekin betez, lortzen diren U balioak $0,5$ eta $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ tartean egongo dira. Leihoa guztiz kalitate handikoa izatea eskatzen du, markoa eta estaldura isolatzaileak direlarik. "Konfort termikodun leihoa" edo "**etxe pasibodun leihoa**" da honen **emaitza**. Leiho mota hau erabiliz, urteko bero-galera, leihoaren azaleraren metro karratu bakoitzeko, berokuntzarako 8 litro oliora murrizten da, hasierako leiho konbentzionalaren balioarekin alderatuz ezberdintasuna oso handia dela antzeman daiteke. Kalitate honetako leihoa erabiliz, leihoaren bidez lortzen den eguzki-energia pasiboa (energia irabazia) modu esanguratsuan gaindituko ditu galerak. Eraikinaren inguratzailearen bai osagai garden zein opakuen (hormak eta teilatuak) bero-galera netoak arbuigarriak izango dira. Inguratzaile opakoaren isolamenduaren U balioa $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ingurukoa izango da, etxe pasiboen leihoen kalitateari egokituta egongo baita. Honela, Erdialdeko Europako neguko klima heze eta hotzean etxe pasiboak eraikitzea ahalbidetuko da, zeintzuek konfort termikoa mantenduko duten aireztapen sistemako aire hotza berotuz.

Hurrengo irudian (**30. Irudia**) beira konbinazio mota bakoitzerako: simplea, bikoitza, low-e bikoitza eta low-e hirukoitza; dagozkien Ug balioa, gainazal tenperatura eta eguzki-transmisioaren balioak laburbildu dira.



Type	single	double	double low-e, Ar	triple low-e, Ar
U_g -value ($W/(m^2K)$)	5.60	2.80	1.20	0.65
Surface temperature ($-10\text{ }^\circ\text{C}$ out : $20\text{ }^\circ\text{C}$ in)	-1.8 $^\circ\text{C}$	9.1 $^\circ\text{C}$	15.3 $^\circ\text{C}$	17.5 $^\circ\text{C}$
solar transmittance	0.92	0.80	0.62	0.48

30. Irudia - Beira konbinazioak eta dagozkien balioak

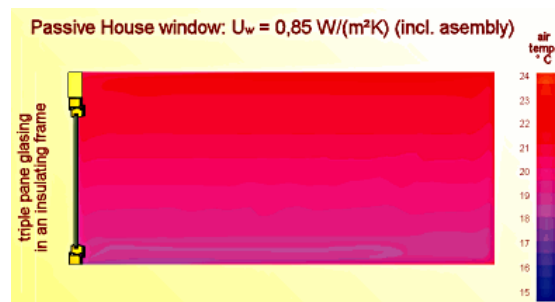
Iturria: Passive House Institute

Etxe pasiboaren leihoen abantaila ez da soilik bero-galaren murrizpena, erosotasun termiko handiagoa izatea ere bada beste abantaila nagusietako bat. Izotzaldi handietan ere, barne-gainazalaren tenperatura ez da $17\text{ }^\circ\text{C}$ baino txikiagoa izango.. Esan beharra dago, etxe pasiboetarako bestelako baldintzak ere bete behar direla, hala nola, airearen estankotasuna eta zubi termikorik gabekoa. Baldintza hauetan, erosotasun termikoa, gelara beroa transferitzen den moduaren independentea da. Hauxe lortzeko gakoa leiho hobetuak dira.

Passive Housen 10.konferentzian zehazturiko erabakien artean, kalitate handiko leiho batek izan behar dituen osagaiak eman zaie arreta, ondorengoak direlarik:

- Beira-orri hirukoitz eta emisibitate baxuko beiradurak
- Egurrezko marko isolatuak
- Plastikozko marko isolatuak
- Beira-isolatzaileak fatxaden eraikuntza
- Banatzaile isolatzaileak
- Hermetikoak eta zubi termikorik gabekoak diren leihoetarako osagaiak

Etxe pasiboetarako beira egokiak, barne-gainazalerako tenperatura eroak izango dute nahiz eta ingurunea izozte garaian egon. Zehatzago esanda, etxe pasiboetarako leihoa erabiltzen bada, ez da tenperatura metaketarik suertatuko. Ondorioz, erradiadorea barne-gainazalean ezarritik ere, konfort termiko optimoa lor daiteke ASHRAE-55 "A" konfort motarekin. Honela, [31. Irudian](#) ikus daiteke nola airearen tenperatura konfort termikoan dagoen.

