Llywodraeth Cymru
Welsh Government

Cymru: Diogelu ymchwil ac arloesedd ar ôl ymadael â'r UE

Diogelu Dyfodol Cymru Cymru

Cynnwys

Cyflwyniad 1

Crynodeb gweithredol 2

Ymchwil ac Arloesedd: Sbardunwyr ffyniant economaidd a chymdeithasol 4
- Buddsoddi mewn ymchwil a datblygu i wella cynhyrchiant
- Cymru: Datblygu sylfaen ymchwil gref i helpu'r economi i ddatblygu

Effaith Brexit ar sylfaen Ymchwil ac Arloesedd Cymru 8
- Ariannu ymchwil a datblygu gan y DU
- Ariannu gan yr UE
- Ariannu Ymchwil Ewropeaidd (2000–2018)
- Prifysgolion Cymru

Ymgysylltu rhyngwladol: Twf yn yr ymchwil dros ffiniau 22
- Cyhoeddiadau Ymchwil
- Cydweithio Ewropeaidd: Horizon 2020

Casgliad 29

Atodiad 1: Perfformiad Cymru o ran Ymchwil ac Arloesi 30

Atodiad 2: Troi ymchwil ac arloesi'n fusnes 46

Atodiad 3: Datblygu gallu ym maes ymchwil yng Nghymru 58

OGL © Hawlfraint y Goron 2019 WG36759 ISBN argraffu: 978-1-78964- 935-2 ISBN digidol: 978-1-78964-936-9
Mae'r ddogfen yma hefyd ar gael yn Gymraeg / This document is also available in Welsh

Cyflwyniad

Mark Drakeford AC
Prif Weinidog Cymru

Kirsty Williams AC
Y Gweinidog Addysg

Dros yr 20 mlynedd diwethaf, mae sylfaen ymchwil Cymru wedi tyfu'n gyson yn ei maint, ansawdd, effaith a'i chysylltiadau rhyngwladol. Rydyn ni bellach gyda'r gwledydd ymchwil mwyaf effeithiol am droi lefelau cymharol fach o gyllid yn ymchwil uchel ei pharch.

Sylfaen perfformiad trawiadol Cymru yw'r hen bartneriaeth rhwng Llywodraeth Cymru, Prifysgolion a Busnesau a'r cymysgedd o arian CCAUC, y Cyngor Ymchwil a Chronfeydd Strwythurol yr UE.

Mae hyn wedi arwain at wella ein sylfaen ymchwil i bwynt lle y mae Cymru'n gwneud yn well o ran ei hymchwil gyhoeddedig na gwledydd eraill y DU a gwledydd eraill o faint tebyg. Hefyd, o wledydd y DU yn 2014, yng Nghymru y cafwyd y gyfran uchaf o gydweithio rhyngwladol, gyda chyd-awduron o'r tu allan i Gymru wedi cyfrannu at 70 y cant o'i chyhoeddiadau.

Mae Brexit yn fygythiad mawr. Mae bron 80 y cant o'r cyllid a gawn gan yr UE ar gyfer ymchwil ac arloesi yn dod o gronfeydd strwythurol yr UE ac ni allwn fod yn hyderus y gwnaiff Llywodraeth y DU iawn am y diffyg hwn.

Mae gan Lywodraeth y DU gynlluniau i gyflwyno Cronfa Ffyniant Gyffredin ond nid yw eto wedi cyhoeddi faint bydd ei gwerth na sut y caiff ei rhedeg ar gyfer y gwledydd datganoledig.

Ond nid arian yw'r unig bwnc. Mae ymchwil ac arloesi'n dibynnu ar ymchwilwyr ac arloeswyr yn cael croesi ffiniau'n ddirwystr. Mae gan Brifysgolion Cymru enw da am weithio'n rhyngwladol ac mae'n hanfodol nad yw trefniadau mudo'r DU ar ôl Brexit yn niweidio Prifysgolion na busnesau Cymru.

Yn y ddogfen hon, rydyn ni'n esbonio pam mae ymchwil ac arloesi mor bwysig i Gymru a sut y maen nhw wedi cyfrannu at ein heconomi. Mae Llywodraeth Cymru wedi ymrwymo i weithio gydag eraill ac mae am wneud popeth yn ei gallu i sicrhau canlyniadau fydd yn diogelu Cymru a'n ffyniant, nawr ac yn y dyfodol.

Crynodeb Gweithredol

Ceir tystiolaeth gref bod ymchwil ac arloesi'n dod ag elw mawr a pharhaol i'r economi[1]. Mae twf economaidd yn esgor ar y trethi sydd eu hangen i ddarparu gwasanaethau cyhoeddus o ansawdd uchel sy'n helpu gwledydd i ffynnu.

Mae gan Gymru hanes balch o arwain a chynnal ymchwil ac arloesedd blaengar. Mae Cymru'n wlad sy'n chwarae ei rhan yn y byd ymchwil sydd wedi llwyddo dros yr 20 mlynedd diwethaf i dyfu yn ei maint, ansawdd, effaith a'i chysylltiadau rhyngwladol.

Mae sylfaen ymchwil ac arloesi Cymru'n ased cenedlaethol, sy'n dod â buddiannau economaidd, cymdeithasol, diwylliannol ac iechyd i Gymru, y DU ac i bartneriaid ledled y byd.

Ond mae sylfaen ymchwil fach ond effeithiol Cymru'n wynebu cystadleuaeth o bob cwr o'r byd a chystadleuaeth o ran blaenoriaethau. A ninnau ar fin gadael yr Undeb Ewropeaidd (UE), ni fu erioed mwy o angen inni wneud yn fawr o'n cryfderau i gynyddu elw ymchwil ac arloesedd sy'n fawr eu heffaith ac sy'n hwb i economi Cymru.

Mae gwaith ymchwil ac arloesi Cymru yn bosib diolch i gymysgedd o arian oddi wrth Gynghorau Ymchwil yr UE, Cyngor Cyllido Addysg Uwch Cymru (CCAUC), elusennau, arian ymchwil yr UE a Llywodraeth Cymru.

Dywed Adolygiad Reid[2] (2018) bod yr ...''**ecosystem ymchwil ac arloesi yng Nghymru yn gryf ac mae'n cynnwys enghreifftiau hynod lwyddiannus o gydweithio rhwng prifysgolion a busnesau ac effaith gwaith ymchwil. Ond nid yw'r sail ymchwil yn ddigon mawr i gyflawni ei llawn potensial ar gyfer pobl Cymru'.**

Yn wahanol i'r rhan fwyaf o'r DU sy'n cael ei harian ymchwil ac arloesi Ewropeaidd trwy raglenni cystadleuol Horizon 2020, nododd yr adolygiad fod Cymru yn cael y rhan fwyaf o'i harian ymchwil ac arloesi Ewropeaidd o Gronfeydd Strwythurol yr UE.

Yn ystod cyfnod ariannu'r Rhaglen bresennol (2014–2020), hyd at fis Medi 2018, mae Llywodraeth Cymru wedi buddsoddi £340m mewn blaenoriaethau Ymchwil ac Arloesi. Mae hyn yn cynrychioli 20% o holl arian cronfeydd strwythurol yr UE a neilltuwyd i Gymru ac mae'n parhau i fod yn hanfodol i gynyddu capasiti a seilwaith ymchwil Cymru[3].

O gofio mai dim ond 2 y cant o holl arian ymchwil a datblygu y DU sy'n dod i Gymru[4], bydd colli'r cronfeydd strwythurol yn golygu ergyd arwyddocaol ac anghymesur ar y buddsoddiad mewn ymchwil ac arloesi yn y dyfodol yng Nghymru.

Gall colli arian strwythurol yr UE fod yn fygythiad sylweddol i'r sylfaen ymchwil y mae Cymru wedi bod yn ei datblygu'n llwyddiannus dros y degawd diwethaf. Mae *Adolygiad Reid* yn dadlau y dylai Llywodraethau Cymru a'r DU ill dwy roi arian ychwanegol i brifysgolion a busnesau i sicrhau bod Cymru'n parhau i allu addasu i'r amgylchedd ariannu newydd ôl-Brexit.

Mae gan Lywodraeth Cymru record amlwg o fuddsoddi yn sylfaen ymchwil Cymru, fel y mae'r rhaglen o fri rhyngwladol, Sêr Cymru, yn ei phrofi. Ond nid oes disgwyl realistig y bydd arian Llywodraeth Cymru ar ei phen ei hun, er ei llwyddiant cynyddol yn y broses gystadleuol genedlaethol am arian UKRI yn gallu gwneud i fyny am gronfeydd strwythurol yr UE a gollir.

---

1 *Our Plan For Growth*, Llywodraeth, 2014
2 https://gov.wales/docs/det/publications/reid-review-cy.pdf
3 Mae'r data'n cynnwys ymrwymiad a gwariant ar lefel yr ERDF a'r ESF
4 https://gov.wales/statistics-and-research/research-development-expenditure/?lang=cy

Nid o Lundain y bydd cydbwyso economi'r DU. Os yw Llywodraeth y DU o ddifrif ynghylch cyflymu twf a chynhyrchiant, bydd angen cael hyd i arian i gymryd lle Cronfeydd Strwythurol yr UE i adeiladu sefydliadau cryfach i gydbwyso'r lefelau hanesyddol uwch o gyllido ar gyfer ymchwil ac arloesi yn Llundain a de-ddwyrain Lloegr. Yn *Diogelu Dyfodol Cymru*[5] (2017) mae Llywodraeth Cymru'n galw am gyfnewid arian yr UE ag arian o'r DU. Rydyn ni wedi ymrwymo i fuddsoddi o leiaf y lefelau cyfredol o arian mewn ymchwil ac arloesi trwy ba bynnag drefniant fydd yn cymryd lle trefn ariannu'r UE.

Er mwyn cefnogi ymrwymiad Strategaeth Ddiwydiannol y DU i gydbwyso economi'r DU heb aberthu rhagoriaeth yr ymchwil, rydyn ni'n galw ar Lywodraeth y DU i wneud y canlynol:

Cadw at yr addewidion a wnaed yn ymgyrch refferendwm yr UE na fyddai Cymru geiniog ar ei cholled wrth i ni ymadael â'r UE. Rhaid i hyn gynnwys addasiad parhaol uwch i waelodlin Llywodraeth Cymru sy'n cyfateb o leiaf i'r lefelau a gafwyd yn hanesyddol drwy gronfeydd Strwythurol a Buddsoddi'r UE, heb unrhyw gyfyngiadau ar wario.

Negodi mynediad llawn a di-dor i'r ystod o raglenni Ymchwil ac Arloesi (FP9) Horizon Europe ac Erasmus+ ar ôl 2020 a chyfranogaeth lawn ynddynt.

Sicrhau ei bod yn cael parhau i fanteisio ar fenthyciadau Banc Buddsoddi Ewrop.

Sicrhau system fudo ymchwil-gyfeillgar sy'n caniatáu i ymchwilwyr symud yn ddilyffethair ar draws ffiniau, gyda gwarantau i ddinasyddion yr UE sy'n gweithio yn ein prifysgolion a chadw hawl myfyrwyr i fynd o wlad i wlad.

Dod â Gweinidogion Llywodraeth Cymru, Llywodraeth yr Alban, Gweithrediaeth Gogledd Iwerddon a Llywodraeth y DU a'u swyddogion ynghyd yn rheolaidd ar faterion polisi economaidd er mwyn cydgysylltu ym meysydd ymchwil ac arloesi ar draws ffiniau'r DU yn well.

[5] https://beta.gov.wales/sites/default/files/2017-01/30683%20Securing%20Wales%C2%B9%20Future_WELSH_WEB.pdf

Ymchwil ac arloesedd: sbarduno ffyniant economaidd a chymdeithasol

Cydnabyddir bod ymchwil ac arloesi yn sbardun ar gyfer mantais economaidd gystadleuol a chynhyrchiant. Mae datblygu cymdeithas arloesol sy'n seiliedig ar wybodaeth, sydd ag ymchwil ac arloesedd yn sylfeini iddi, yn elfen hanfodol o allu cystadlu â'r byd ac yn elfen anhepgor o bolisi unrhyw lywodraeth sydd am weld gwelliannau economaidd a chymdeithasol cynaliadwy[6].

Daw rhagoriaeth Cymru a'r DU ym myd ymchwil ac arloesi â manteision economaidd, cymdeithasol ac iechyd mawr trwy gryfhau sylfeini diwydiant a chreu swyddi a chymwysiadau sy'n gwella ansawdd bywyd ac yn cyfoethogi lles diwylliannol[7]. Mae cynhyrchiant busnesau sy'n buddsoddi mewn ymchwil a ffurfiau eraill ar arloesi yn tueddu i fod yn uwch, maen nhw'n creu swyddi o ansawdd uwch ac yn fwy tebygol o allforio[8].

Yn yr Unol Daleithiau dros yr 50 mlynedd diwethaf, datblygiadau gwyddonol a thechnolegol sydd wedi creu rhyw hanner o'r holl dwf economaidd a fu ac ar hyn o bryd, mae 75 y cant o'r galwedigaethau sy'n tyfu gyflymaf yn gofyn am sgiliau a gwybodaeth STEM[9].

Mae tystiolaeth gan Academïau Cenedlaethol yn dangos bod gan ymchwil ac arloesi effaith fyd-eang trwy gryfhau a chynnal diplomyddiaeth wyddonol lwyddiannus gan fod gwlad sydd â sylfaen wyddonol o ansawdd uchel yn denu busnesau ymchwil ac arloesi amlwladol.

Mae Llywodraeth y DU wedi dangos mai arloesi sydd i raddau helaeth i gyfrif am 50 y cant o'r twf mewn cynhyrchiant rhwng 2000 a 2008: roedd cwmnïau oedd yn buddsoddi'n gyson mewn ymchwil a datblygu 13 y cant yn fwy cynhyrchiol na'r rheini nad oedd yn gwneud.[10] Mae ymchwil a datblygu sy'n cael eu hariannu o'r coffrau cyhoeddus yn esgor ar 'effaith lluosydd' trwy ennyn diddordeb y sectorau preifat ac elusennol a mewnfuddsoddwyr, gan sbarduno diwydiant i fuddsoddi rhyw 30 y cant yn fwy ynddynt eu hunain[11]. Ceir tystiolaeth, am bob £1 a werir gan lywodraeth ar ymchwil a datblygu, bod gwerth allbwn ymchwil a datblygu'r sector preifat yn cynyddu 20c y flwyddyn[12].

Mae cysylltiad cryf hefyd rhwng ariannu gan y sector cyhoeddus a chyfranogiad y sector preifat mewn ymchwil. Dros y degawd diwethaf, mae llawer gwlad, gan gynnwys Tsieina, Canada, Ffrainc, yr Almaen, Israel a De Korea, wedi buddsoddi'n strategol yn eu sylfeini ymchwil gyda'r nod o gyflymu'r cylch ymchwil ac arloesi. Ystyrir bod hynny'n hanfodol i sicrhau twf economaidd ac i fod yn fwy cystadleuol trwy'r byd.

Ceir tystiolaeth gadarn bod ymchwil ac arloesi'n cyfrannu at wella cynhyrchiant economaidd, iechyd y bobl a llesiant cymdeithasol[13]. Wrth fabwysiadu'r targed yn 2002 o wario 3 y cant o gynhyrchiant domestig gros (GDP) ar ymchwil a datblygu'r sectorau cyhoeddus a phreifat, roedd y Cyngor Ewropeaidd yn disgwyl y byddai'r polisi yn cael effaith arwyddocaol ar dwf economaidd a chyflogaeth tymor hir yn Ewrop, gyda 0.5 y cant yn fwy o allbwn a 400,000 o swyddi'r flwyddyn ar ôl 2010[14]. Mae rhaglen ymchwil ac arloesi newydd arfaethedig yr UE, 'Horizon Europe', sydd â chyllideb o ryw €100 biliwn wedi'i ddylunio yn yr un modd i adeiladu ar waith a llwyddiant Horizon 2020, ac i sicrhau bod yr UE yn parhau'n flaengar ym myd ymchwil ac arloesi byd-eang.

6 Investing in World Class Science and Research, BIS, Mai 2014
7 Investing in UK R&D, Royal Society
8 Our Plan For Growth 2014
9 STEM: Australia's Future, 2014. Yn y DU, amcangyfrifir bod STEM yn cyfrif am o leiaf chwarter cynnyrch domestig gros (GDP) y DU (CASE, 2011)
10 https://publications.parliament.uk/pa/cm201516/cmselect/cmsctech/340/34006.htm#footnote-071
11 https://publications.parliament.uk/pa/cm201516/cmselect/cmsctech/340/34006.htm#footnote-071
12 Haskel, Hughes and Bascavusoglu-Moreau,2014
13 Haskel, Hughes et al. 2014, Reid 2014, 2018
14 https://publications.parliament.uk/pa/cm201516/cmselect/cmsctech/340/34006.htm#footnote-071

Ers y 1980au, gwelwyd cynnydd yn y gwariant gros ar ymchwil a datblygu (GERD) fel cyfran o GDP gwledydd yr OECD. Mae hyn yn adlewyrchu'r pwysigrwydd cynyddol a roddir ar ymchwil a datblygu ac ar arloesedd i sbarduno cynhyrchiant a thwf economaidd[15]. Yn ogystal â chynhyrchu gwybodaeth, un o ganlyniadau positif amlycaf datblygu sylfaen ymchwil academaidd gwlad yw cynhyrchu pobl â sgiliau da, sydd wedi'u hyfforddi mewn amgylchedd cyfoethog ei wybodaeth, gyda chymwyseddau a galluoedd perthnasol mewn ystod o yrfaoedd ym mhob rhan o'r economi.[16]

Buddsoddi mewn ymchwil a datblygu i gynyddu cynhyrchiant

Wrth baratoi i ymadael â'r Undeb Ewropeaidd, mae Strategaeth Ddiwydiannol Llywodraeth y DU yn rhoi lle canolog i ymchwil ac arloesi ar gyfer ehangu economi'r DU, gan gydnabod rhan annatod ymchwil ac arloesi i lawer o gystadleuwyr y DU[17]. O ganlyniad, er ei rheolaeth dynn ar wariant cyhoeddus, ymrwymodd Llywodraeth y DU yn 2017 arian sylweddol i ymchwil ac arloesi, gan gynyddu gwariant cyhoeddus ar ymchwil a datblygu i £12.5 biliwn yn 2021-22, cynnydd o £500 miliwn o'r flwyddyn cynt[18]. Mae cysylltiad amlwg yn y cynnydd hwn â'r angen i wneud economi'r DU yn fwy cystadleuol ac mae'n rhan o gynllun ehangach i gynyddu buddsoddiad y DU mewn ymchwil o 1.68 y cant o GDP yn 2015 i 2.4 y cant yn 2027 ac yna i 3 y cant dros y cyfnod hwy.

Y DU, pan fydd hi'n gadael yr UE, yw'r wlad sydd â'r economi fwyaf anghytbwys yn Ewrop. Mae gan y DU ardaloedd nad ydyn nhw'n gallu dianc o effeithiau prosesau dad-ddiwydianoli, sy'n dioddef oherwydd seilwaith gwael a diffyg buddsoddi a sgiliau[19].

Yn y DU y ceir y gwahaniaethau mwyaf yn GDP y pen ei rhanbarthau o bob un o 28 gwlad yr UE. Yn 2016, roedd gan Inner London West GDP y pen o 611 y cant o gyfartaledd yr UE. Roedd GDP y pen y Gorllewin a'r Cymoedd ar y llaw arall yn 68 y cant o gyfartaledd yr UE, yr isaf o bob un o ranbarthau NUTS y DU[20]. Mae cynhyrchiant y rhan fwyaf o'r ardaloedd hyn wedi hen gwympo y tu ôl i Lundain a De-ddwyrain Lloegr, gan greu anghydbwysedd sydd i'w weld yn fwyfwy anghynaliadwy[21].

Yn ôl Comisiwn y Strategaeth Ddiwydiannol (2017), bydd yr anghydbwysedd rhanbarthol ym mherfformiad economi'r DU yn ei dal yn ôl yn y dyfodol. Mae Strategaeth Ddiwydiannol Llywodraeth y DU ei hun yn pwysleisio mai 'lle' yw un o'r pum allwedd ar gyfer gwella cynhyrchiant. Mae Cronfa Ffyniant Gyffredin, fydd ar gael i'r DU gyfan, wrthi'n cael ei datblygu i olynu'r Cronfeydd Strwythurol ond ni wyddys eto pa mor fawr fydd y gronfa a phwy fydd yn cael arian drwyddi[22].

15 Halligan and Bright, 2015, https://www.lfhe.ac.uk/en/research-resources/research-hub/2015-research/the-case-for-growing-stemm-research-capacity-in-wales.cfm
16 The Future of research, 2010 https://www.universitiesuk.ac.uk/policy-and-analysis/reports/Pages/the-future-of-research.aspx
17 https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy-building-a-britain-fit-for-the-future
18 https://www.nature.com/news/uk-government-announces-research-spending-hike-ahead-of-budget-1.23028
19 https://www.theguardian.com/science/political-science/2017/nov/01/the-uk-has-the-most-regionally-unbalanced-economy-in-europe-time-for-change
20 Cynulliad Cenedlaethol Cymru, 2018, Pwyllgor Menter, Seilwaith a Sgiliau
21 https://www.theguardian.com/science/political-science/2017/nov/01/the-uk-has-the-most-regionally-unbalanced-economy-in-europe-time-for change
22 Bachtler, 2017, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pirs.12351

Cymru: Datblygu sylfaen ymchwil gref i helpu'r economi i ddatblygu

Yn 2012, cyhoeddodd Llywodraeth Cymru strategaeth wyddoniaeth uchelgeisiol newydd *Gwyddoniaeth i Gymru*, i helpu i greu sylfaen wyddoniaeth a thechnoleg all gystadlu â'r byd i greu swyddi, ysgogi busnesau newydd ac annog diwydiant i symbylu'r economi. Nod gweledigaeth pum mlynedd y Llywodraeth hon yng Nghymru yw bywiogi economi Cymru trwy ddatblygu'i chryfderau yn y gwyddorau bywyd ac iechyd; carbon isel, ynni a'r amgylchedd; a pheirianneg a deunydd uwch a lansio rhaglenni ymchwil **Sêr Cymru** sydd eisoes yn uchel eu parch trwy'r byd, i gynyddu capasiti.

Yn 2017, cyhoeddodd Llywodraeth Cymru ei strategaeth economaidd, *Ffyniant i Bawb: y Cynllun Gweithredu ar yr Economi*[23]. Diben mynd ati fel hyn i ymhelaethu ar y Rhaglen Lywodraethu oedd sicrhau economi mwy cystadleuol, llewyrchus a theg, drwy ysgogi twf cynaliadwy sy'n cynhyrchu'r adnoddau i sicrhau dyfodol ffyniannus i Gymru.

Mae'r Cynllun yn nodi'n glir mai'r *'hyn sy'n gyrru'r twf economaidd a'r cynnydd cymdeithasol hwn yw ymchwil, arloesedd a datblygu'r sgiliau cywir ar gyfer byd sy'n newid'*[23].

Gan gadw Brexit mewn cof, comisiynodd Llywodraeth Cymru yn 2017 yr Athro Graeme Reid, o Goleg Brifysgol Llundain i adolygu cryfderau, bylchau a photensial Cymru yn y dyfodol i gynnal a chynyddu ei gweithgarwch ym maes ymchwil ac arloesi. Yn ei *Adolygiad o Ymchwil ac Arloesedd a Ariennir gan y Llywodraeth yng Nghymru* (2018) nododd er bod yr ecosystem ymchwil ac arloesi yng Nghymru yn gadarn ac yn cynnwys enghreifftiau hynod lwyddiannus o brifysgolion a busnesau yn cydweithio ac o effaith ymchwil, roedd diffyg yn bodoli o ran y raddfa sydd ei hangen i sicrhau bod Cymru'n cyflawni ei photensial.

Ar ben hynny, ac yn wahanol i'r rhan fwyaf o'r DU sy'n cael cyllid gan yr UE am ymchwil ac arloesi dwy raglenni cystadleuol Horizon 2020, nododd Reid fod gan Gymru hanes o ddibynnu ar Gronfeydd Strwythurol yr UE ar gyfer gwaith ymchwil ac arloesi.

Mae *Adolygiad Reid* yn dadlau o blaid system cymell a gwobrwyo fyddai'n gofyn i Lywodraethau Cymru a'r DU neilltuo arian ychwanegol i brifysgolion a busnesau i sicrhau bod ganddynt y gallu i addasu i amgylchedd ariannu cystadleuol iawn yr UKRI ac i golli Cronfeydd Strwythurol yr UE ar ôl Brexit. Ymhlith y prif negeseuon y gwnaeth Llywodraeth Cymru eu dysgu oddi wrth *Adolygiad Rei*d yw'r angen i:

- Wneud ymchwil Cymru'n fwy gweladwy a dylanwadol ac yn arbennig bwrw ymlaen i sicrhau presenoldeb yn Llundain i hyrwyddo Ymchwil ac Arloesedd Cymru'[24].
- Sicrhau bod Cymru'n cael yr un lefelau o arian sydd heb ei neilltuo â gweddill y DU ar gyfer ymchwil ac arloesi. Diben hyn yw cryfhau sylfaen ymchwil bresennol Cymru er mwyn i ymchwilwyr Cymru allu cystadlu am gyfran fwy o arian newydd UKRI trwy roi ar waith argymhelliion 2017 Syr Ian Diamond ynghylch ariannu ymchwil o ansawdd da a chyfnewid gwybodaeth, gan greu cronfa benodol fyddai'n cymell ymchwilwyr Cymru i geisio am fwy o arian o'r tu allan i Gymru.
- Gwneud y **cymorth i fusnesau** ar gyfer ymchwil ac arloesi yn fwy cydlynol a chynyddu ei effaith. Golygodd hyn greu cronfa newydd. fel rhan o frand trosfwaol newydd sengl i ddwysáu gweithgarwch a sicrhau cysylltiadau mwy effeithiol â buddsoddwyr y tu allan i Lywodraeth Cymru ar ôl Brexit.

[23] https://gov.wales/topics/businessandeconomy/economic-action-plan/?skip=1&lang=cy
[24] https://gov.wales/about/cabinet/cabinetstatements/2018/reidreview/?skip=1&lang=cy

O gofio mor fach yw sylfaen ymchwil Cymru, nid yw'n realistig y byddai llwyddiant cynyddol yn y gystadleuaeth genedlaethol am arian UKRI, ynddo'i hun, yn ddigon i gynyddu heb sôn am gynnal lefelau ymchwil a datblygu yng Nghymru ar lefelau cronfeydd strwythurol yr UE. O ganlyniad, cadarnhaodd Llywodraeth Cymru ei hymrwymiad ym mis Mehefin 2018 i roi tri chynnig yr Athro Reid ar waith ond dim ond gan ddefnyddio arian ***a geir ochr yn ochr â Llywodraeth y DU*** fel rhan o setliad ar ôl Brexit ar gyfer gwledydd a rhanbarthau'r DU, hynny yn unol â chynlluniau Llywodraeth y DU i gydbwyso'r gwariant ar ymchwil ledled y wlad er mwyn cyflymu twf a chynhyrchiant y rhanbarthau.

Safbwynt Llywodraeth Cymru, fel y'i disgrifir yn *Diogelu Dyfodol Cymru* (2017) yw ei bod yn bwysig sicrhau, yn lle arian yr UE, bod y Grant Bloc yn cael ei gynyddu, a hynny o dan reolaeth Llywodraeth Cymru.

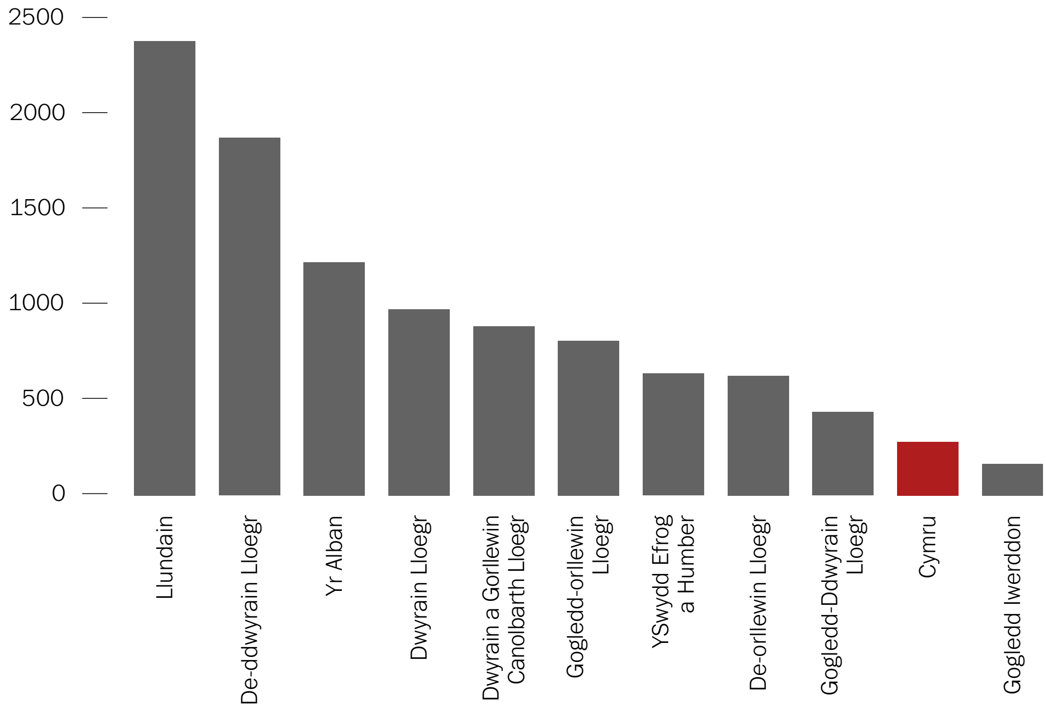
Arian y DU ar gyfer ymchwil a datblygu

Yn 2016, yn Lloegr y gwelwyd trwch y Gwariant Domestig Gros ar Ymchwil a Datblygu (GERD) (89 y cant) gyda rhyw 37 y cant o'r gwariant (£12.3 biliwn) yn digwydd yn Ne-ddwyrain a Dwyrain Lloegr. Yn yr un flwyddyn, gwariwyd £2.3 biliwn (7 y cant) yn yr Alban, £0.7 biliwn (2 y cant) yng Nghymru a £0.6 biliwn (2 y cant) yng Ngogledd Iwerddon[25].

Er gwaetha'r perfformiad ymchwil ac arloesi trawiadol a ddisgrifiwyd yn Atodiad 1, mae lefel y buddsoddi mewn ymchwil a datblygu yng Nghymru dipyn is na chyfartaleddau'r DU a'r UE. Yng Nghymru y ceir bron iawn y gwariant gros isaf o 12 rhanbarth y DU ar ymchwil a datblygu, fel canran o'r GDP a fesul pen.

Dros y 18 mlynedd ddiwethaf, mae'r arian strwythurol sydd wedi'i neilltuo gan Lywodraeth Cymru i ymchwil ac arloesi wedi cyfrannu at dyfu sylfaen ymchwil ryngwladol Cymru ac at fwy o gydweithio rhyngwladol. Bydd Cronfeydd Strwythurol yr UE, ac yn enwedig arian ar gyfer gweithgareddau ymchwil ac arloesi, trwy nifer o raglenni cysylltiedig yr UE, yn dod i ben inni gyda dyfodiad Brexit ledled Cymru.

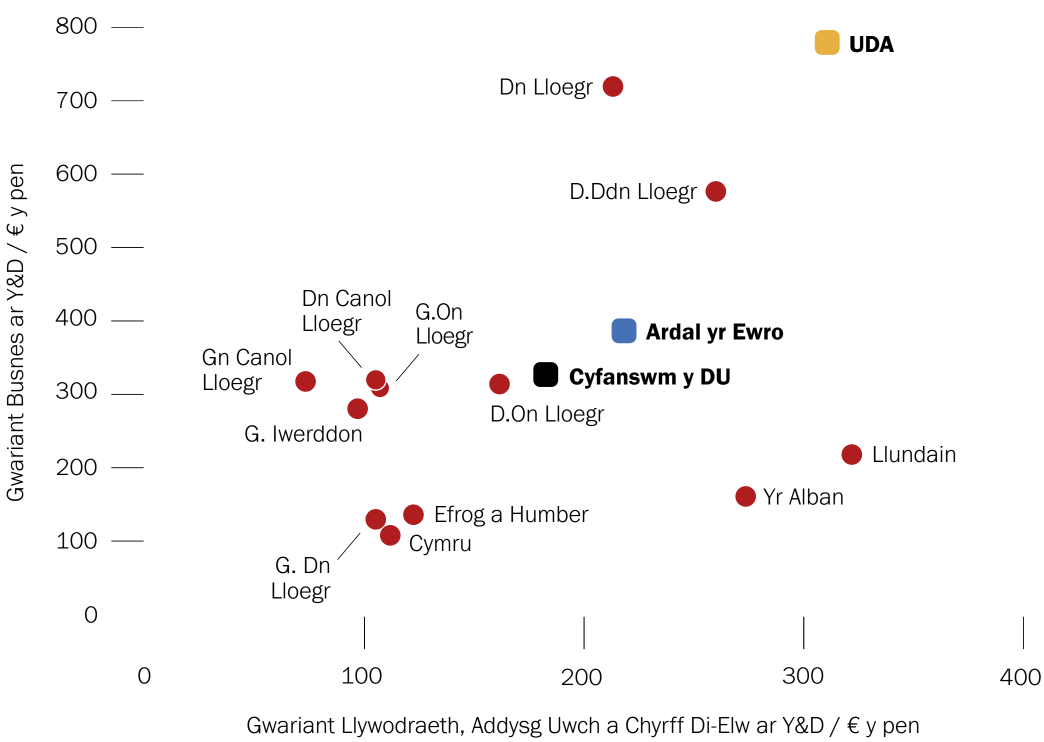
Ffigur 1: Gwariant Gros fesul rhanbarth ar ymchwil a datblygu (£ miliwn) Ffynhonnell: ONS



Ffynhonnell: ONS

[25] https://www.ons.gov.uk/economy/governmentpublicsectorandtaxes/researchanddevelopmentexpenditure/bulletins/ukgrossdomesticexpenditureonresearchanddevelopment/2016

Ffigur 2: Ymchwil a datblygu busnes a llywodraeth/ addysg uwch yn y DU yn ôl Rhanbarthau NUTS 2



Ffynhonnell: Eurostat, diweddarwyd Mawrth 2016

Ariannu gan yr UE

O safbwynt ei chyllideb, mae Cymru ar ei helw o fod yn aelod o'r UE, gan dderbyn rhyw £680miliwn o arian gan yr UE bob blwyddyn[26]. Yn ogystal â bod yn hynod bwysig i gynnal cynlluniau gweithredu economaidd Llywodraeth Cymru, mae'r arian yn gyfrwng hefyd i sbarduno adnoddau ychwanegol o ffynonellau cyhoeddus a phreifat fel rhan o bolisi datblygu economaidd sy'n seiliedig ar ranbarthau.

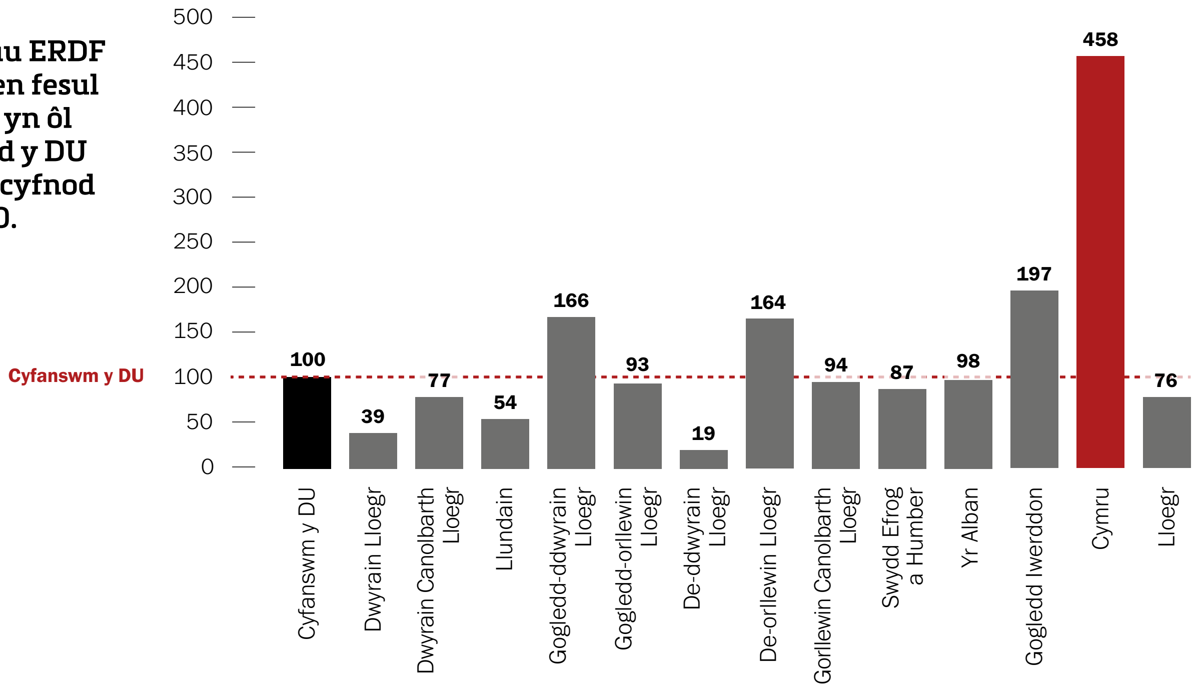
Yn y cyfnod 2014–2020, bydd Cymru wedi cael dros £2biliwn o Gronfeydd Strwythurol. Yn y cyfnod fframwaith mwyaf diweddar (2014–2018), cafodd 20 y cant o'r ERDF a'r ESF a neilltuwyd i Gymru ei neilltuo i ymchwil ac arloesi[27]. Fel y gwelwch o ddarllen Ffigur 3, bydd Cymru yn cael y dyraniadau mwyaf o safbwynt absoliwt a fesul pen oddi wrth yr ESF a'r ERDF o holl rhanbarthau'r DU rhwng 2014–2020.

Yn wahanol i weddill y DU sy'n cael y rhan fwyaf o'i harian Ewropeaidd ar gyfer ymchwil ac arloesedd trwy raglenni cystadleuol Horizon 2020, mae Cymru'n cael 79 y cant o gyfanswm ei harian oddi wrth yr UE ar gyfer ymchwil ac arloesedd o'r cronfeydd strwythurol.

[26] Diogelu Dyfodol Cymru, 2017. https://beta.gov.wales/sites/default/files/2017-01/30683%20Securing%20Wales%C2%B9%20Future_WELSH_WEB.pdf

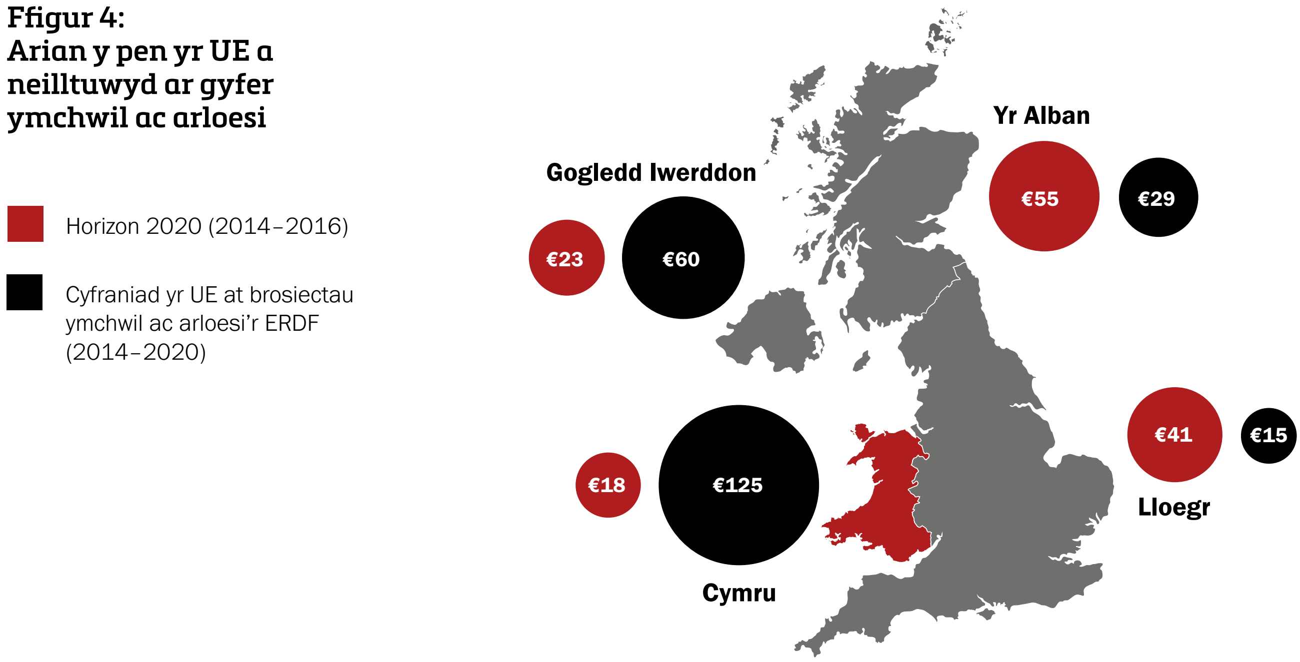
[27] Mae'r data'n cynnwys ffigurau ymrwymo hyd at 31 Hydref 2018

Ffigur 3: Dyraniadau ERDF ac ESF y pen fesul rhanbarth yn ôl cyfartaledd y DU (DU=100), cyfnod 2014–2020.



Ffynhonnell: ONS – http://speri.dept.shef.ac.uk/wp-content/uploads/2016/05/Brief24-UK-regions-and-European-structural-and-investment-funds.pdf

Ffigur 4: Arian y pen yr UE a neilltuwyd ar gyfer ymchwil ac arloesi



Ffynhonnell: ONS – https://royalsociety.org/~/media/policy/Publications/2017/2017-05-technopolis-role-of-EU-funding-report.PDF

Er mai Lloegr sy'n cael y gyfran fwyaf o arian yr UE a neilltuir ar gyfer ymchwil a datblygu, o'i gyfrif yn ôl maint poblogaeth pob gwlad, disgwylir i Gymru sicrhau €125 y pen, fwy na phum gwaith cyfartaledd y DU (€23 y pen) a bron 10 gwaith cymaint â ffigur Lloegr (€15 y pen). Mae hyn yn tanlinellu pwysigrwydd cronfeydd strwythurol Ewrop i Gymru (Technopolis 2017). Gweler Ffigur 4 isod.

Bydd Brexit yn golygu gostyngiad sylweddol yn y buddsoddiad mewn ymchwil a datblygu yn y DU. Os na eir i’r afael â hyn, bydd colli cymaint â hyn o arian strwythurol yn fygythiad anghymarus i ecosystem ymchwil ac arloesi gynhyrchiol Cymru, a hynny ar ôl llwyddo dros y ddau ddegawd diwethaf i ddal ac yn wir trechu gwledydd eraill y DU a gwledydd a rhanbarthau eraill o'r un maint yn Ewrop a thrwy'r byd o ran effaith cyhoeddi ymchwil.

Bydd gadael yr UE felly yn debygol o gael effaith ar bob agwedd ar weithgarwch ymchwil ac arloesi Cymru. Dyma rai o'r prif ofidiau:

- Colli cronfeydd strwythurol ac o bosib arian cystadleuol yr UE ar gyfer ymchwil ac arloesedd
- Cynyddu'r rhwystrau i recriwtio staff talentog o Ewrop
- Niwed i ymchwil gydweithredol ryngwladol
- Cynyddu'r rhwystrau i recriwtio myfyrwyr ymchwil o Ewrop
- Llai o gyfleoedd i staff a myfyrwyr fynd i wledydd eraill.

Er bod llawer ohonyn nhw’n heriau a rennir i ranbarthau eraill y DU, bydd prifysgolion Cymru o dan anfantais anghymarus o fawr yn sgil colli arian y cronfeydd strwythurol o gofio’r ddibyniaeth hanesyddol fawr arnyn nhw. Mae Prifysgolion Cymru yn cael arian sylweddol trwy Gronfeydd Strwythurol yr UE. Mae hyn wedi bod yn hanfodol ar gyfer gallu buddsoddi mewn a thalu am brosiectau a seilwaith sy'n cyfrannu at dwf economaidd a chymdeithasol yng Nghymru. Mae Cronfeydd Strwythurol yr UE wastad wedi bod yn bwysig o ran cau'r bwlch ariannu ar gyfer ymchwil ac arloesedd rhwng Cymru a gwledydd a rhanbarthau eraill y DU.

Ariannu ymchwil gan Ewrop (2000–2018)

Ar hyn o bryd, mae'r UE yn cefnogi ymchwil ac arloesi trwy dair prif ffynhonnell:

i. **Rhaglenni Fframwaith cystadleuol yr UE** (e.e. Horizon 2020/Rhaglen Fframwaith 8) – rhaglenni a grewyd gan yr Undeb Ewropeaidd/ Comisiwn Ewropeaidd i gefnogi a meithrin gwaith ymchwil yn Ardal Ymchwil Ewrop (ERA);

ii. **Cronfeydd Strwythurol a Buddsoddi Ewropeaidd** (ERDF ac ESF) – i helpu i ddatblygu capasiti rhanbarthau'r UE sydd wedi datblygu leiaf yn economaidd; a

iii. benthyciadau oddi wrth **Fanc Buddsoddi Ewrop** (EIB) – yr unig fanc sy'n eiddo i Aelod-wladwriaethau'r Undeb Ewropeaidd ac sy'n cynrychioli'u buddiannau.

Cafodd Rhaglenni Fframwaith yr UE eu dylunio i gefnogi ymchwil ac arloesi ar sail gystadleuol. Yn y cyfnod 2007–2013 (cyfnod 7), y DU oedd y buddiolwr ail fwyaf ar ôl yr Almaen, gan sicrhau €6.9 biliwn o'r cyfanswm o €55.4 biliwn[28].