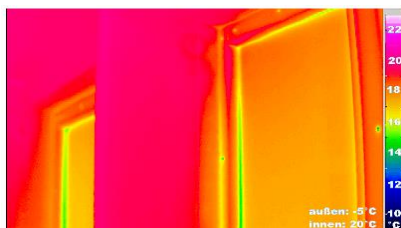


31. Irudia - Beiradura hirukoitza marko isolatzailean

Iturria: Passive House Institute

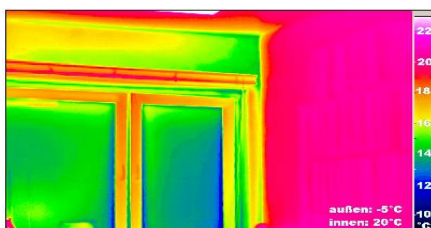
Passive House Institutuko argazki infragorriak hartu dira beira mota bakoitzaren erabilpenak eragiten dituen temperatura ezberdintasunak erakusteko xedearekin, hurrengoko irudietan ikus daitekeen bezala.

32. Irudian, leiho pasibo baten barne-gainazalaren pantaila-argazki infragorria dago. Airearen kanpo temperatura $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -koa da eta barnekoa $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -koa. Temperatura koloreei erreparatuz, gainazal osoa, hau da, beiradura eta markoaren zati guztiek, erosoki bero daudela antzeman daiteke. Horrez gain, beiraduraren murriztapenean ere, temperatura ez da $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tik jaisten.



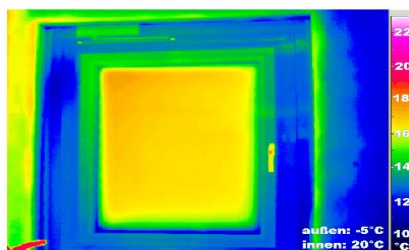
32. Irudia - Leiho pasiboaren barne-gainazala
Iturria: Passive House Institute

Konparazioa egiteko, baldintza berdinetan panel bikoizdun leiho zahar bat hartzen da (33. Irudia). Batezbesteko temperatura $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tik beherakoa da. Zubi termiko gogorrak ikus daitezke, bereziki hormigoizko leihoburuaren inguruan.



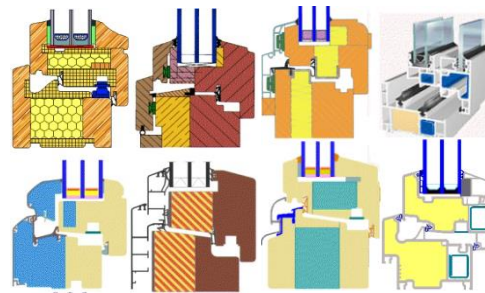
33. Irudia - Panel bikoizdun leiho zaharra
Iturria: Passive House Institute

Panel bikoizdun emisibitate baxuko beiradurak, gainazaleko temperatura altuagoa erakusten dute, batezbestekoa $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ -koa delarik. Marko konbentzionalaren isolamendu txarra nabaria da. Etxe pasiboaren markoak hobekuntza adierazgarria baimentzen dute.