Mae sefyllfa debyg yn datblygu yn achos cyfnod 8 (Horizon 2020, 2014–2020). Y DU yw'r wlad fwyaf llwyddiannus eto o holl wledydd yr UE ar ôl yr Almaen, gan sicrhau 14.3 y cant o'r arian (€5.1 biliwn) ac 11.7 y cant o'r cyfranogiad[29]. Ers 2014, mae Cymru wedi cael ychydig fwy na €100 miliwn trwy Raglen Fframwaith bresennol Horizon 2020.

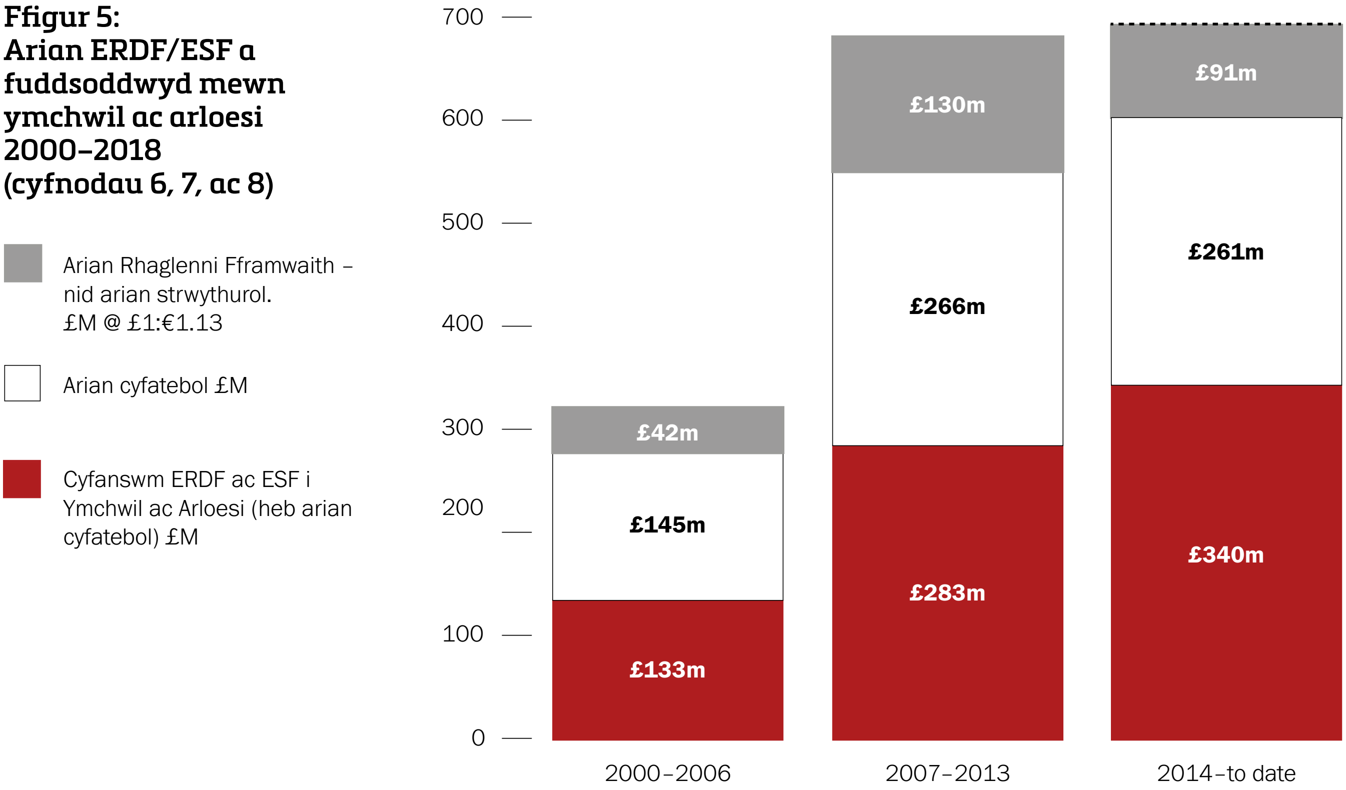
[28] https://royalsociety.org/~/media/policy/projects/eu-uk-funding/uk-membership-of-eu.pdf
[29] https://webgate.ec.europa.eu/dashboard/sense/app/93297a69-09fd-4ef5-889f-b83c4e21d33e/sheet/PbZJnb/state/analysis Lawrlwythwyd ar 21 Tachwedd

Cronfeydd Strwythurol yng Nghymru ar gyfer Ymchwil ac Arloesi

Yng nghyfnod 2014–2020 y rhaglen, mae Cymru wedi neilltuo rhyw €388 miliwn o'r cyfanswm o'r €1.5 biliwn o Gronfa Datblygu Rhanbarthol Ewrop a neilltuwyd i'r DU ar gyfer ymchwil ac arloesi, mwy na'r un Weinyddiaeth Ddatganoledig arall[30].

Mae Ffigur 5 yn rhoi crynodeb o gyfanswm yr arian a gafwyd gan yr UE ar gyfer ymchwil a datblygu yng Nghymru rhwng 2000 a 2018 (cyfnodau 6–8). Rhennir yr arian yn arian strwythurol (ERDF ac ESF), arian cyfatebol (oddi wrth y rheini sy'n derbyn y grantiau) a rhaglenni fframwaith Ymchwil yr UE dros y tri chyfnod fframwaith. Darparwyd yr arian cyfatebol gan Lywodraeth Cymru, sefydliadau addysg uwch, y sector preifat, y trydydd sector a/neu lywodraeth leol.

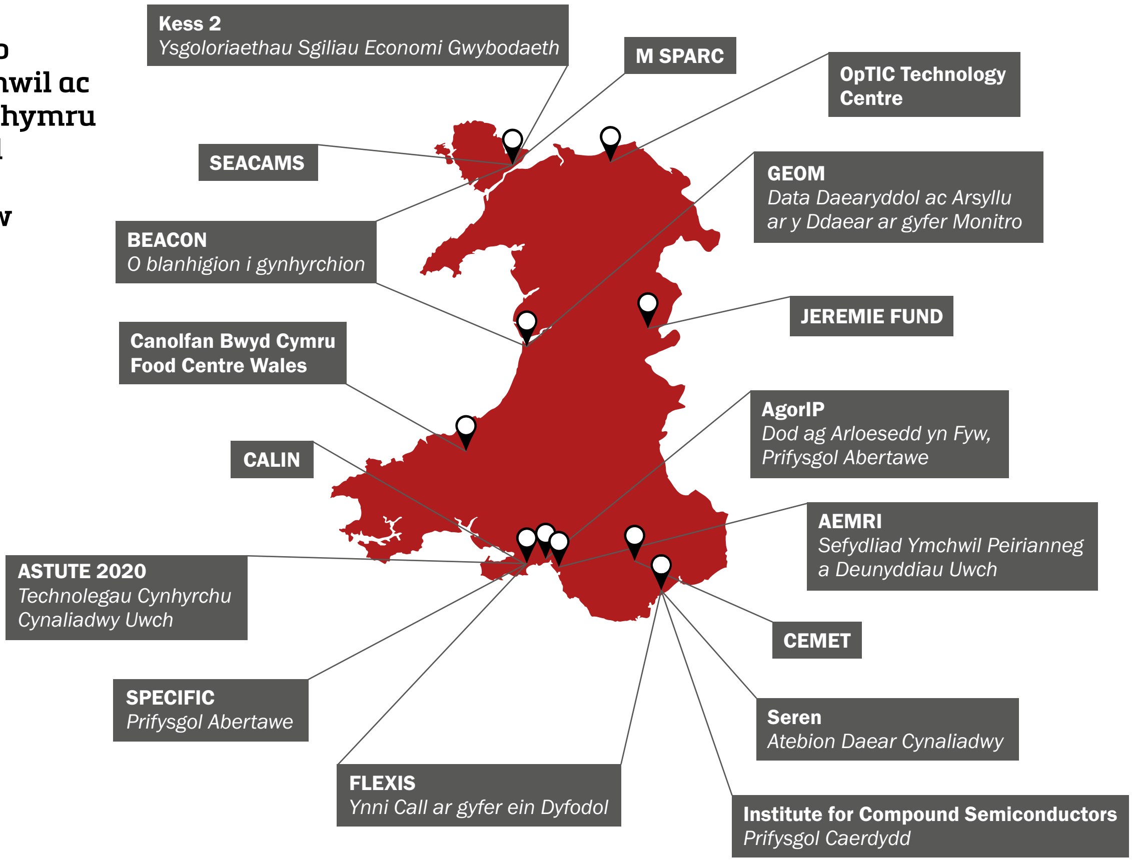
Ffigur 5: Arian ERDF/ESF a fuddsoddwyd mewn ymchwil ac arloesi 2000–2018 (cyfnodau 6, 7, ac 8)



Ffynhonnell: Crëwyd o ddata a gafwyd gan WEFO[32]. Rhaglen fframwaith ar gyfer ymchwil a datblygu technoleg yw Rhaglen Fframwaith. Roedd Rhaglen Fframwaith 6 yn cwmpasu 2002-2006, rhif 7 yn cwmpasu 2007-2013 a Horizon 2020 yw'r wythfed raglen fframwaith, yn cwmpasu 2014-2020.

[30] https://royalsociety.org/~/media/policy/Publications/2017/2017-05-technopolis-role-of-EU-funding-report.PDF

Ffigur 6: Enghreifftiau o Raglenni Ymchwil ac Arloesi yng Nghymru y defnyddiwyd Cronfeydd Strwythurol i'w hariannu



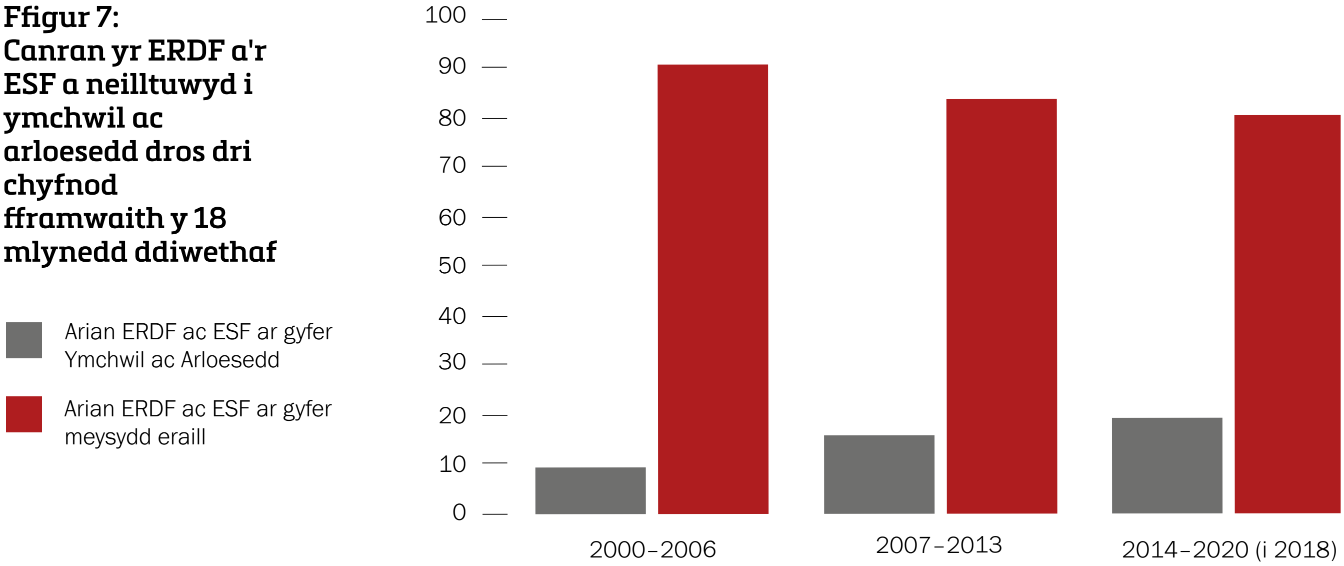
Ceir enghreifftiau o'r lleoedd y dyfarnwyd arian Ewrop iddynt yn Ffigur 6.

Dros y 18 mlynedd ddiwethaf[31], mae'r arian strwythurol sydd wedi'i neilltuo i ariannu ymchwil ac arloesi yng Nghymru wedi cyfrannu'n fawr at godi bri rhyngwladol ymchwil Cymru ac at fwy o gydweithio rhyngwladol. Polisi Llywodraeth Cymru sy'n penderfynu faint o'r arian strwythurol sy'n cael ei neilltuo ar gyfer ymchwil ac arloesi. Mae Cabinet Llywodraeth Cymru yn cytuno ar y ffigurau i'w defnyddio fel sail i'r trafod â'r Comisiwn Ewropeaidd ac fel y gwelwch yn Ffigur 7, mae Llywodraeth Cymru wedi cynyddu ei hymrwymiad i ymchwil ac arloesi trwy gronfeydd strwythurol ar gyfer pob un o 3 chyfnod fframwaith y 18 mlynedd ddiwethaf.

Ar lefel y DU, daw'r rhan fwyaf o arian yr UE ar gyfer ymchwil ac arloesi trwy raglenni cystadleuol Horizon 2020. Yng Nghymru fodd bynnag, dros y 18 mlynedd diwethaf, daeth rhyw 64 y cant o arian yr UE ar gyfer ymchwil ac arloesi trwy'r cronfeydd strwythurol.

[31] Hyd fis Medi 2018

**Ffigur 7:
Canran yr ERDF a'r ESF a neilltuwyd i ymchwil ac arloesedd dros dri chyfnod fframwaith y 18 mlynedd ddiwethaf**



Ffynhonnell: Crëwyd o ddata WEFO.

O ganlyniad, mae Cronfeydd Strwythurol yr UE yn hynod bwysig o ran cynyddu capasiti ymchwil Cymru a sbarduno ei hymchwil ryngwladol. Disgwylir i Gymru sicrhau rhyw 26 y cant o ddyraniad cyfan y DU yn y cyfnod 2014–2020, fwy na phum gwaith cyfartaledd y DU. Mae hyn yn tanlinellu pwysigrwydd Cronfeydd Strwythurol yr UE i Gymru.

Ffordd strategol Llywodraeth Cymru o weithio

Mae Cymru wedi mynd ati mewn ffordd strategol i fuddsoddi ymchwil ac arloesi rhanbarthol er mwyn ychwanegu at werth ymchwil ac arloesi ond hefyd er mwyn sicrhau eu cynaliadwyedd ar gyfer cenedlaethau'r dyfodol.

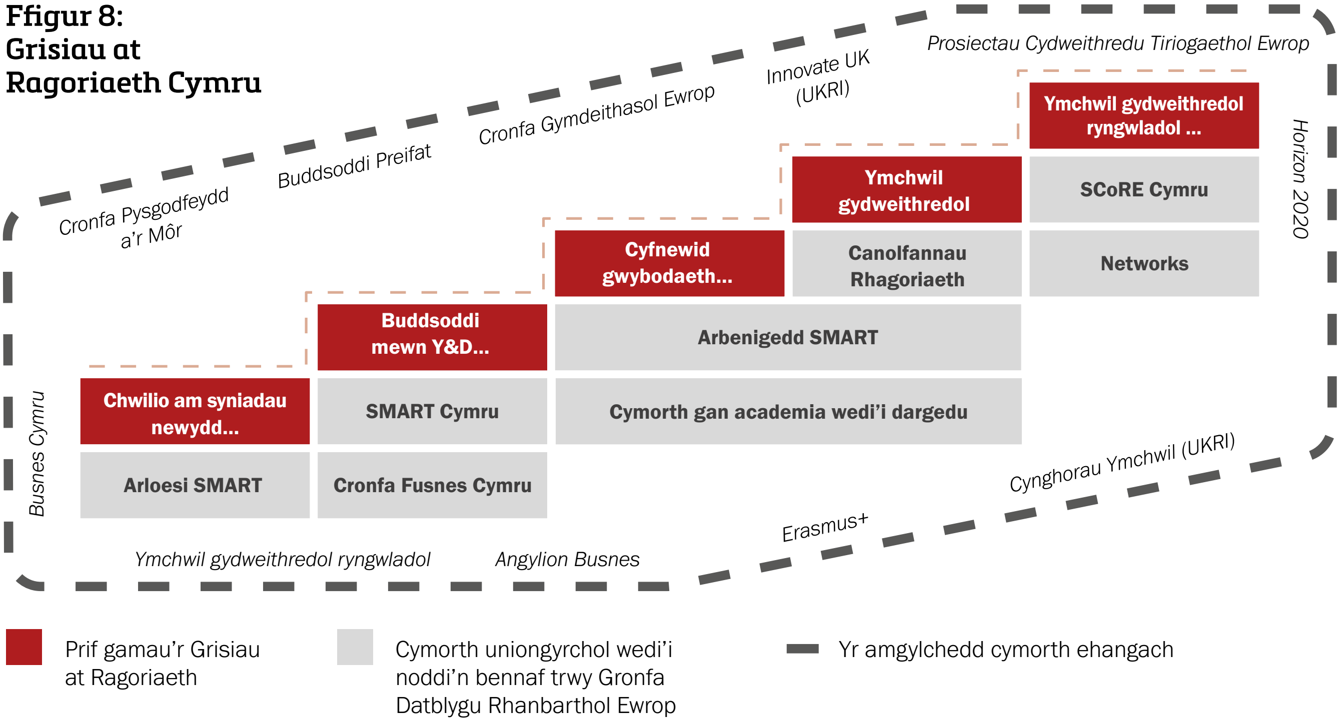
Dyma enghreifftiau:

i. **Grisiau at Ragoriaeth:** Mae Llywodraeth Cymru wedi mabwysiadu fersiwn o gysyniad strategol yr UE 'Stairway to Excellence', gafodd ei chreu i helpu'r gymuned ymchwil ac arloesi i lenwi'r bylchau arloesedd a helpu i roi'r **Strategaethau Arbenigeddau Clyfar**[32] rhanbarthol ar waith yn effeithiol . Drwy hynny, bu'n bosibl gwneud y gorau o'r synergeddau rhwng y Cronfeydd Strwythurol a Buddsoddi Ewropeaidd (ESIF) a Horizon 2020 fel yn Sêr Cymru II.

Dengys Ffigur 8 isod sut mae buddsoddiadau a chymorth allweddol wedi'u halinio'n strategol ar hyd y 'Grisiau at Ragoriaeth' a dengys hefyd yr help sydd ar gael i fusnesau o Gymru sy'n chwilio am arloesedd posib neu i grŵp ymchwil rhagorol sy'n chwilio am gyfleoedd i gydweithio â gwledydd eraill.

[32] https://gov.wales/docs/wefo/publications/horizon/180307-horizon-annual-report-2017-cy.pdf

Ffigur 8: Grisiau at Ragoriaeth Cymru

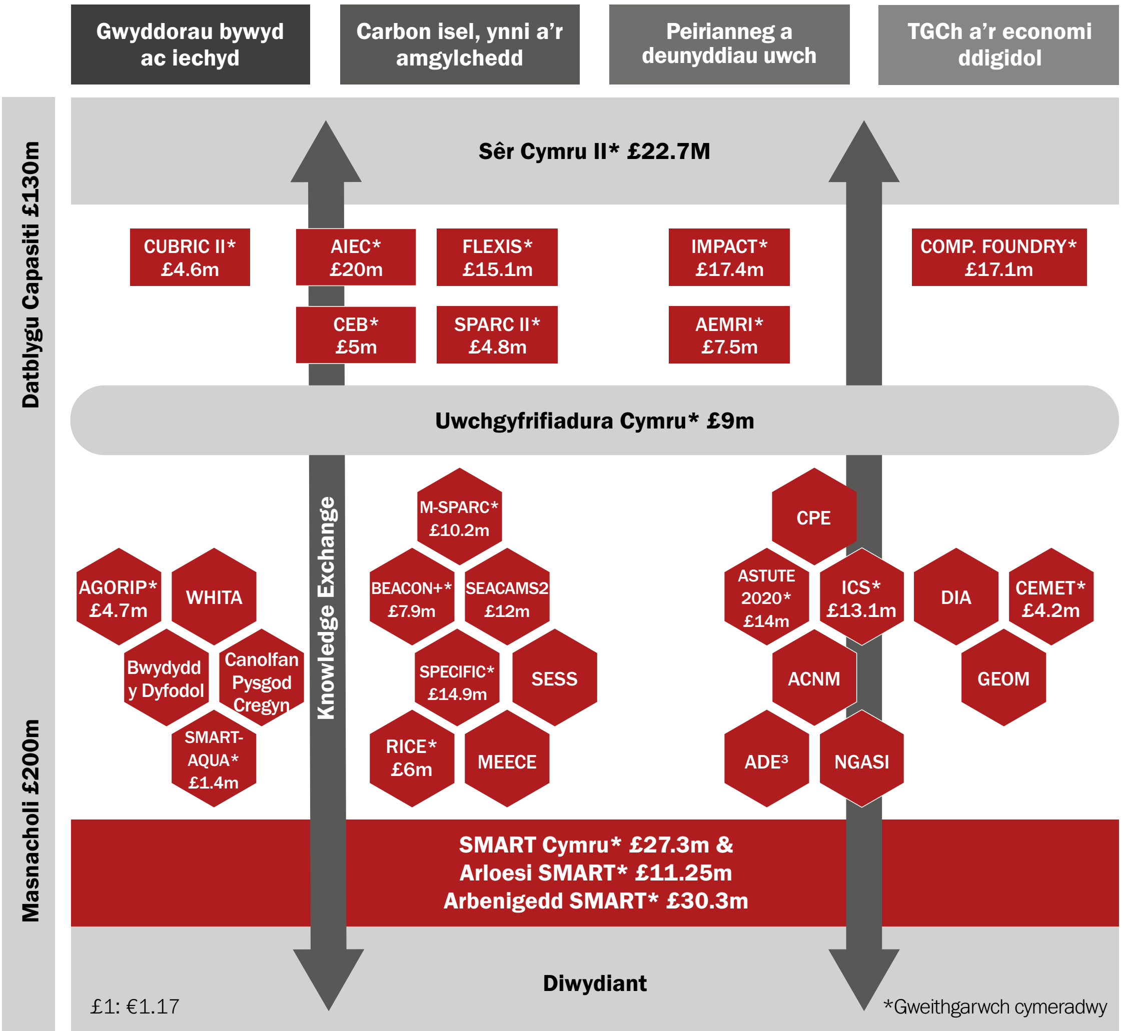


Ffynhonnell: Horizon 2020 yn Adroddiad Blynyddol Cymru 2017 – https://gov.wales/docs/wefo/publications/horizon/180307-horizon-annual-report-2017-en.pdfWEFO

ii. **Bydd y buddsoddiad ar gyfer ymchwil ac arloesedd o gronfeydd ymchwil ac arloesi strwythurol yr UE yn cyrraedd dros £334miliwn yng Nghymru rhwng 2014 a 2020.** Dangosir peth o'r buddsoddiad hwn yn Ffigur 9 isod. Mae'n cynnwys buddsoddiadau strategol, ategol ac arbenigol, gan gwmpasu **Gwyddorau Bywyd, Ynni, Uwch Beirianneg a TGCh**. Mae pob buddsoddiad yn ychwanegu gwerth, gan helpu i dargedu rhaglenni arbenigo Smart Cymru ac adeiladu ar fuddsoddiadau mewn capasiti a wnaed yng Nghyfnod Fframwaith 7 (2007–2013).

Roedd y buddsoddiadau hyn yn cael effaith fawr, er enghraifft, mae portffolio presennol yr ERDF eisoes wedi ennill dros £68miliwn o arian ymchwil ac arloesi cystadleuol (hyd at fis Medi 2018) gyda'r disgwyl y bydd hyn yn codi i £230miliwn erbyn diwedd y Rhaglen Weithredol.

Ffigur 9: Portffolio ymchwil ac arloesi ERDF Cymru (Tachwedd 2018) (fe welwch allwedd i'r acronymau yn y tabl canlynol)



Ffynhonnell: Crëwyd o ddata gan WEFO

iii. **Buddsoddi ar draws Lefelau Parodrwydd Technegol (TRL):** Mae'n gonfensiwn wrth ddadansoddi gweithgarwch ymchwil a datblygu i wahaniaethu rhwng ymchwil bur ac ymchwil gymwysedig, hynny'n aml mewn labordy prifysgol ac mewn cwmni sy'n arloesi a masnacholi ymhellach i lawr y gadwyn. Un ffordd arall o wahaniaethu rhwng y gweithgareddau hyn yw ystyried datblygiadau o ran eu lefel neu eu cam datblygu ymchwil/arloesedd. Mewn peirianneg ac ymchwil feddygol ac wrth ddatblygu meddalwedd neu fasnacholi cynnyrch a gwasanaethau newydd, defnyddir y dull hwn yn aml i adolygu cynnydd ac i ystyried penderfyniadau ariannu.

Yn 2010, gwnaeth y Comisiwn Ewropeaidd fabwysiadu system Lefelau Parodrwydd y Dechnoleg (TRL)[33] a hynny ar argymhelliad y Grŵp Arbenigwyr Lefel Uchel ar Dechnolegau Galluogi Allweddol (HLG-KET). Bydd TRL yn cael ei ddefnyddio fel erfyn polisi i asesu'r modd y datblygir a chynhyrchir Technolegau Galluogi Allweddol (KET) a'u gallu posib i gryfhau capasiti

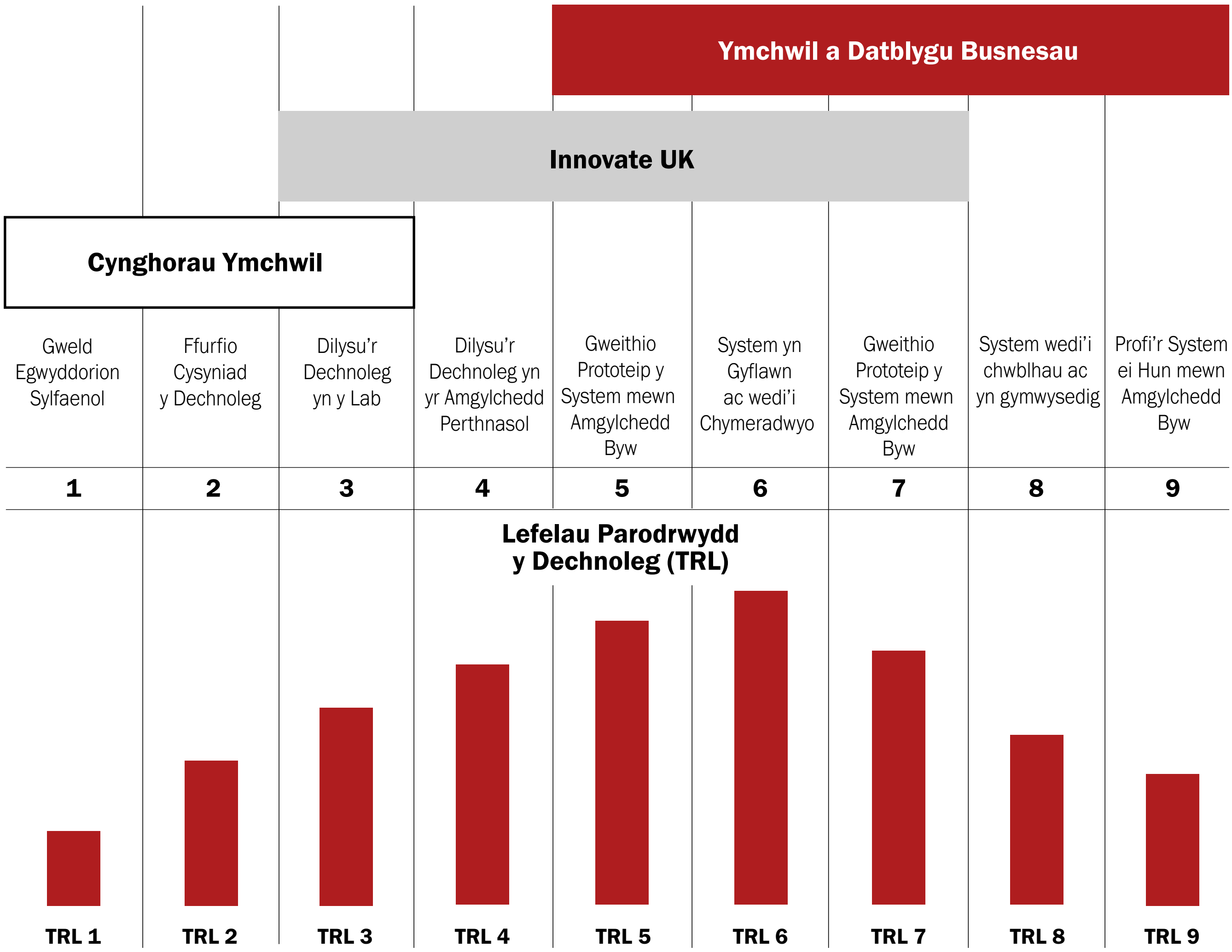
[33] *Communication No. 614 on Advanced Manufacturing*, Comisiwn Ewropeaidd, 2010

diwydiannol ac arloesi Ewrop. Mae Horizon 2020 yn defnyddio’r raddfa TRL fel ffordd well o ffeindio lle prosiect ar draws y gadwyn arloesi gyfan.

Dros y 18 mlynedd diwethaf (a chyfnod 3 rhaglen fframwaith 6, 7 ac 8), mae Llywodraeth Cymru wedi defnyddio arian strwythurol yr UE i gefnogi ymchwil ac arloesi sy’n cwmpasu sbectrwm llawn y TRL (gweler Ffigur 10), ond yn enwedig cyfnodau 4–7 TRL sef y cyfnodau ar ôl cynnal yr ymchwil sylfaenol a rhwng y gwaith datblygu cychwynnol a dechrau masnacholi.

Dengys Ffigur 10 grynodeb o'r 134 o fuddsoddiadau mewn ymchwil ac arloesi a noddwyd ers 2000 o dan raglenni'r ERDF ac ESF. Dosbarthwyd pob grant yn ôl y prif weithgaredd a noddwyd a'i ddynodi i ystod yng ngraddfa TRL. Mae Ffigur 10 wedyn yn nodi lefel y gweithgaredd o dan pob pwynt yn y raddfa TRL, gan ddangos bod cefnogaeth eang i ystod lawn y TRL.

Ffigur 10: Gwasgariad buddsoddiadau Cronfa Datblygu Rhanbarthol Ewrop (ERDF) a Chronfa Gymdeithasol Ewrop (ESF) mewn Ymchwil ac Arloesedd ar draws Lefelau Parodrwydd Technoleg (TRL) yng Nghymru, gyda diffiniad o TRL a chylch gwaith noddwyr y DU isod



Ffynhonnell: Crëwyd o ddata gan WEFO

Prosiect	Disgrifiad
CUBRIC II – Canolfan Delweddu Ymennydd Prifysgol Caerdydd II	CUBRIC II yw fersiwn ddiweddaraf Canolfan Delweddu Ymennydd Caerdydd sy'n defnyddio cyfleusterau modern amlfoddol i greu delweddau swyddogaethol a strwythurol.
AGORIP	Gan ddod ag academyddion, clinigwyr a busnesau ynghyd i arloesi ac ymchwilio i dechnolegau blaengar a chynnyrch, prosesau a gwasanaethau newydd.
Bwyd y Dyfodol	Help diwydiant bwyd Cymru i dyfu a bod yn fwy cystadleuol ac arloesol. Hyrwyddo lles y cwsmer trwy ddatblygu cynnyrch, dietau a gwasanaethau maeth iachach. Sicrhau ansawdd cynnyrch ac atal twyll bwyd. Annog arferion amgylcheddol gynaliadwy.
Canolfan Pysgod Cregyn	Canolfan uchel ei phroffil o fri rhyngwladol ac eang ei chysylltiadau rhyngwladol ar gyfer gwyddoniaeth ac arloesi ym maes pysgod cregyn a fydd yn datblygu cyfleoedd economaidd i sbarduno twf y sector pysgod cregyn yng Nghymru.
SMARTAQUA	Gan fod prinder safleoedd prif ffrwd a bod y farchnad fwyd yn orlawn, mae'r ganolfan hon yn targedu dyframaethu di-fwyd gan gynnwys pysgod glanhau, pysgod ar gyfer ymchwil feddygol a bwydydd sy'n seiliedig ar algâu a 'nutraceuticals'.
AIEC – Aberystwyth Innovation and Enterprise Campus	Adeiladu cyfleuster blaengar newydd o fri rhyngwladol i ddenu arian ymchwil lle gall cwmnïau ac ymchwilwyr gynnal prosiectau ymchwil ar y cyd er lles y fio-economi, gan roi sylw arbennig i fwyd cynaliadwy, iechyd, biodechnoleg ac ynni adnewyddadwy.
FLEXIS	Cynllun ymchwil ynni o safon byd, lle mae diwydiant a chyrff ymchwil o Gymru, Ewrop a gweddill y byd yn cydweithio. Mae'r cynllun yn ymchwilio sut y gall sawl ffynhonnell ynni gael eu cyflenwi i gwsmeriaid trwy systemau hyblyg ac effeithiol sy'n integreiddio ffynonellau ynni traddodiadol ac adnewyddadwy.
SPARC II – Solar Photovoltaic Academic Research Consortium	Rhaglen ymchwil 5-mlynedd ym mhrifysgolion Cymru i ddatblygu technoleg ffotofoltaig y genhedlaeth nesaf.
CEB – Centre for Environmental Biology	Cyfleuster sy'n arwain y byd i ddatblygu biodechnolegau newydd ar gyfer diwydiannau deunyddiau cemegol ac uwch trwy ddefnyddio biofolecwlau o amgylcheddau eithafol.
M-SPARC – Parc Gwyddoniaeth Menai	Dyluniwyd Parc Gwyddoniaeth Menai (MSparc) i greu cyfleoedd gwaith tymor hir sy'n meithrin sgiliau uwch ar gyfer pobl leol, gan ddatblygu amgylchedd lle gellir rhannu gwybodaeth a chreu hyb economaidd mewn sectorau fel carbon isel, ynni a'r amgylchedd a TGCh.
BEACON plus	Cafodd ei ddylunio i helpu busnesau Cymru i ddatblygu ffyrdd newydd o droi deunydd crai fel rhygwellt, ceirch a miscanthus (hesg eliffant) ymhlith eraill a ffrydiau gwastraff yn gynnyrch ar gyfer y diwydiannau fferyllol, cemegol, tanwydd a choluro.
SEACAMS 2	Sefydliad ymchwil a datblygu cydweithredol rhwng prifysgolion a diwydiant i gynyddu maint sector gwyddorau môr Cymru a chefnogi'r economi carbon isel.
SPECIFIC	Datblygu a darparu'r enghreifftiau cyntaf o adeiladau sy'n bwerdai sy'n gallu cynhyrchu, storio a chyflenwi eu hynni thermol a thrydan eu hunain.
SESS – Smart Energy Storage Solutions	Menter i storio ynni carbon isel, gyda help busnesau i sbarduno arloesedd ac i ddatblygu cynnyrch, technolegau a phrosesau newydd ar gyfer y farchnad.
RICE – Reduced Industrial Carbon Emissions	Mae RICE yn cyfuno arbenigeddau sydd wedi ennill eu plwyf i droi algâu'n danwydd a chynhyrchu hydrogen ag arbenigeddau newydd mewn gwres-i-drydan, dal CO2 a gwastraff cemegol a'u troi'n gynnyrch uchel eu gwerth, er mwyn creu busnesau newydd y gall diwydiannau ynni-ddwys eu defnyddio i leihau allyriadau CO2.

Prosiect	Disgrifiad
MEECE – Marine Energy Engineering Centre of Excellence	Bydd MEECE yn Noc Penfro yn cryfhau'r clwstwr Peirianneg Forol yno ac yn ategu Ardal Profi Ynni'r Môr (META).
IMPACT	Adeilad newydd yng Nghampws Bae Abertawe i gynnal profion ar ddeunydd arloesol a thechnolegau prosesu a rhifol.
AEMRI – Advanced Engineering and Materials Research Institute	Canolfan newydd arbenigol sy'n mesur integriti adeiladau ac yn dilysu deunydd peirianneg uwch ac ynni carbon isel newydd gan ddefnyddio strwythurau profi maint llawn nad ydynt ar gael ar hyn o bryd yn y DU.
CPE – Centre for Photonics Expertise	Amcan CPE yw uno galluoedd ymchwil Cymru mewn ffotoneg er mwyn darparu atebion ffotonig ar draws sectorau, ymateb i ofynion diwydiant a chryfhau'r farchnad ffotoneg yng Nghymru, gan ddatblygu cynnyrch a phrosesau newydd ar gyfer diwydiannau Cymru.
ASTUTE 2020	Dod ag arbenigeddau o brifysgolion ar draws Cymru ynghyd i gydweithio â chwmnïau gweithgynhyrchu i helpu i ddatblygu a mabwysiadu uwchdechnolegau, gan gynyddu sector gweithgynhyrchu Cymru.
ICS – Institute for Compound Semi Conductors	Adeiladu, cyfarparu a rhedeg 'ystafell lân' fodern yn yr Athrofa Lled-ddargludyddion Cyfansawdd newydd a datblygu staff crefftus i ddarparu cymorth ymchwil ar gyfer datblygu cynnyrch, prosesau a gwasanaethau newydd.
ACNM – Avenues of Commercialisation for Nano and Micro-technologies	Cymhwysiad yw'r ACNM gan y Ganolfan Nano-Iechyd, Canolfan Cymru ar gyfer Argraffu ac Arhaenu a Phrifysgol Cymru ym maes lled-ddargludyddion. Bydd y canolfannau'n cynnig gwasanaeth arbenigol i gwmnïau sydd heb eu cyfleusterau a'u harbenigeddau eu hunain. Y nod fydd arloesi i wneud cynnyrch newydd a gwella cynnyrch a phrosesau.
ADE – Advanced Design Engineering	Gweithio gyda busnesau o Gymru yn y sector gweithgynhyrchu i'w cael i fabwysiadu uwchdechnolegau yn eu prosesau a'u systemau cynhyrchu.
COMP FOUNDRY – Computational Foundry	Adeiladu canolfan ymchwil o fri rhyngwladol i wyddorau cyfrifiadurol, gan wneud Cymru'n gyrchfan i wyddonwyr cyfrifiadurol a phartneriaid diwydiannol o bob rhan o'r byd.
DIA – Data Innovation Accelerator	Cywaith rhwng busnesau bach a chanolig a Phrifysgol Caerdydd ym maes gwyddor a dadansoddeg data i helpu busnesau i dyfu a datblygu. Ar gyfer cwmnïau sy'n arbenigo mewn TGCh a seiberddiogelwch, deunyddiau uwch, ynni ac eco-arloesedd.
CEMET – Centre of Excellence in Mobile and Emerging Technology	Helpu busnesau bach a chanolig i ddylunio a phrofi technolegau symudol newydd i greu cynnyrch a gwasanaethau a ddaw â llwyddiant masnachol.
GEOM – Geographical Data & Earth Observation for Monitoring	Bydd GEOM yn helpu sector technoleg y gofod i dyfu trwy arsylwi ar y ddaear a gofodlywio. Y nod yw cynyddu nifer y prosiectau cydweithio rhwng prifysgol/diwydiant sy'n ymwneud â gwyddor data gofodol a/neu dechnolegau eilaidd diwydiant y gofod.

Er bod y DU a’r holl Lywodraethau datganoledig wedi dangos awydd i ymchwilio i gysylltiadau posib â'r rhaglenni ymchwil ac arloesi cystadleuol, fel Horizon Europe (sy'n dibynnu ar gyfraniad ariannol gan y DU), daw Brexit â chronfeydd strwythurol yr UE i ben yn y DU a Chymru, oni bai bod Llywodraeth y DU yn darparu arian yn eu lle.

Prifysgolion Cymru

Er mwyn gallu creu, ennill a defnyddio gwybodaeth yn effeithiol, rhaid wrth boblogaeth sydd wedi cael addysg dda ac sy'n meddu ar sgiliau da. Maen nhw'n hanfodol hefyd er mwyn ysgogi naws gystadleuol mewn gwlad[34]. Mae prifysgolion yn chwarae rhan hanfodol yn economi Cymru trwy gynnal gwaith ymchwil ac arloesi o safon fyd-eang a datblygu sgiliau graddedigion i helpu'r economi leol a chenedlaethol i dyfu.

Mae gan Gymru wyth prifysgol, a rhyngddynt a chyda'r Brifysgol Agored, maen nhw'n addysgu rhagor na 140,000 o fyfyrwyr bob blwyddyn, gan gynnig popeth o raddau gradd ac ôl-radd, modiwlau oes a dysgu seiliedig ar y gwaith. Gyda'r ddarpariaeth academaidd yn cwmpasu'r holl brif feysydd gan gynnwys y Celfyddydau a'r Dyniaethau, y Diwydiannau Creadigol, Gwyddoniaeth a Thechnoleg, Busnes, Addysg, y Gwyddorau Cymdeithasol, Meddygaeth a Gofal Iechyd, mae bron hanner y cyrsiau prifysgol yn alwedigaethol neu broffesiynol, gan ddarparu hyfforddiant i athrawon, cyfreithwyr, doctoriaid, nyrsys a gweithwyr cymdeithasol, yn ogystal â gweision cyhoeddus y dyfodol.

O'r mwy na 26,000 o brifysgolion ledled y byd, mae gan Gymru 4 prifysgol yn y 500 gorau yn ôl QS World University, un o'r clystyrau mwyaf o brifysgolion gan unrhyw wlad o ran poblogaeth a GDP y pen[35]. O'i chymharu â gwledydd eraill â phoblogaethau tebyg, mae Cymru'n drydydd o ran nifer y prifysgolion yn y 500 gorau trwy'r byd, am bob miliwn o bobl (gweler Ffigur 11).

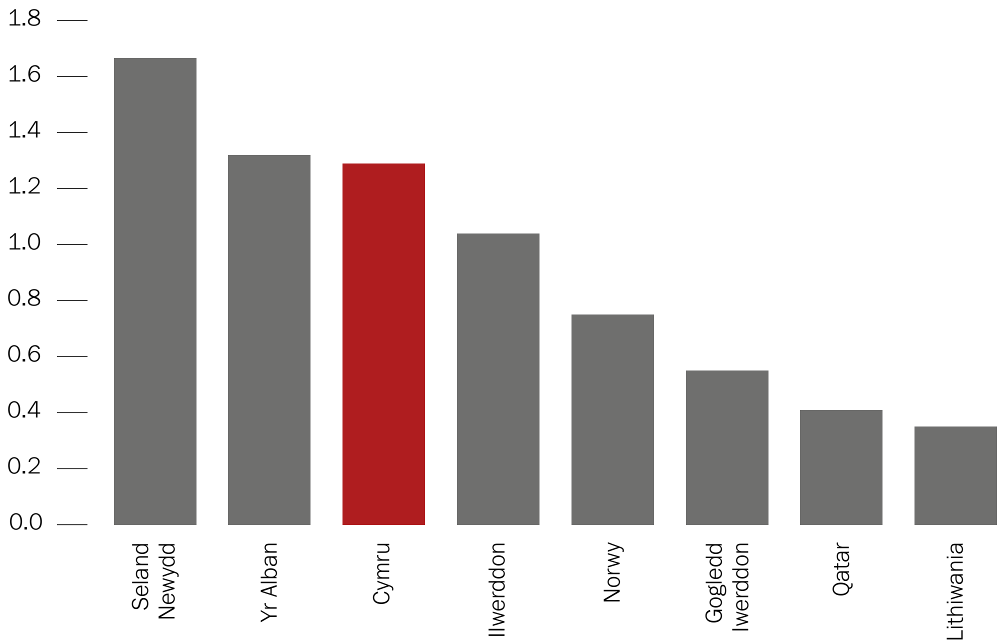
Mae nifer arwyddocaol o staff prifysgolion Cymru'n dod o'r UE. Yn 2015–16, roedd 1,355 o staff o'r UE[36] yn gweithio ym Mhrifysgolion Cymru – mwy na 10 y cant o'r gweithlu.

[34] ‘The Relationship between the Knowledge Economy and Global Competitiveness in the European Union’ Sustainability 2018,10(6), 1706; doi:10.3390/su10061706
[35] *Wales and the World*, Cymdeithas Ddysgedig Cymru, 2017
[36] http://uniswales.ac.uk/wp/media/Unis-Wales-Welsh-Higher-Education-Brussels-response-to-External-Affairs-and-Additional-Legislation-Committee-inquiry-on-Wales.pdf

Ym mlwyddyn academaidd 2016–2017, roedd 6,235 o fyfyrwyr o'r UE[37] wedi'u cofrestru i ddilyn cymhwyster addysg uwch yng Nghymru.

Bydd Brexit yn debygol o arwain at gwymp yn nifer myfyrwyr yr UE. Bydd unrhyw ostyngiad yn nifer myfyrwyr yr UE neu ryngwladol yn debygol o gael effaith sylweddol ar Brifysgolion Cymru.

Ffigur 11:
Nifer y prifysgolion yn y 500 gorau, am bob miliwn o bobl



Ffynhonnell: Dadansoddiad Llywodraeth Cymru o safleoedd prifysgolion QS a ffigurau poblogaeth diweddaraf gwledydd (gan gynnwys ystadegau poblogaeth amcanestynedig ONS 2018 ar gyfer gwledydd y DU a gymerwyd o'r amcanestyniadau ar gyfer 2018 a gyhoeddwyd yn Hydref 2017).

37 https://hesa.ac.uk/data-and-analysis/students/where-from#detailed

Ymgysylltu rhyngwladol: twf yn yr ymchwilio dros ffiniau

A hithau'n wlad allblyg sy'n ymwneud â'r byd, mae Cymru'n cydnabod pwysigrwydd cryfhau cysylltiadau rhyngwladol i'w ffyniant yn y dyfodol. Mae gan Gymru hanes hir a chynhyrchiol o gydweithio â'i phartneriaid yn Ewrop ar ymchwil, trwy gynlluniau'r UE a chynlluniau traws-Ewropeaidd. Mae enw da ymchwil Cymru, a ddisgrifir yn fanylach yn **Atodiad 1**, yn seiliedig ar gydweithio helaeth byd-eang. Gwelir hynny yn ffrwyth cynhyrchiol blynyddoedd o rwydweithio rhyngwladol. Os oes gan wlad frand positif, mae hynny'n gatalydd ar gyfer sicrhau cydweithio cystadleuol, cynyddu ei dylanwad trwy'r byd (pŵer meddal) ac annog partneriaethau rhyngwladol cryf.