34. Irudia - Panel bikoizdun emisibitate baxuko beiradura
Iturria: Passive House Institute

Marko isolatzaileak erabiliz, etxe pasiboentzako egokiak diren leihoen adibideak:



35. Irudia - Marko isolatzaileak erakusten dituzten leihoak
Iturria: Passive House Institute

11.2.2. KONTSUMO ENERGETIKOAREN PARAMETROAK

Eraikinen analisia egiteko hiru energia parametro aztertzen dira: inguratzaileren transmisio termikoa, eraikinaren trinkotasun faktorea eta barne-tenperatura, jarraian hauek definitzen direlarik. [24]

11.2.2.1. Inguratzaileren transmisio termikoa

IECC-ren inguratzaille termikoaren definizioan, soto-hormak, kanpo-hormak, zorua, sabaia eta orokorrean gela ixteko erabiltzen diren bestelako elementu konstruktiboak kontsideratzen dira. Inguratzaileren transmisio termikoaren kontzeptua U faktorearekin definitzen da: eraikitze sistema batean zehar transmititzen den beroa denbora- eta azalera-unitateko.

Inguratzaileren transmisio termikoa ondorengo ekuazioarekin kalkulatu da:

$$U = \frac{1}{R_i} + \sum \frac{\lambda_i}{e_i} + \frac{1}{R_e}$$

Non:

- λ_i : Inguratzaillearen osatzen duen material bakoitzaren konduktibitate termikoaren balioa, W/(m K) – tan.
- e_i : Material geruza bakoitzaren lodiera m-tan.
- R_i : Barnealdeko airearen gainazaleko erresistentzia termikoa m²K/W-tan.
- R_e : Kanpoaldeko airearen gainazaleko erresistentzia termikoa m²K/W-tan.

Herrialdeek inguratzaillearen transmisio termikoa hainbat parametroen arabera mugatzen dute:

- U_{max} : Inguratzaillearen elementu bakoitzaren *transmisio limitea*, itxituraren eraikitze motaren arabera.
- U_{med} : Inguratzaille multzo baten *batezbesteko transmisio limitea* eraikinean dauden kokapenaren arabera, orokorrean horma, zoru, sabai eta hutsuneetan ezberdintzen delarik.
- H: *Eraikinaren bero-transferentziaren koefiziente globala*, ondorengo ekuazioaren arabera kalkulatu dena (unitatea W/(m² K):

$$H = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i}$$

Non:

- U_i : Itxitura bakoitzeko transmitantzia termikoa $W/(m^2K)$ -tan.
- A_i : Itxitura bakoitzaren azalera zehazturiko transmitantziarekin, m^2 -tan.

Transmitantzia hauen balio maximoak zehazten dira eraikinen inguratzaile termikoaren bidezko energia-galerak mugatzeko. Inguratzaileak duen itxitura bakoitzetik galtzen den energia honela kalkulatzen da:

Itxituren bidez urteko energia-galera (W -tan) = $\sum U A \times$ (gradu-egun urteko), non:

- U : Itxituraren transmitantzia termikoa (W/m^2K)
- A : Itxituraren azalera (m^2)

Urteko gradu-egunak: Kanpoaldeko batezbesteko tenperaturaren eta erreferentzia tenperaturaren kenduren batura. Erreferentzia tenperatura (edo tenperatura oinarria), urteko egun bakoitzerako tenperaturaren balio zehatz bat da zeina, balio horretatik aurrera, etxeko gelak egurastu behar diren. Gradu-egunak zenbakiaren balioa, berotzeko gradu-egunak eta hozteko gradu-egunak batuz lortzen da. Berotzeko gradu-egunak, ingelesezko *Heating Degree Days* (HDD) terminoa da, honela kalkulatzen delarik (K -etan):

$$HDD = \sum_1^N (T_{base} - \bar{T}_i)$$

Eta hozteko gradu-egunak K -etan, *Cooling Degree Days* (CDD):

$$CDD = \sum_1^N (\bar{T}_i - T_{base})^+$$

- N : .ekuazioaren kasuan, neguko egun kopurua, eta aldiz, .ekuazioan, udako egun kopurua.
- T_{base} : Erreferentziatzeko tenperatura, zeinarekin gradu-egunak kalkulatzen diren.
- \bar{T}_i : Eguneko batezbesteko tenperaturaren balioa da. Egunean izandako tenperatura maximoa eta tenperatura minimoaren arteko batura eginez eta ondoren emaitza hori zati bi eginez lortuko da bere balioa
- + zeinuarekin adierazten da bakarrik kontuan hartuko direla parentesien arteko balio positiboak.