Mae gwyddoniaeth ac ymchwil yn cael eu hystyried bellach yn arfau pwysig mewn diplomyddiaeth wyddonol sydd oll yn helpu i feithrin ymddiriedaeth a hyder rhwng gwledydd a rhanbarthau gan hwyluso cyfleoedd i feithrin cysylltiadau rhyngwladol. Trwy gysylltu'r gymuned ymchwil â llunwyr polisïau ledled y byd, mae 'diplomyddiaeth gwyddoniaeth' yn helpu i droi canlyniadau gwyddonol yn effeithiau gan gefnogi cysylltiadau rhyngwladol[38].

Rhaid parhau i feithrin partneriaethau ymchwil ar ôl Brexit er sicrhau ffyniant cyffredinol Cymru a'r DU. A ninnau'n wynebu heriau byd-eang mawr fel hinsawdd sy'n newid, poblogaethau sy'n heneiddio a chlefydau heintus, mae'n hanfodol bod cydweithio rhyngwladol strategol ar ymchwil yn parhau.

Cyhoeddiadau Ymchwil

Mae cydweithio rhyngwladol yn cefnogi gwaith ymchwil flaengar mewn meysydd fel darganfod yn y gofod, ynni glân ac ymchwil feddygol, gan y ceir trwyddo seilwaith, arbenigedd, data a chrynoadau o bobl ar raddfa y tu hwnt i'r hyn y gall un wlad ei ddarparu[39]. Mae egwyddorion rhagoriaeth a chystadleuaeth sef hanfod cydweithio Ewropeaidd, wedi helpu i godi ansawdd canlyniadau'r ymchwil a hefyd yn cyfrannu at wella sgiliau. Mae partneriaethau rhwng y DU a gwledydd yr UE wedi cynyddu effaith a dylanwad gwyddoniaeth ac ymchwil yr UE yn fawr ledled y byd.

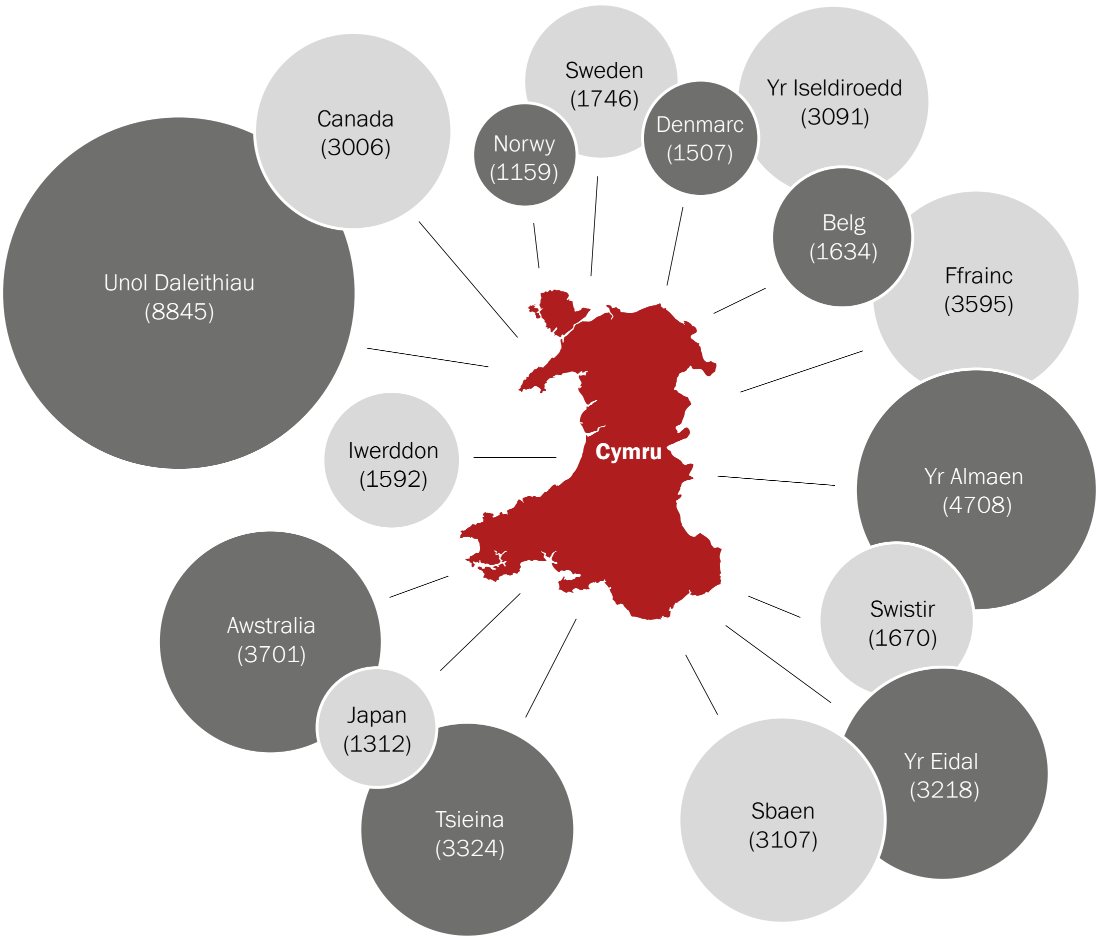
Mae effaith ymchwilwyr yn cynyddu os ydyn nhw'n cydweithio ag ymchwilwyr mewn gwledydd eraill. Mae rhaglenni'r UE wedi helpu i feithrin a chryfhau cydweithio gwyddonol ac mae Cymru wedi bod yn gyfrannwr brwd yn hyn o beth. Er nad yw penderfyniad y DU i adael yr UE yn golygu na fydd cydweithio yn y dyfodol, mae ganddo'r potensial i gyfyngu'n fawr ar allu ymchwilwyr a sefydliadau i gael hyd i arian i gydweithio gyda'i gilydd.

Un ffactor sydd wedi cyfrannu'n fawr at berfformiad ymchwil trawiadol Cymru yn y degawd diwethaf fu'r cynnydd yn ei rhwydweithiau cydweithredol rhyngwladol. Yn ogystal ag esgor ar nifer cynyddol o erthyglau Cymreig, mae cydweithio rhyngwladol wedi arwain hefyd at y nifer fawr o gyfeiriadau sydd wedi'u pwysoli yn ôl maes.

Rhwng 1997 a 2001, roedd rhyw 25 y cant o waith ymchwil Cymru wedi'i gynnal â gwledydd eraill. Erbyn 2016, roedd cyfran fwy o gydweithio rhyngwladol yng Nghymru nac yn un o wledydd eraill y DU, gyda awduron o'r tu allan i Gymru wedi cyfrannu at bron 70 y cant o'i chyhoeddiadau (gweler ffigur 12)[40].

38 https://researchbriefings.parliament.uk/ResearchBriefing/Summary/POST-PN-0568
39 *Collaboration on Science and Innovation*, HM Government, 2018
40 *International Comparative Performance of the Welsh Research Base*, Elsevier, 2014–2016

Ffigur 12: Cyhoeddiadau ymchwil gydweithredol Cymru â'r byd, 2008–2017



Ffynhonnell: Cronfa ddata Elsevier

Mae ymchwil gydweithredol fel hon yn cynnig manteision i'r ddwy ochr ar gyfer effaith yr ymchwil yn y gwledydd sy'n cymryd rhan. Mae safle Cymru fel ceffyl blaen yn y farchnad lled-ddargludyddion cyfansawdd wedi'i hen gydnabod a chyhoeddwyd llynedd mai yng Nghymru y caiff Catapwlt Cymwysiadau Lled-ddargludyddion Cyfansawdd newydd ei sefydlu. Ddwy flynedd yn ôl, aliniodd Prifysgol Caerdydd, IQE, Llywodraeth Cymru a Llywodraeth y DU eu gweledigaethau ar gyfer lled-ddargludyddion cyfansawdd trwy ymrwymo dros £80 miliwn mewn buddsoddiadau ar y cyd, gyda'r nod o greu clwstwr cynta'r byd o dechnoleg lled-ddargludyddion cyfansawd[41].

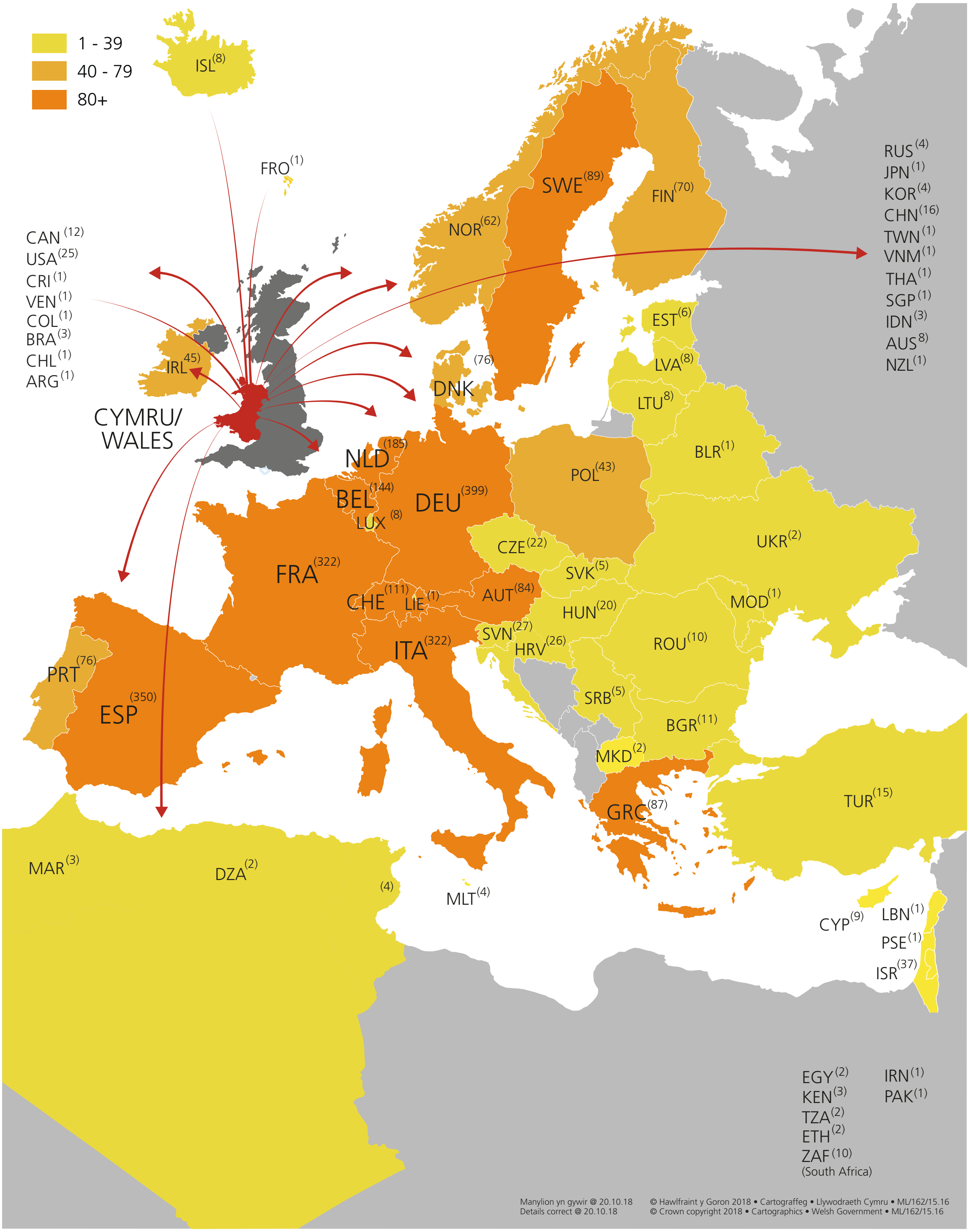
Yn ôl Elsevier, o'r 25 gwlad y mae Cymru'n cynnal ymchwil ar y cyd fwyaf â nhw, mae cynnyrch ymchwil gydweithredol Cymru â'r gwledydd hynny yn cael eu dyfynnu'n amlach na'r cyfartaledd. Mae hyn yn gwneud Cymru'n wlad ddeniadol i gydweithio â hi[42].

Yn 2000, roedd gan ryw 12 y cant o'r cyhoeddiadau ymchwil o Gymru gyd-awdur o'r UE. Cododd hyn i ryw 29 y cant erbyn 2016 sy'n dangos bod cydweithio â'r UE yn cynyddu yn ei bwysigrwydd.

Mae ymchwil yn waith byd-eang sy'n aml yn gofyn am ymagwedd amlddisgyblaethol gydag ymchwilwyr o wledydd gwahanol yn cyfrannu ati. O gofio mor agos yw'r UE i'r DU, ei chysylltiadau hanesyddol â llawer o wledydd yr UE a chryfder cymharol ei sylfaen ymchwil, gallai ymchwil yn y DU (sy'n dibynnu'n drwm ar gydweithio â gwledydd eraill yr UE) ddiodde'n ddifrifol ar ôl Brexit. Ond byddai'r sefyllfa yn waeth yng Nghymru a hithau wedi llwyddo i gynyddu sut lefel o gydweithio ag ymchwilwyr eraill yn yr UE dros y degawd diwethaf (gweler Ffigurau 13 ac 14a). Mae gan Gymru gysylltiadau ymchwil eang ar draws y DU hefyd.Mae Ffigur 14b yn dangos yr amrywiaeth eang o brosiectau cydweithredol a ariennir gan yr UE sy'n cynnwys partneriaid eraill o'r DU.

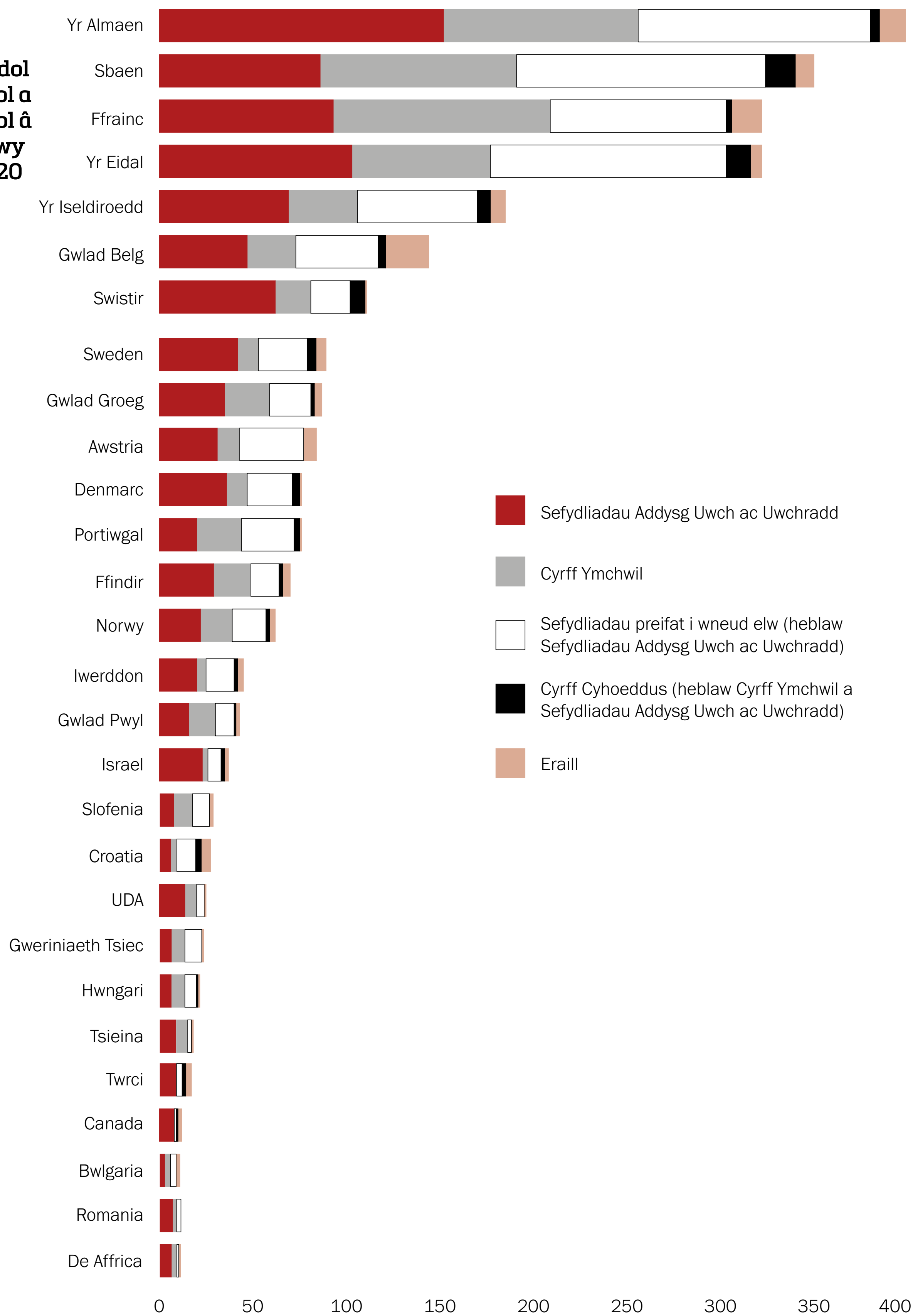
[41] *Collaboration on Science and Innovation*, HM Government, 2018
[42] *International Comparative Performance of the Welsh Research Base*, Elsevier, 2013

Ffigur 13:
Prosiectau cydweithredol cenedlaethol a rhyngwladol trwy Horizon 2020



Daw'r ffigur hwn o ddata gweinyddol a ddelir yng nghronfa ddata'r Comisiwn Ewropeaidd ynghylch Horizon 2020. Mae'r data'n seiliedig ar gytundebau grant oedd wedi'u llofnodi neu gyfnodau ariannu oedd wedi cau ar 29 Medi 2018. Mae'r ffigurau'n rhai cronnus o ddechrau'r rhaglen oni dywedir yn wahanol. Mae ystadegau sy'n deillio o'r data hyn wedi'u dilysu a chadarnhawyd eu cywirdeb lle medrir. Fodd bynnag, dylid nodi bod rhai mân wallau'n anorfod wrth gynhyrchu'r ystadegau hyn oherwydd data sydd ar goll, camgymeriadau dynol neu broblemau tebyg eraill â'r wybodaeth sy'n codi wrth gynhyrchu a dadansoddi setiau data gweinyddol mawr.

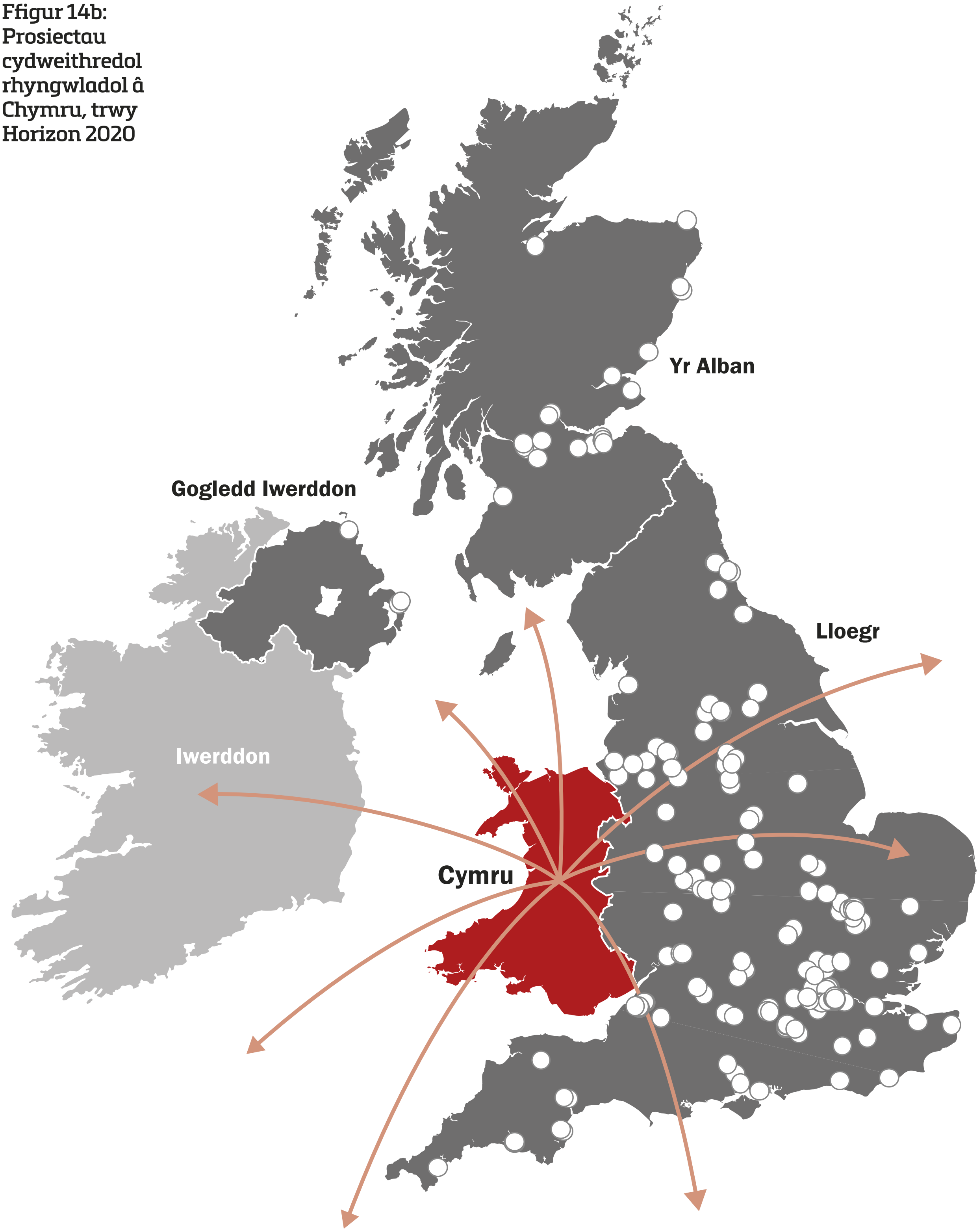
Ffigur 14a: Prosiectau cydweithredol cenedlaethol a rhyngwladol â Chymru, trwy Horizon 2020



Daw'r ffigur hwn o ddata gweinyddol a ddelir yng nghronfa ddata'r Comisiwn Ewropeaidd ynghylch Horizon 2020. Mae'r data'n seiliedig ar gytundebau grant oedd wedi'u llofnodi neu gyfnodau ariannu oedd wedi cau ar 29 Medi 2018. Mae'r ffigurau'n rhai cronnus o ddechrau'r rhaglen oni dywedir yn wahanol. Mae ystadegau sy'n deillio o'r data hyn wedi'u dilysu a chadarnhawyd eu cywirdeb lle medrir. Fodd bynnag, dylid nodi bod rhai mân wallau'n anorfod wrth gynhyrchu'r ystadegau hyn oherwydd data sydd ar goll, camgymeriadau dynol neu broblemau tebyg eraill â'r wybodaeth sy'n codi wrth gynhyrchu a dadansoddi setiau data gweinyddol mawr.

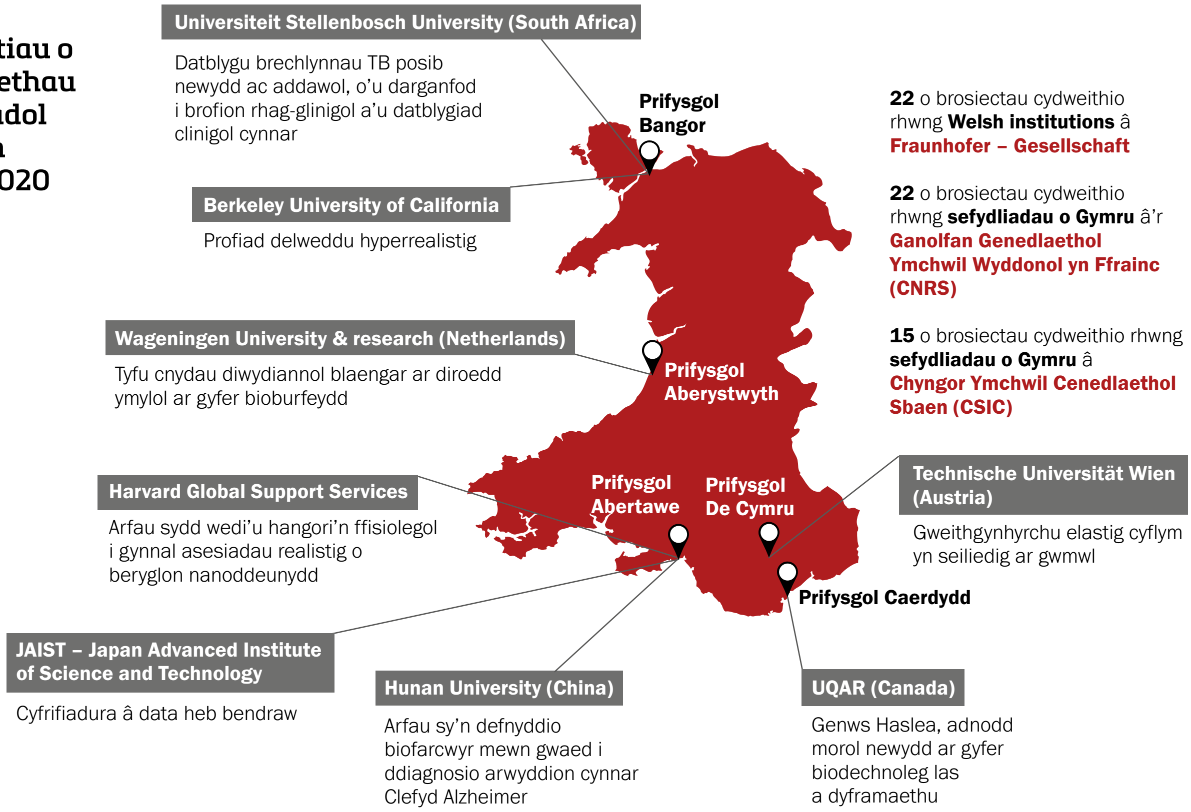
Ffynhonnell: WEFO

Ffigur 14b: Prosiectau cydweithredol rhyngwladol â Chymru, trwy Horizon 2020



Daw data'r ffigur hwn o eCORDA'r Comisiwn Ewropeaidd (y Warws Data Ymchwil Cyffredin Allanol) sy'n darparu mynediad i gronfa ddata mynediad Microsoft Horizon 2020 ar gyfer data crai a lawrlwythwyd. Crëwyd y map hwn o restr o sefydliadau'r DU sy'n cymryd rhan yn Horizon 2020 ar 27 Medi 2018. Caiff pwyntiau eu nodi yn ôl codau post sefydliadau'r DU fel y'u cadarnhawyd yng nghronfa ddata'r CE.

Ffigur 15: Enghreifftiau o Bartneriaethau Rhyngwladol Cymru, yn Horizon 2020



Yn 2014, roedd cyfran fwy o gydweithio rhyngwladol yng Nghymru nac yn un o wledydd eraill y DU, gyda awduron o'r tu allan i Gymru wedi cyfrannu at bron 70 y cant o'i chyhoeddiadau. Roedd hynny'n pwysleisio y bydd rhwystrau diangen i gydweithio cyn, yn ystod neu ar ôl trafodaethau Brexit yn debygol o gael effaith negyddol ar Gymru ac ar safle'r DU fel arweinydd y byd ymchwil, oni eir i'r afael â hyn.

Cydweithio Ewropeaidd: Arian Horizon 2020

Mae gan Gymru hanes hir a chryf o gydweithio â phartneriaid yn Ewrop. Mae Cymru ar hyn o bryd yn bartner brwd a gwerthfawr ar nifer mawr o brosiectau ymchwil cydweithredol gyda'r UE ac rydyn ni'n cyfrannu'n frwd at gydweithio llwyddiannus ar nifer o raglenni sy'n cael eu rheoli'n ganolog gan yr UE gan gael mantais fawr ohonynt. Drwy hynny, rydyn ni'n agor ein hunain i syniadau newydd a ffyrdd newydd o weithio yn ogystal â rhannu profiadau â'r byd.

Mae rhaglen Horizon 2020 (2014–2020) wedi hwyluso cydweithio rhwng ymchwilwyr, gyda'i bwyslais ar wyddoniaeth ragorol, arweiniad diwydiannol a thaclo problemau cymdeithas. Mae Horizon 2020 wedi rhoi grantiau hefyd i bob rhan o'r gadwyn ymchwil a datblygu, o ymchwil flaengar i weithgarwch 'ger y farchnad'.

Erbyn mis Medi 2018[43], ac ers dechrau'r rhaglen, mae sefydliadau Cymru wedi cael rhyw €102miliwn gan Horizon 2020 ar sail rhagoriaeth gystadleuol, gan olygu 255 o ddyfarniadau a 2820 o brosiectau cydweithredol rhyngwladol (gweler Ffigur 13), gan gynrychioli buddsoddiad o ryw €1 biliwn mewn prosiectau y bu cyfranogwyr o Gymru'n cydweithio arnynt.

O ddadansoddi'r **2820** o brosiectau cydweithredol Horizon 2020 (Ffigur 14a), gwelir bod ymchwilwyr Cymru'n cydweithio â llawer o wledydd yr UE ond y prif wledydd yn hyn o beth (dros 100 o brosiectau cydweithio, yn ogystal â rhannau eraill y DU) yw'r **Almaen, Sbaen, Ffrainc, yr Eidal, yr Iseldiroedd a Gwlad Belg** (Ffigur 14). Fel y gwelwch o Ffigur 14a, yn ogystal â sefydliadau academaidd, cafwyd prosiectau cydweithio hefyd â sefydliadau ymchwil ac â chyrff cyhoeddus a phreifat. Fe welwch enghreifftiau o bartneriaethau rhyngwladol Horizon 2020 Cymru yn Ffigur 15.

43 Cofnodwyd y perfformiad diweddaraf ar sail nifer crynswth y cytundebau grant a lofnodir neu gyfnodau ariannu sydd wedi cau, ar 29 Medi 2018

Casgliad

Dros y 18 mlynedd ddiwethaf, mae arian strwythurol yr UE sydd wedi'i neilltuo gan Lywodraeth Cymru i ymchwil ac arloesi wedi cyfrannu at godi bri rhyngwladol Cymru ym maes ymchwil ac at fwy o gydweithio rhyngwladol. Mae Cronfeydd Strwythurol yr UE, ac yn enwedig arian ar gyfer gweithgareddau ymchwil ac arloesi, trwy amrywiaeth eang o raglenni cysylltiedig yr UE, yn dod i ben inni gyda dyfodiad Brexit.

Yn wahanol i weddill y DU sy'n cael y rhan fwyaf o'i harian Ewropeaidd ar gyfer ymchwil ac arloesedd trwy raglenni cystadleuol Horizon 2020, bydd Cymru'n cael 79 y cant o gyfanswm ei harian oddi wrth yr UE ar gyfer ymchwil ac arloesedd o'r cronfeydd strwythurol yn ystod cyfnod y rhaglen fframwaith bresennol, ac nid yw wedi dod i ben eto.

Er bod y DU a phob Llywodraeth ddatganoledig wedi dangos awydd i ymchwilio i gysylltiadau posib â rhaglenni ymchwil ac arloesi cystadleuol yr UE yn y dyfodol, daw manteision cronfeydd strwythurol yr UE i ben yng Nghymru gyda dyfodiad Brexit, oni bai bod Llywodraeth y DU yn darparu arian yn eu lle. Yn ôl dadansoddiad diweddar (Ionawr 2019) gan Gynhadledd y Rhanbarthau Morol Ymylol, amcangyfrifir, gallai'r DU fod wedi sicrhau 22% o gynnydd mewn cyllid rhwng 2021 a 2027 o gymharu â'r cyfnod presennol pe bai'r DU wedi dewis parhau i fod yn rhan o'r UE . Mae Llywodraeth y DU ar hyn o bryd yn paratoi ymgynghoriad ynghylch sut y dylid mynd i'r afael â pholisïau rhanbarthol yn y DU pan na fydd polisïau'r UE bellach yn gymwys.

Mae Llywodraeth Cymru yn galw ar y DU i:

1. Gadw at yr addewidion a wnaed yn ymgyrch refferendwm yr UE na fyddai Cymru geiniog ar ei cholled wrth i ni ymadael â'r UE. Rhaid i hyn gynnwys addasiad parhaol uwch i waelodlin Llywodraeth Cymru sy'n cyfateb o leiaf i'r lefelau a gafwyd yn hanesyddol drwy gronfeydd Strwythurol a Buddsoddi'r UE.
2. Negodi mynediad llawn a di-dor i'r ystod o raglenni Ymchwil ac Arloesi (FP9) Horizon Europe ac Erasmus+ ar ôl 2020 a chyfranogaeth lawn ynddynt.
3. Sicrhau ei bod yn cael parhau i fanteisio ar fenthyciadau Banc Buddsoddi Ewrop.
4. Sicrhau system fudo ymchwil-gyfeillgar sy'n caniatáu i ymchwilwyr symud yn ddilyffethair ar draws ffiniau, gyda gwarantau i ddinasyddion yr UE sy'n gweithio yn ein prifysgolion a chadw hawl myfyrwyr i fynd o wlad i wlad.
5. Dod â Gweinidogion Llywodraeth Cymru, Llywodraeth yr Alban, Gweithrediaeth Gogledd Iwerddon a Llywodraeth y DU ynghyd yn rheolaidd ar faterion polisi economaidd er mwyn cydgysylltu ymchwil ac arloesi ar draws ffiniau'r DU yn well.

Atodiad 1: Perfformiad Cymru o ran ymchwil ac arloesi

Mae Cymru'n gartref i nifer o weithgareddau ymchwil arloesol a deinamig, nifer ohonynt o safon byd. Peirianneg awyrofod; technolegau ynni, gan gynnwys niwclear ac ynni'r llanw; arloesi â metalau, fel dur; technoleg forol; ymchwil flaenllaw i ddementia; cynhyrchu moduron; lled-ddargludyddion cyfansawdd; cynhyrchu bwyd; gweithgynhyrchu a deunyddiau uwch; bio-wyddorau; gwyddoniaeth data a gwasanaethau ariannol a phroffesiynol.

Mae gan Gymru draddodiad o gyflawni a dylanwadu yn y gwyddorau ac mewn technoleg. Roedd ganddi le ym mywydau cynnar dau arloesydd theori esblygiad. Yng Nghymru y gwelwyd arloesi'r datblygiadau cynnar mewn crisialeg. Oddi yma y daeth syniadau arloesol Richard Price, yr athronydd a'r mathemategydd o'r Dadeni gan ddylanwadu yn eu tro ar sylfaenwyr yr Unol Daleithiau ac ar Aneurin Bevan, pensaer Gwasanaeth Iechyd Gwladol cynta'r byd.

Roedd Cymru'n gysylltiedig â darganfod radicalau rhydd a dirywiad mesonau; dyfeisio'r gell tanwydd, y microffon, y teleprinter a'r swits pecynnau, sy'n gyrru pob technoleg gyfathrebu fodern trwy'r byd; ymchwil arloesol i fôn-gelloedd embryonau ac yn fwy diweddar, creu deddfwriaeth unigryw sy'n ei gwneud yn ofynnol i bob corff cyhoeddus ystyried effaith ei bolisïau a'i weithredoedd ar genedlaethau'r dyfodol[44].

Wrth symud o economi ddiwydiannol sy'n seiliedig ar adnoddau naturiol i economi wybodaeth sy'n seiliedig ar weithgynhyrchu a gwasanaethau, mae Cymru dros y ddau ddegawd diwethaf wedi tyfu'n economi dechnolegol flaengar ac agored. Mae ganddi broffeil ymchwil sydd yn ôl y safonau meincnodi rhyngwladol yn gwneud yn fawr iawn o'r incwm ymchwil sydd ganddi – hynny o safbwynt allbynnau, effeithiolrwydd ac effaith[45].

Ceir tystiolaeth gynyddol, o'i chymharu â llawer o wledydd a rhanbarthau sy'n gwario mwy ar ymchwil a datblygu, bod Cymru'n gwneud yn well na nhw[46].

Gyda llai na 0.04 y cant o boblogaeth y byd a 0.08 y cant o'r arian ymchwil, mae sylfaen ymchwil fach Cymru yn gwneud yn fawr o'i hincwm ymchwil, gan gynhyrchu 0.3 y cant o erthyglau ymchwil a 0.8 y cant o'r erthyglau sy'n cael eu dyfynnu amlaf er ei bod yn buddsoddi llai mewn ymchwil a datblygu fel canran o'r GDP na gweddill y DU.

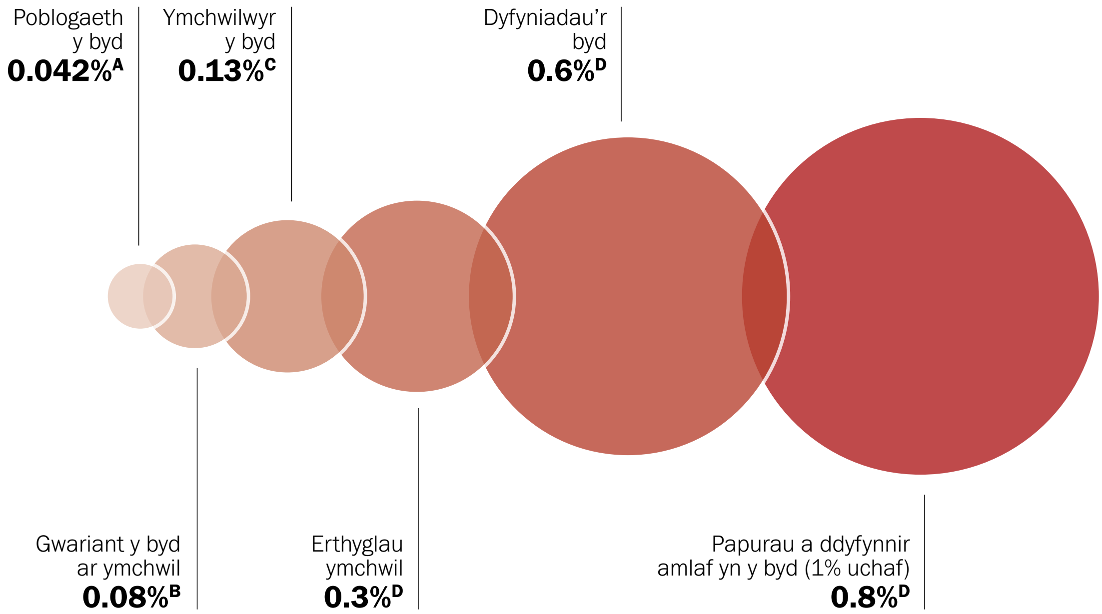
Mae nifer o brifysgolion Cymru yn cynnal gwaith ymchwil o safon uchel iawn – arloesi ym maes delweddu'r ymennydd ac ymchwil i glefydau genetig a nwiroddirywiol ym Mhrifysgol Caerdydd; yr Athrofa Gwyddorau Biolegol, Amgylcheddol a Gwledig (IBERS) yn Aberystwyth sy'n uchel iawn ei bri; gwaith ardderchog Bangor ym maes diogelu'r amgylchedd; opto-electroneg ym Mhrifysgol Glyndŵr Wrecsam a'r datblygiadau arloesol yn Abertawe mewn ymchwil a phrofi deunyddiau.

Yn 2007, cafodd y Wobr Nobel am Feddygaeth ei rhoi ar y cyd i'r Athro Syr Martin Evans o Brifysgol Caerdydd. Cafodd y gwaith o adeiladu'r Peiriant Gwrthdaro Hadronau Mawr – y cyflymydd gronynnau mwyaf pwerus yn y byd erioed, yn y labordy ffiseg gronynnau Ewropeaidd CERN, ger Genefa – ei oruchwylio gan y Dr Lyn Evans, ffisegydd o Gymro a dderbyniodd ei hyfforddiant ymchwil ym Mhrifysgol Abertawe[47] – ac mae wrthi nawr yn goruchwylio dylunio'r Peiriant Gwrthdaro nesaf.

---

44 New Frontiers: Cutting Edge Science in Wales, 2012
45 Adroddiad Cymdeithas Ddysgedig Cymru, 2017
46 Halligan and Bright, 2015
47 *Recognising the Quality of Research at Universities in Wales*, Cymdeithas Ddysgedig Cymru (LSW), 2013, Wales in the World, 2017

Ffigur 16: Data ymchwil Cymru ar lefel byd (%)



A World Bank https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL (for global figure) and ONS
B Multiple sources:
- for Wales GERD as per cent of UK GERD is ONS, published in GBP
- for UK GERD as per cent of global GERD is OECD [here global GERD is assumed to be the same as the OECD total GERD] published in GBP& USD, and USD respectively https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm#indicator

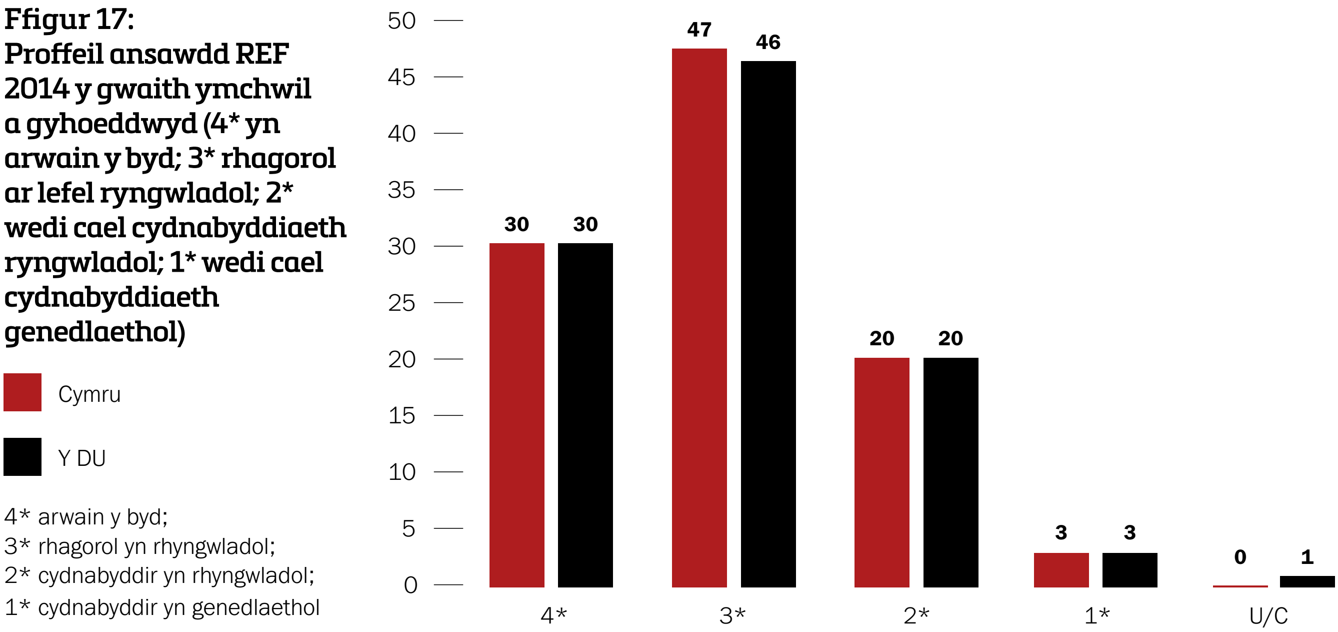
C Eurostat for global researchers (calculated as total headcount of FTEs) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do and for the NUTS2regional breakdown: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_p_persreg&lang=en
(The 2015 dataset has been used as this is the most complete but this comes with the caveat that it is not a complete global dataset).
D Elsevier (2018)

Mae datblygiadau diweddar yng Nghymru'n rhychwantu meysydd amrywiol, gan gynnwys: biodechnoleg, megis llunio biofarcwyr diagnostig ar gyfer darganfod canser yr ysgyfaint yn gynnar; gweithgynhyrchu uwch; diogelwch rhag ymosodiadau seiber; ynni, fel patentau ar gyfer technoleg celloedd tanwydd microbiol; meddygaeth, fel triniaethau ar gyfer clefydau niwroddirywiol; opto-electroneg, fel graffegau cyfrifiadurol y genhedlaeth nesaf sy'n seiliedig ar olrhain pelydrau a mapiau ffoton, ac amaethyddiaeth, fel dulliau cadw stoc marw[48].

Mae'r ffaith nad yw Cymru'n cael mwy na 2 y cant o holl wariant y DU ar ymchwil a datblygu wedi cyfrannu at ddarlun camarweiniol o berfformiad ymchwil Cymru. Er mwyn deall yn well berfformiad ymchwil y wlad, gan edrych ymhellach na'i hincwm ymchwil, mae'n bwysig ystyried pa mor effeithiol yw'r gwariant hwnnw o ran cynhyrchu canlyniadau ymchwil sy'n cael effaith. Pan fesurir cynnyrch yr ymchwil, nifer y dyfyniadau ac effaith yr ymchwil ar sail bibliometrig, mae'n amlwg bod ansawdd perfformiad ymchwil Cymru wedi gwella'n sylweddol dros y degawd diwethaf o'i chymharu â gwledydd bach eraill.

[48] Llywodraeth Cymru, *Advances*, Rhifyn 69, Haf 2013

Ffigur 17: Proffeil ansawdd REF 2014 y gwaith ymchwil a gyhoeddwyd (4* yn arwain y byd; 3* rhagorol ar lefel ryngwladol; 2* wedi cael cydnabyddiaeth ryngwladol; 1* wedi cael cydnabyddiaeth genedlaethol)



Ffynhonnell: 2014

Fframwaith Rhagoriaeth Ymchwil (REF) 2014

Yn ôl Fframwaith Rhagoriaeth Ymchwil (REF)[49], fframwaith ffurfiol Llywodraeth y DU ar gyfer asesu ansawdd ymchwil gyhoeddedig prifysgolion y DU, mae ymchwil Cymru yn gydradd â sector addysg uwch y DU. Mae Ffigur 17 yn dangos bod mwy na thri chwarter (77 y cant) o'r ymchwil o Gymru a gyflwynwyd o ansawdd sy'n arwain y byd neu'n rhagorol ar lefel ryngwladol, gyda bron traean o ansawdd sy'n arwain y byd.

O'i gymharu â'r **Ymarfer Asesu Ymchwil** (RAE)[50] yn 2008, mae Cymru wedi gwella'n sylweddol gyda'r gwaith ymchwil sy'n perthyn i gategori 4* wedi cynyddu o 14 y cant yn y RAE i 30 y cant trawiadol yn y REF a chynnydd yn y gwaith sy'n perthyn i gategori 3* wedi codi o 35 y cant yn y RAE i 47 y cant yn REF 2014.