11.2.2.2. Trinkotasun faktorea

Trinkotasun faktorea, eraikinak beroa biltegitzeko duen ahalmena eta itxituren bidez bero-galerak ekiditeko ahalmenarekin erlazonaturik dago. Trinkotasun ona duen eraikinak, azalera eta bolumenaren arteko erlazio altua duena izango da (ikusi [2.3.3.2 Eraikinaren trinkotasuna](#) atala).

$$C_f = S_e/V$$

Non:

- S_e : eraikinaren inguratzailearen azalera
- V : eraikinaren barneko bolumena m³-tan.

11.2.2.3. Barne-tenperatura

Barne-tenperatura, gelaren barnean dagoen airearen tenperatura da. Balio hau egon behar den tartea zehazteko tenperatura operatiboaren bidez zehazten da, zeina ondorengo ekuazioaren bidez kalkulatzen den K-etan:

$$T_{op} = \frac{h_c * T_{amb} + h_r * T_{rm}}{h_r + h_c}$$

- T_{amb} : Barneko tenperatura K-etan
- T_{rm} : Itxitura mugatzen duen inguratzailearen barne-gainazaleko tenperatura erradiatzaile batezbestekoa, K-etan.
- h_c : Konbekzio-koefizientea T_{rm} tenperaturan, W/(m²K)-tan.
- h_r : Konbekzio-koefizientea T_{amb} tenperaturan, W/(m²K)-tan.

Nahiz eta T_{rm} orokorrean barne-tenperaturaren antzekoa izan, zehatzagoa da kalkulatzea T_{rm} ren balioa dagokion azalera eta gainazalean, gehien bat gainazal hori hotz samarra (adibidez leihoa neguan) edo bero samarra (sabaiaren kasua udan) baldin bada.

Barne-tenperatura tartea, eta ondorioz, tenperatura operatiboa, ez da beti berdina izango, hainbat faktoreen menpe egongo da gelari konfort termikorik hoberena eskaintzeko. Konfort termiko hau *percentage of people dissatisfied* (PPD) portzentaiarekin adierazten da, hau da, ase gabeko pertsonen ehunekoa: gela oso hotz edo oso bero dagoelakoaren sentsazioa duten pertsonen kopurua adierazten duena. Zehaztutako PPD bati dagokion gelako tenperatura lortzeko hurrengo parametroen menpe dago:

- *Tasa metabolikoa*: pertsona batek gelan dagoen energia erabiltzeko abiadura, askapen-beroa neurtuz zenbatesten dena. W/m²tan edota met-etan (1met= 58 W/m²) neurtzen da eta aktibitatearen intentsitatearen menpekua da. Tasa metabolikoa handitzen bada, tenperatura operatibo ideala txikiagoa izango da.
- *Arroparen isolamendu termikoa*: Clo-tan neurtzen da (1Clo= 0,155 m²°C/W), arropa konbinazioaren arabera zehaztua, honela, biluzik dagoen pertsona baten isolamenduaren balioa 0,0 Clo izango da, aldiz, janzkia daraman pertsona batena 1,0 Clo-koa. Isolamendu termikoa handiagoa bada, tenperatura operatibo ideala txikiagoa izango da.
- *Aire abiadura*: Gorputzaren hozketa edota beroketa handiagotzen du eta baita deserosotasun termikoa eta bestelako deserosotasunak turbulenzia jasotzen denean. Egoera hotzean aire abiadura 0,25 m/s baino gutxiago izan behar da eta egoera beroan, 0,50 m/s baino gutxiago, deserosotasuna tenperatura-diferentziagatik sortua baita.

- *Hezetasun erlatibo* altuak izerdiaren lurruntzea mugatzen du, bereziki tenperatura altuarekin eta aire-abiadura txikiarekin konbinatzen denean. Faktore hauek sentazio deserosoa ekarriko dute, beste faktoreekin konpentsatu daitekeena.