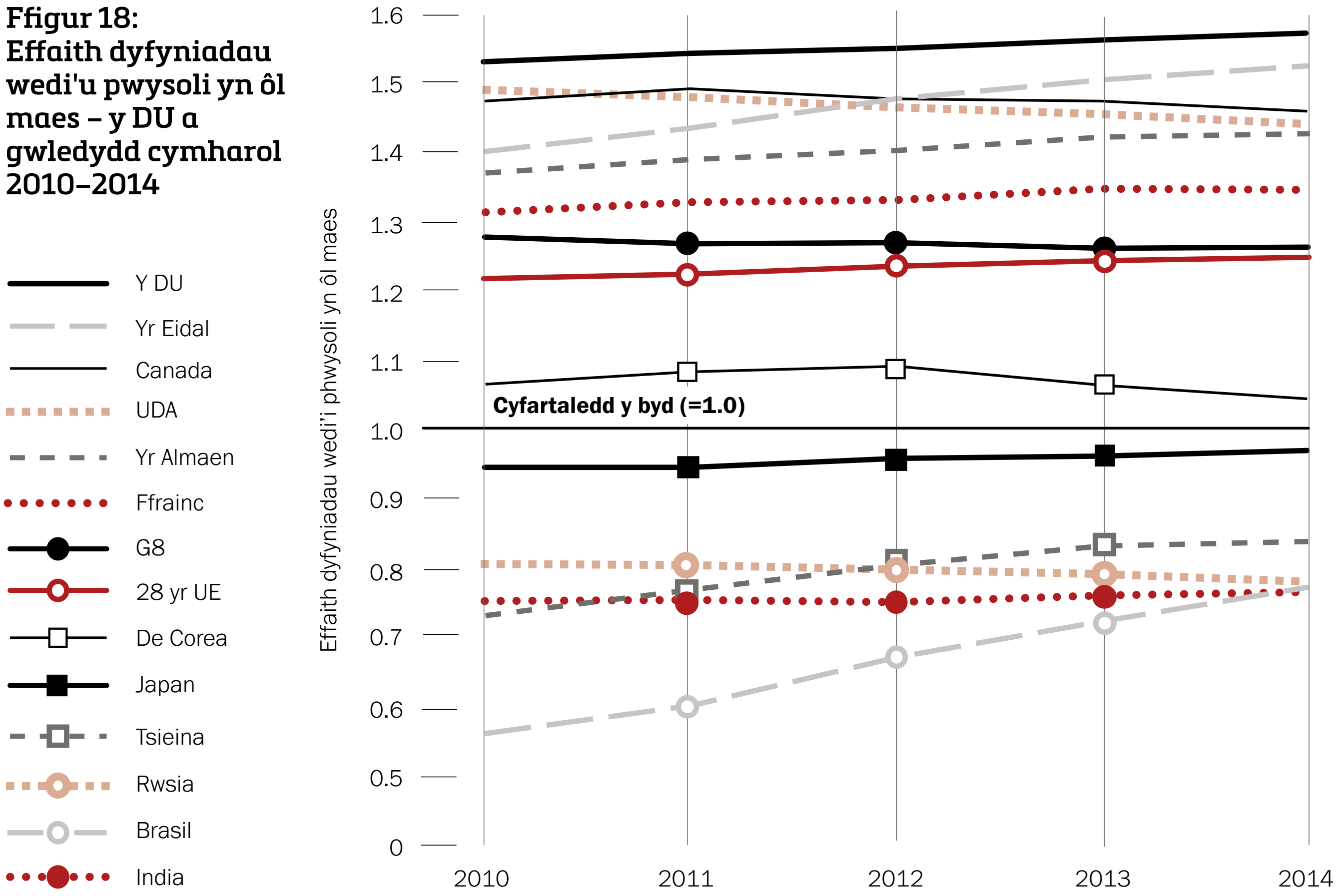
Dyfynnu Ymchwil

Mae sylfaen ymchwil y DU yn cael cydnabyddiaeth deg fel arweinydd byd ac mae'n un o wledydd ymchwil mwyaf cynhyrchiol y G8 o safbwynt nifer y dyfyniadau a chyhoeddiadau am bob £1 a werir. Un mesur sydd wedi ennill ei blwyf o ganlyniadau ymchwil yw cyhoeddiadau mewn cyfnodolion. Trwy eu tracio ac olrhain eu dylanwad yng nghymuned academaidd y byd, mae'n bosibl cael darlun o ansawdd ac effeithiolrwydd system ymchwil gwlad.

Mae ymchwilwyr yn defnyddio dyfyniadau fel mesur o faint diddordeb ymchwilwyr mewn gwaith a gyhoeddwyd. Mae nifer y cyfeiriadau at erthygl ymchwil mewn erthyglau a gyhoeddir wedi hynny (y dyfyniadau) yn cael ei ystyried yn aml fel arwydd o ansawdd, perthnasedd neu bwysigrwydd yr ymchwil[51]. Mae **effaith dyfyniadau wedi'i phwysoli yn ôl maes (Field-weighted citation impact)** (FWCI) yn cael ei chydnabod fel mesur o'r cyfeiriadau a wneir

49 http://www.ref.ac.uk/2014/
50 http://www.rae.ac.uk/
51 Davis, P.M. (2009) 'Reward or Persuasion? The Battle to Define the Meaning of a Citation' Learned Publishing 22 (1) pp. 5–11

Ffigur 18: Effaith dyfyniadau wedi'u pwysoli yn ôl maes – y DU a gwledydd cymharol 2010–2014



Ffynhonnell: Elsevier 2017

at erthygl gan ddefnyddio dulliau cyfrif gwahanol yn ôl gwahanol feysydd, mathau o gyhoeddiadau a blynyddoedd cyhoeddi – a'i throi'n gyfartaledd byd o 1.0.

Yn 2014, roedd gan y DU FWCI o 1.57, sydd lawer gwell na chyfartaledd y byd o 1.0 ac yn well na gwledydd cymharol y G8. Gweler Ffigur 19 isod.

Fodd bynnag, trwy gyfrif FWCI y DU yn ôl y cyfeiriadau at erthygl gan bob un o wledydd y DU sy'n cyfrannu, gallwn gymharu perfformiad gwledydd gwahanol y DU â'i gilydd[52]. O ddadansoddi ffigurau FWCI pedair gwlad y DU yn 2014, gwelir bod yr Alban, Cymru a Gogledd Iwerddon i gyd yn gwneud yn well na chyfartaledd y DU (gweler Ffigur 19).

[52] Elsevier Report, 2017

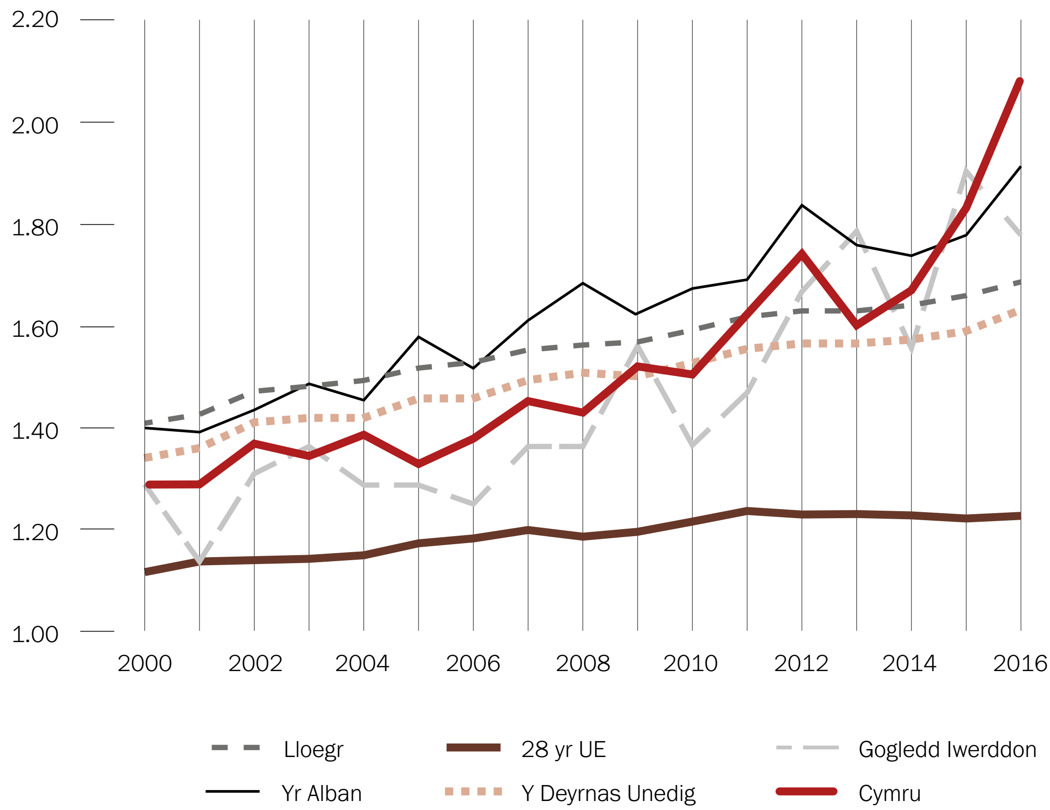
Nid fel hyn y bu hi wastad yng Nghymru. Am y rhan fwyaf o ddechrau'r 1990au, roedd perfformiad ymchwil Cymru'n is na chyfartaledd y byd ond erbyn canol y 1990au, roedd effaith dyfyniadau Cymru'n dechrau taro cyfartaledd y byd os nad ei drechu. O 2000 ymlaen, tyfodd effaith ymchwil Cymru, gan drechu cyfartaledd y DU ac wrth wneud, trechu hefyd nifer o wledydd llwyddiannus o'r un maint fel y Ffindir, Norwy, Seland Newydd a Hwngari, er bod y gwledydd hyn yn buddsoddi canran uwch o'u GDP mewn ymchwil a datblygu a bod ganddynt fwy o ymchwilwyr.

Yn 2016, cynhyrchodd Elsevier adroddiad annibynnol (wedi'i gomisiynu gan CCAUC) ar sylfaen ymchwil Cymru sy’n dangos sut mae ymchwilwyr academaidd o Gymru'n cymharu â gweddill y byd a hefyd â rhannau eraill y DU, ar draws nifer o fesurau bibliometrig sydd wedi ennill eu plwyf[53].

Yn ôl adroddiad Elsevier 2016 (sy'n ymdrin â data dyfynnu hyd at 2014):

- Prifysgolion Cymru oedd yn gyfrifol am y gyfran fwyaf o gyhoeddiadau ymchwil o Gymru (88 y cant).
- Roedd 0.47 y cant o gyfeiriadau'r byd yn dyfynnu erthyglau o Gymru er mai dim ond 0.24 o gyhoeddiadau'r byd a gyhoeddwyd yng Nghymru.

Ffigur 19: Perfformiad FWCI cynyddol Cymru (ar gyfer pob pwnc) o gymharu â chyfartaledd gwledydd etholaethol eraill y DU a 28 gwlad yr UE dros y 16 mlynedd diwethaf



Ffynhonnell: Cronfa ddata Elsevier 2018

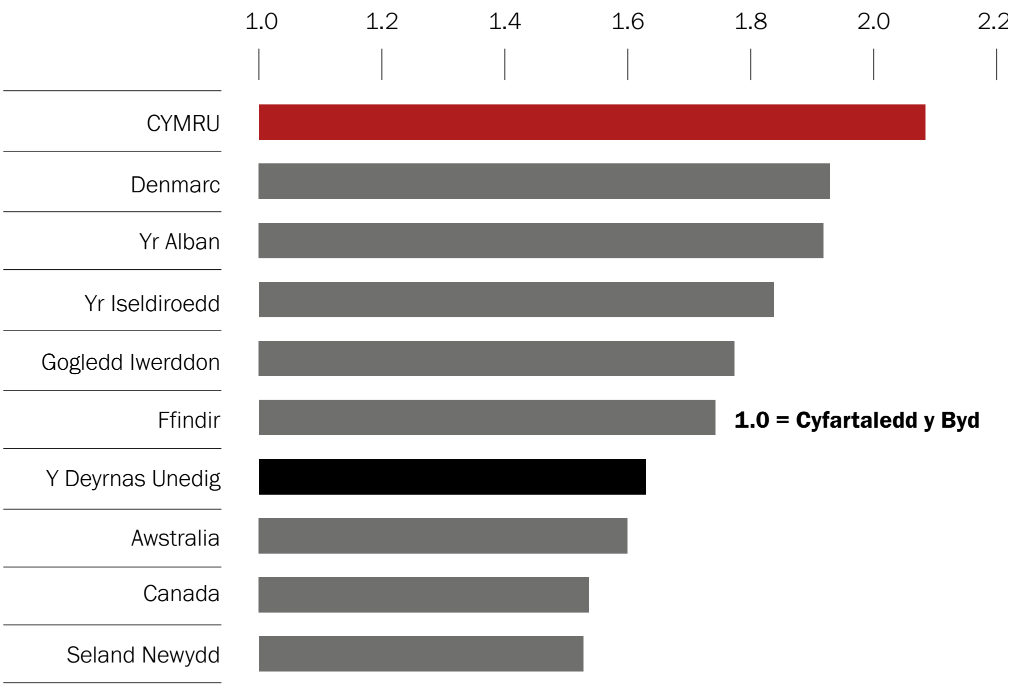
[53] *International Comparative Performance of the Welsh Research Base*, Elsevier 2014–2016

- Er mai dim ond 0.14 y cant o ymchwilwyr y byd sydd yng Nghymru, roeddynt yn gyfrifol am 0.59 y cant o'r 1 y cant o erthyglau'r byd a ddyfynnwyd amlaf a 0.49 y cant o'r 5 y cant o erthyglau'r byd a ddyfynnwyd amlaf.
- Roedd Cymru'n fwy cynhyrchiol na chyfartaledd y DU o safbwynt cyhoeddiadau fesul ymchwilydd.
- Cynyddodd nifer cyfartalog y dyfyniadau fesul ymchwilydd o Gymru o 7.6 yn 2007–2011 i 9.6 yn 2010–2014.
- Cafodd ymchwil o Gymru FWCI uchel, gyda chyhoeddiadau o Gymru'n cael eu dyfynnu 68 y cant yn amlach na chyfartaledd y byd (o'i gymharu â 59 y cant yn uwch na chyfartaledd y byd yn 2011).

Yn ôl dadansoddiad mwy diweddar gan Elsevier (2018) sydd heb ei gyhoeddi, tyfodd effaith dyfyniadau Cymru, yn y cyfnod 2000–2016, yn raddol 1 y cant, o 0.4 y cant yn 2000 i 0.5 y cant yn 2016 – y twf mwyaf o holl wledydd y DU. O safbwynt ei chyfran o ddyfyniadau'r DU, Cymru welodd y twf cyflymaf, o 3.5 y cant, mwy o dwf nag un o wledydd eraill y DU, gan ddangos eto bod Cymru'n cynhyrchu ymchwil well nag y byddai ei gwariant yn ei awgrymu.

Mae perfformiad Cymru'n arbennig o drawiadol pan ystyrir bod ei sylfaen ymchwil academaidd o 2003 ymlaen, er i'w chynhyrchiant a nifer ei dyfyniadau gynyddu'n gyflym, wedi aros i raddau helaeth yn ddigyfnewid.

Ffigur 20: Mynegai dyfyniadau wedi'i bwysoli yn ôl maes 2016 – gwledydd cymharol



Ffynhonnell: Cronfa ddata Elsevier 2018

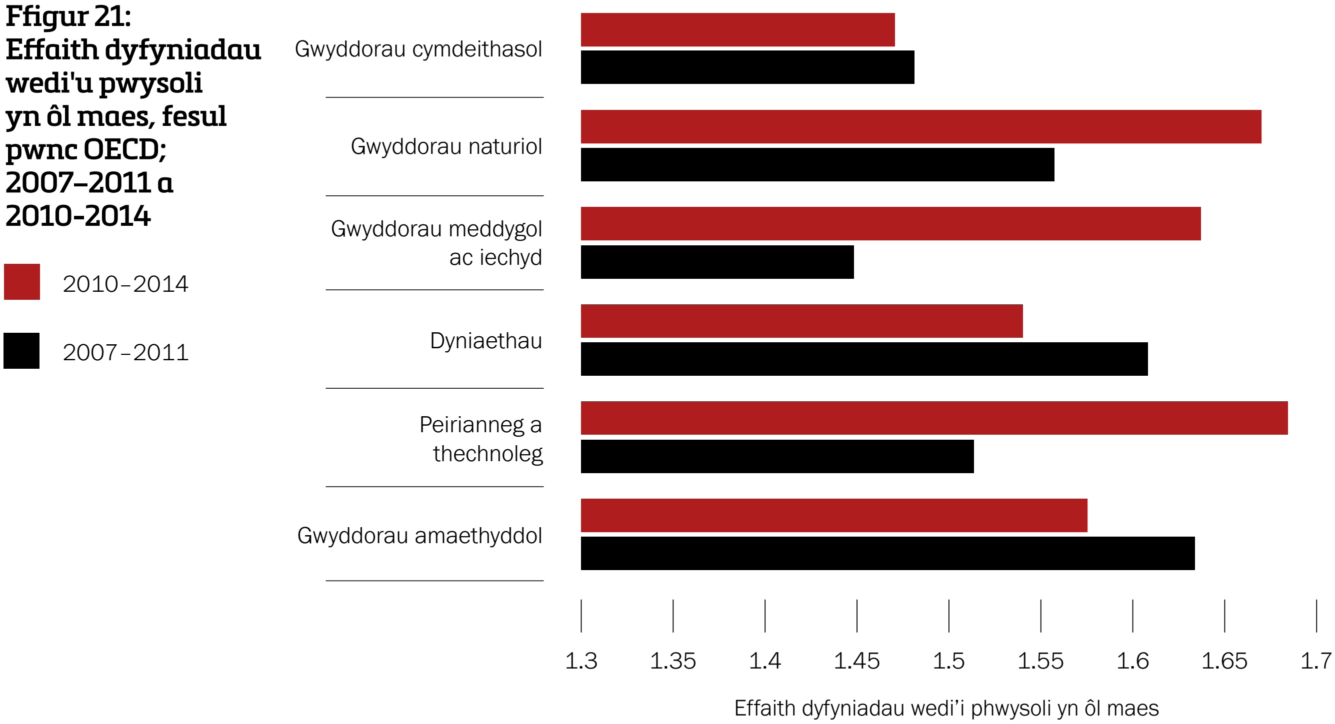
Mae astudiaeth ddiweddar Elsevier (2018), sy'n cwmpasu'r cyfnod hyd at 2016, yn dangos y tyfodd FWCI Cymru o 1.29 yn 2000 – un o'r isaf yn y DU – i 2.09 yn 2016, gan ragori ar wledydd eraill y DU gan faeddu'r Alban am y tro cyntaf (gweler Ffigur 19). Mae'r perfformiad hwn dipyn gwell na chyfartaledd y byd a hyd yn oed yn well na chyfartaleddau'r DU a 28 yr UE.

Mae effaith dyfyniadau wedi'i phwysoli yn ôl maes (Field-weighted citation impact) (FWCI) yn fesur sydd wedi ennill ei blwyf o'r cyfeiriadau a wneir at erthygl gan ddefnyddio dulliau cyfrif gwahanol yn ôl gwahanol feysydd, mathau o gyhoeddiadau a blynyddoedd cyhoeddi – a'i throi'n gyfartaledd byd o 1.0.

Mae Ffigur 20 yn rhoi cip i ni sut oedd FWCI Cymru'n cymharu â gwledydd eraill yn 2016.

Mae dadansoddiad yn ôl prif feysydd pwnc yn dangos perfformiad ymchwil Cymru dros gyfnod o 5 mlynedd yn chwe phrif grŵp pwnc yr OECD, gan gymharu'r cyfnod 5 mlynedd 2007–2011 â'r cyfnod 2010–2014. Yn y cyfnod 2010–2014, roedd sgôr Cymru yn y 6 phrif maes pwnc hefyd dipyn yn uwch na chyfartaledd y byd (1.0), gyda'r Gwyddorau Naturiol, Gwyddorau Meddygol ac Iechyd a Pheirianneg yn gweld y cynnydd mwyaf ers y cyfnod blaenorol o 2007–2011 (gweler Ffigur 21).

Ffigur 21: Effaith dyfyniadau wedi'u pwysoli yn ôl maes, fesul pwnc OECD; 2007–2011 a 2010-2014



Ffynhonnell: (cronfa ddata CCAUC/Elsevier 2016) - International Comparative Performance of the Welsh Research Base, Elsevier 2014/2016.

Yn gryno, dros y 18 mlynedd ddiwethaf, mae sylfaen ymchwil Cymru wedi llunio cyhoeddiadau sydd wedi perfformio'n well ar y cyd na chyfartaledd y byd, y DU a'r UE.

Effaith Ymchwil

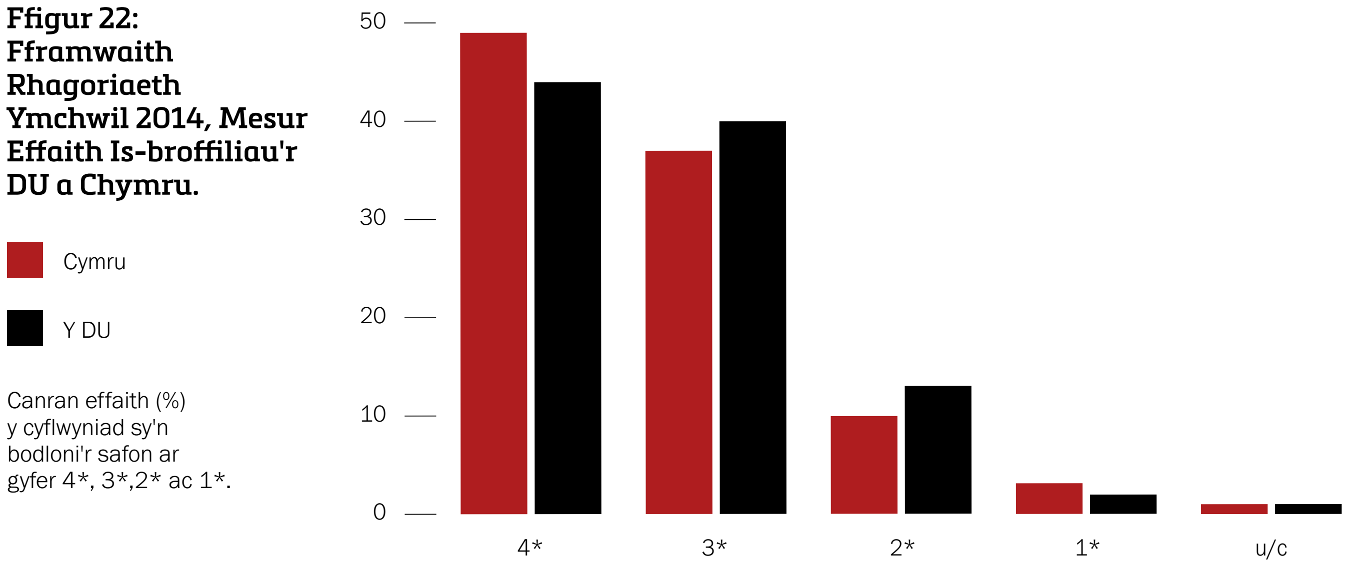
Yn 2014, fel rhan o'r Fframwaith Rhagoriaeth Ymchwil (REF), cynhaliodd Llywodraeth y DU ei hasesiad ffurfiol cyntaf o 'effaith' ymchwil a oedd yn cynnwys mwy nag asesu'r cyhoeddiadau academaidd. Yr asesiad hwn oedd y gwerthusiad mwyaf o'i fath a gynhaliwyd mewn unrhyw wlad.

Yn ogystal â chyfrannu at ddyrannu cyllid ar gyfer ymchwil ar ôl hynny, roedd y ffordd yr oedd yr asesiad REF yn blaenoriaethu effaith yn gyfle newydd i ymchwilwyr ddangos i lywodraeth a threthdalwyr, sut y mae ymchwil wedi bod o fudd sylweddol i'r economi, diwylliant, llywodraeth a chymdeithas yn gyffredinol, a hynny'n lleol ac yn rhyngwladol.

Diffiniwyd effaith y REF yn effaith ar yr economi, cymdeithas, diwylliant, polisïau neu wasanaethau cyhoeddus, iechyd, yr amgylchedd neu ansawdd bywyd, unrhyw newid iddynt neu effaith a fydd o fudd iddynt, y tu hwnt i'r byd academaidd.

Yn y REF (2014), cyflwynodd 154 o sefydliadau addysg uwch gyfanswm o 6,975 o astudiaethau achos ar effaith. Er bod Cymru wedi cyflwyno 4 y cant o gyfanswm yr astudiaethau a gyflwynwyd gan y DU, beirniadwyd bod 86 y cant o'r ymchwil o Gymru yn cael effaith 'ragorol' neu' arwyddocaol iawn' ar yr economi, cymdeithas a diwylliant y tu hwnt i'r byd academaidd, o gymharu ag 83.9 y cant ar gyfer y DU yn gyffredinol.

Ffigur 22: Fframwaith Rhagoriaeth Ymchwil 2014, Mesur Effaith Is-broffiliau'r DU a Chymru.



Ffynhonnell: REF 2014

Mae Ffigur 22 yn crynhoi perfformiad Cymru ar sail REF ac yn dangos sut y mae ymchwil gan wlad fach, sydd â nifer bach o sefydliadau addysg uwch, wedi sicrhau newidiadau a buddiannau amlwg, yn rhanbarthol ac yn rhyngwladol. Yn syfrdanol, wrth ddyfarnu'r sawl a oedd yn cael yr effaith fwyaf, roedd Cymru wedi perfformio'n well na gwledydd eraill y DU gyda 49 y cant o'i hastudiaethau achos yn cael eu hystyried yn rhagorol[54] (4*), o gymharu â chyfartaledd y DU yn gyffredinol o 44 y cant; ac roedd 37 y cant pellach o Gymru yn cael eu hystyried yn rhai a oedd yn cael effaith arwyddocaol iawn (3*).

Yn 2017, roedd adroddiad ffurfiol, a gomisiynwyd gan Gymdeithas Ddysgedig Cymru ac a luniwyd gan Goleg King's, Llundain[55], wedi rhoi dadansoddiad cynhwysfawr o effeithiau astudiaethau Cymru. Gan gymharu'r astudiaethau a gyflwynwyd gan Gymru â gweddill y DU, nodwyd yn yr adroddiad bod meysydd ymchwil a arweiniodd at effaith ar gyfer sefydliadau addysg uwch Cymru yn debyg i'r rheini a welwyd yng ngweddill y DU, gyda'r un gyfran o astudiaethau achos yn deillio o ymchwil yn y meysydd Gwyddorau Bywyd, Peirianneg a'r Gwyddorau Ffisegol, y Gwyddorau Cymdeithasol a'r Celfyddydau a'r Dyniaethau.

Nodwyd yn adroddiad Coleg King's fod ymchwil o Gymru yn cael cryn dipyn o effaith ryngwladol, gyda'r astudiaethau effaith a gyflwynwyd gan Gymru yn cyrraedd **102 o wledydd** ar draws chwe chyfandir. Roedd ymchwil yn y maes Gwyddorau Bywyd a Deunyddiau a Gweithgynhyrchu Uwch, ac Ynni a'r Amgylchedd o fewn Peirianneg a'r Gwyddorau Ffisegol yn dangos yr effeithiau mwyaf **dramor**.

Roedd y tair disgyblaeth lle y cafwyd y cyflwyniadau mwyaf o Gymru hefyd wedi dangos lefelau cymharol uchel o effaith yn rhyngwladol. Roedd y rhain yn cynnwys: Proffesiynau Perthynol i Iechyd; Deintyddiaeth; Nyrsio a Fferylliaeth; Busnes a Rheoli; a Seicoleg, Seiciatreg a Niwrowyddorau.

Ar draws y 273 o astudiaethau a gyflwynwyd gan Gymru, roedd ymchwil o Gymru yn effeithio ar amrywiaeth o sectorau, gan amrywio o ddatblygu neu ddiwygio polisïau llywodraeth i lywio ymarfer clinigol mewn sefydliadau iechyd a gofal cymdeithasol.

Dangosodd yr adroddiad ddosraniad gymharol gyfartal o astudiaethau achos o brifysgolion yng Nghymru a gyflwynwyd ar draws pedwar prif banel disgyblaeth y REF (Gwyddorau Bywyd; Peirianneg a'r Gwyddorau Ffisegol; y Gwyddorau Cymdeithasol a'r Dyniaethau).

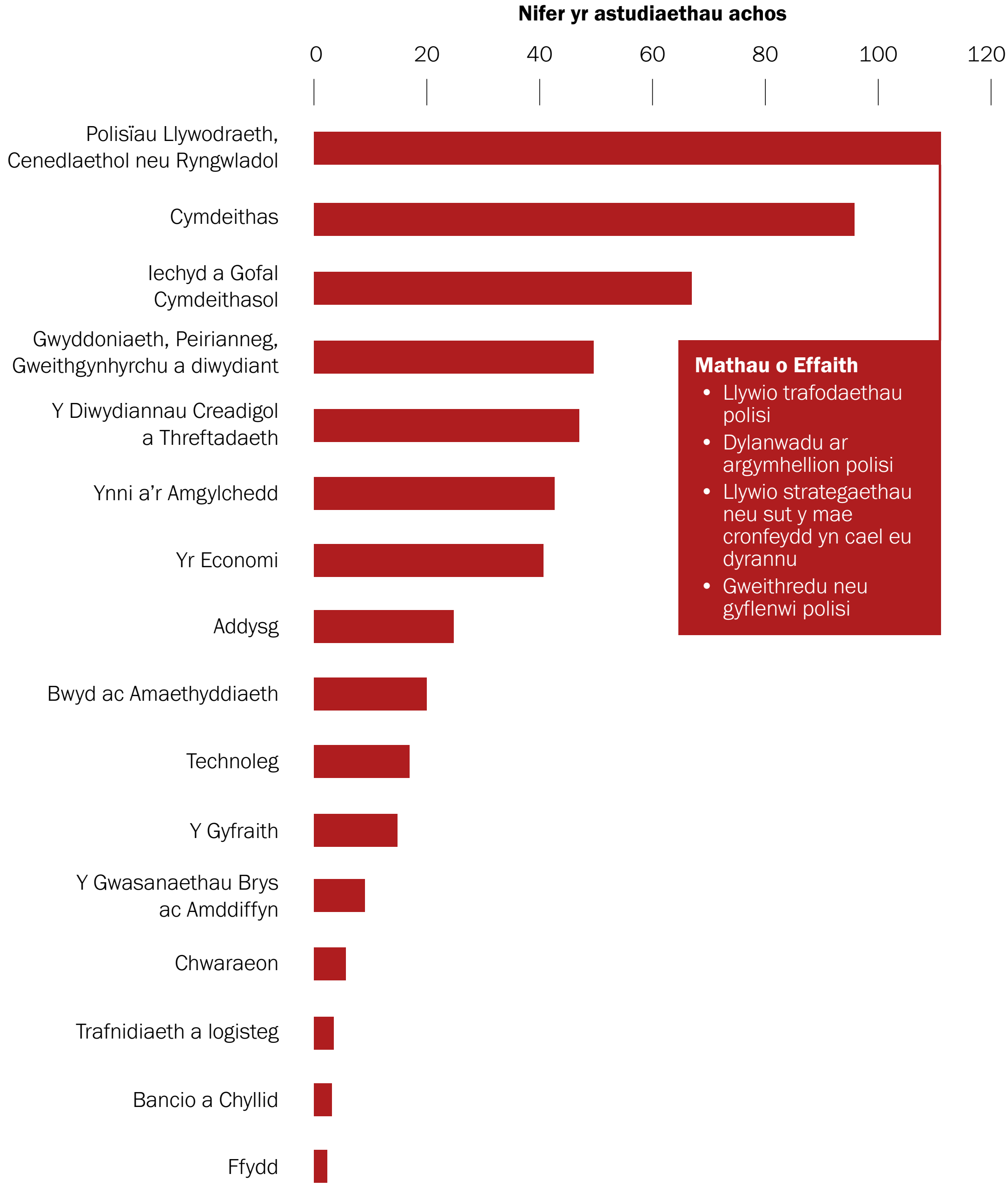
Mae nifer dethol o'r astudiaethau achos hyn wedi'u crynhoi yn Nhabl 1 sy'n hoelio sylw ar hyd a lled, dyfnder a chyrhaeddiad ymchwil o Gymru o ran ei gallu i sicrhau effaith mewn ffordd fesuradwy mewn meysydd sy'n ymwneud â STEMM (Gwyddoniaeth, Technoleg, Peirianneg, Mathemateg a Meddyginiaeth).

Roedd dros draean o'r astudiaethau achos yn ymwneud yn benodol ag effeithiau ymchwil yng Nghymru, ac roedd llawer ohonynt yn ategu gweithgareddau a wneir yn y DU a thramor.

Gwelwyd bod y rhan fwyaf o weithgarwch y tu allan i Gymru yn cael ei wneud yn y maes gwyddoniaeth, peirianneg, gweithgynhyrchu a diwydiant, gyda 42 y cant o bob cyfeiriad at effaith yn y DU a 45 y cant yn rhyngwladol. Yn debyg, roedd dros hanner o'r holl weithgareddau ym maes iechyd a gofal cymdeithasol yn cyfeirio at y DU. O ran ynni a'r amgylchedd, gwelwyd y gyfran uchaf o effaith ryngwladol, gyda dros ddwy ran o dair o'r cyfeiriadau yn ymwneud ag effeithiau dramor. Gweler Ffigur 23 i weld nifer yr astudiaethau achos a gyflwynwyd fesul sector.

[54] https://results.ref.ac.uk/(S(xzo4e5gsy1bcw5pwgeeyodcx))/
[55] https://www.cymdeithasddysgedig.cymru/effaith-prifysgolion-cymru-yn-gymdeithasol-ac-economaidd/

Ffigur 23: Astudiaethau achos a gyflwynwyd ar gyfer REF 2014 fesul sector



Ffynhonnell: Coleg King's Llundain ac a gomisiynwyd gan Gymdeithas Ddysgedig Cymru – https://www.learnedsociety.wales/societal-economic-impact-welsh-universities/

Detholiad o Effeithiau Ymchwil ar gyfer Cymru sy'n deillio o REF 2014

- Cyflwyno polisïau cenedlaethol a rhyngwladol i gefnogi pobl sydd wedi dioddef camdriniaeth rywiol neu ddomestig.
- Cydweithio â gwneuthurwyr polisïau sydd wedi arwain yn uniongyrchol at ddeddfwriaeth yng Nghymru, Lloegr ac yna'r Alban a Gogledd Iwerddon, sy'n caniatáu cynnal ymarferion prynu ar brawf dan oruchwyliaeth swyddogol ac sydd wedi arwain at ddirywiad o dros 60 y cant yn yr alcohol sy'n cael ei werthu i bobl ifanc dan oed.
- Datblygu rhaglen Cyfnewid Gwybodaeth, Arloesedd a Thechnoleg, gyda busnesau gweithgynhyrchu bwyd yng Nghymru i wella systemau cynhyrchu bwyd a rheoli diogelwch bwyd.
- Canllawiau triniaeth newydd sy'n seiliedig ar dystiolaeth ar gyfer gwneud diagnosis a thrin hemoffilia A neu AHA.
- Nodi'r genyn enciliol cyntaf – MUTYH – i wella'r dull o reoli canser etifeddol y colon a'r rhefr.
- Datblygu prawf clinigol ar gyfer cyffuriau newydd a safon newydd o ofal ar gyfer canser y prostad.
- Gwell hyfforddiant biopsi a gwell safon o ofal o ran Llawdriniaethau Canser y Fron.
- Gwell cyfraddau bwydo o'r fron drwy ganllawiau sy'n seiliedig ar dystiolaeth.
- Llai o bresgripsiynau gwrthfiotig i ymladd yn erbyn ymwrthedd i gyffuriau.
- Datblygu cyfrwng gwrthfeirysol pwerus newydd yn erbyn yr eryr.
- Gwell canlyniadau dialysis i gleifion sy'n cael dialysis peritoneol.
- Gwella gofal Syndrom Down drwy wella gofal llygaid a photensial dysgu.
- Datblygu amrywiaethau newydd o reis ar gyfer 5 miliwn o aelwydydd gan wella bywydau miliynau o bobl yn India a Nepal.
- Datblygu mathau newydd o geirch – gwella eu cyfansoddiad a newid arferion manwerthu a defnyddio er lles iechyd pobl ac anifeiliaid.
- Datblygu technoleg camera o'r radd flaenaf – sy'n cael ei ddefnyddio mewn amaethyddiaeth fanwl.
- Gwella bywydau a lleihau costau i'r GIG a threthdalwyr drwy lawdriniaethau adluniol argraffu 3D.
- Gwella dulliau o reoli pysgodfeydd a lleihau trosedd yn erbyn bywyd gwyllt drwy ddulliau fforensig DNA newydd.
- Diwygio bwyd ysgolion – dylanwadu polisïau bwyd rhyngwladol.
- Gwella diogelwch data – gweithio gyda Hewlett Packard i leihau risgiau diogelwch data.
- Modelu peryglon llifogydd ac ansawdd dŵr i ragfynegi hydrodynameg llifogydd yn well.
- Creu atebion peirianyddol i waredu gwastraff niwclear lefel uchel.
- Peirianneg donffurfiau ymarferol – ail-lunio'r ffordd yr ydym yn cyfathrebu.
- Rhaglen atal ysmygu mwy effeithiol mewn ysgolion – wedi'i chyflwyno ar ffurf dogfennau sy'n seiliedig ar strategaeth genedlaethol a'i hargymell gan NICE.
- Gloywi a metroleg trachywir a reolir gan gyfrifiadur – wedi cyfrannu at Delesgop Eithriadol Fawr Ewrop ESO.

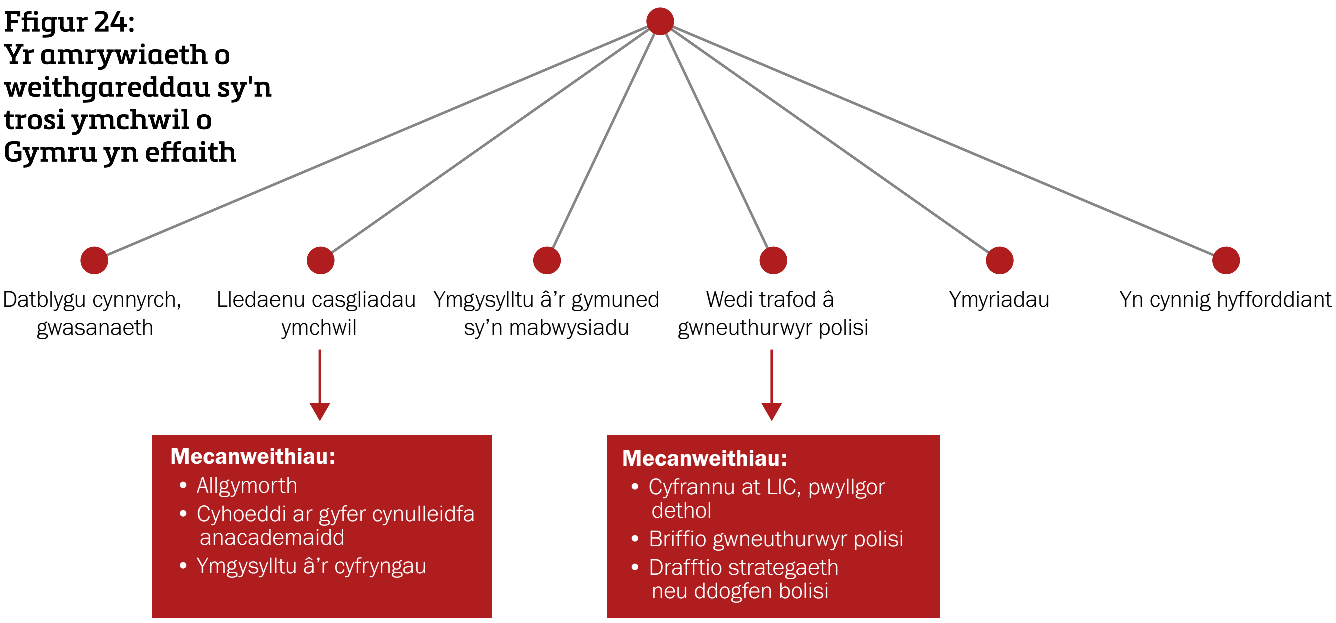
Yn ôl adroddiad Coleg King's, roedd busnesau bach a chanolig (BBaChau) wedi elwa'n sylweddol ar effeithiau ymchwil. Roedd llawer o'r effeithiau a oedd yn ymwneud â thwf economaidd yng Nghymru yn ategu mentrau a oedd yn seiliedig ar ymchwil a pholisi i helpu busnesau newydd a rhai bach, ac i annog y diwydiant yng Nghymru. Roedd y cyhoedd hefyd wedi elwa'n fawr yn lleol, gan adlewyrchu mentrau ymchwilwyr o Gymru i rymuso, creu cysylltiadau a sicrhau darpariaethau ar gyfer cymunedau lleol, yn enwedig rhai gwledig.

Yn aml roedd yr effeithiau yn deillio o amryfal weithgareddau a wnaeth drosi'r ymchwil wreiddiol yn gyfrwng a alluogodd yr effaith. Roedd y rhain yn amrywio o ledaenu canlyniadau ymchwil i gydweithio â'r sawl a fabwysiadodd yr ymchwil, megis gwneuthurwyr polisi, drwy gymryd rhan mewn gweithgorau, pwyllgorau dethol neu mewn cyfarfodydd briffio preifat.

Er bod effeithiau ar bolisïau a'r gymdeithas yn amlwg, gan adlewyrchu tueddiadau yng nghyflwyniadau Cymru yn gyffredinol, roedd dosbarthiad daearyddol yr effeithiau hynny, o gymharu â maint y sector, yn dangos bod diwylliant, treftadaeth a'r economi yn feysydd pwysig y mae ymchwil yn effeithio arnynt yng Nghymru. Gwnaeth hyn gyfrannu at ddiwygio polisïau Llywodraeth Cymru, trawsnewid ymwybyddiaeth y cyhoedd am bynciau sy'n amrywio o gydraddoldeb i hunaniaeth genedlaethol, cynyddu nifer y bobl sy'n ymddiddori yn y celfyddydau neu ategu twf economaidd cenedlaethol.

Roedd dros ddau draean o'r astudiaethau achos wedi darparu enghreifftiau lle'r oedd buddiolwyr wedi mabwysiadu'n uniongyrchol eu hymgyrch yn ymarferol. Roedd hyn yn arbennig o wir o ran gwneuthurwyr polisi a llywodraethau lleol, yn ogystal â gweithwyr proffesiynol yn y maes iechyd a gofal cymdeithasol, a gwyddoniaeth, peirianneg, gweithgynhyrchu a diwydiant.

Ffigur 24: Yr amrywiaeth o weithgareddau sy'n trosi ymchwil o Gymru yn effaith



Ffynhonnell: https://www.cymdeithasddysgedig.cymru/effaith-prifysgolion-cymru-yn-gymdeithasol-ac-economaidd/

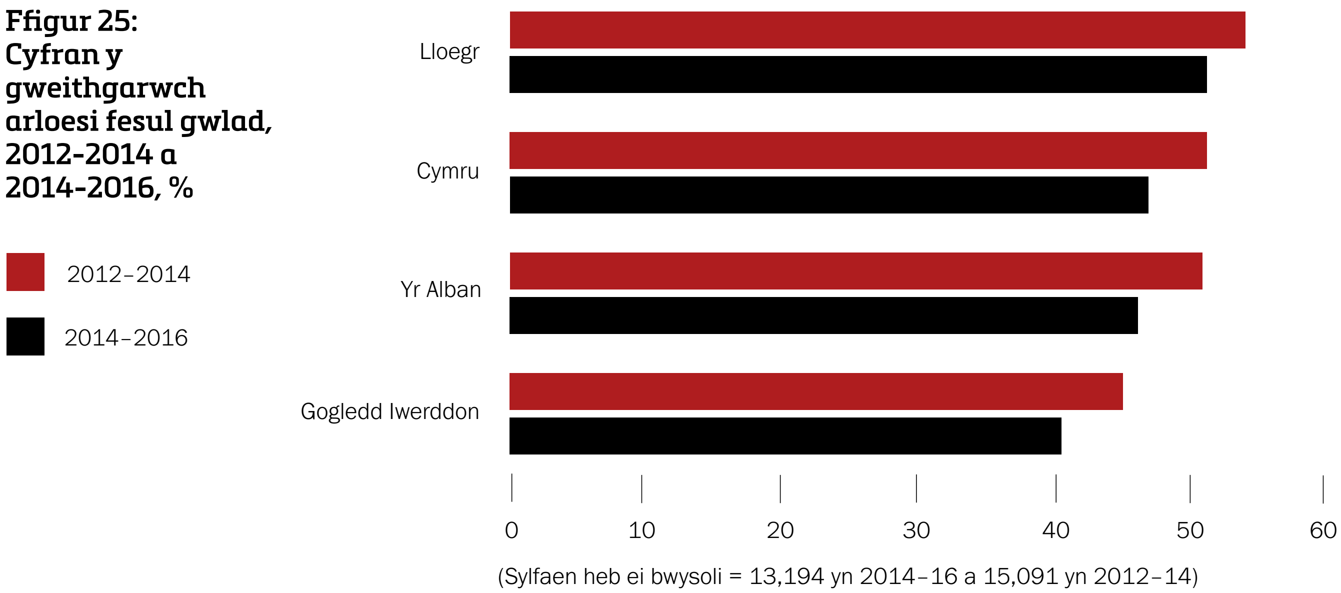
Arloesi

Dros yr 20 mlynedd ddiwethaf, mae Cymru wedi datblygu tirwedd gyfoethog o weithgareddau a rhaglenni arloesi, a sefydliadau ategol gan gynnwys prifysgolion, cwmnïau angori a BBaChau[56].

Yn 2017 nodwyd yn **Arolwg Arloesedd y DU** fod Cymru yn ail y tu ôl i Loegr (gweler Ffigur 25).

Yn 2018, dangosodd Mynegai Arloesi Technegol y DU fod gan y clystyrau yng Nghymru, ynghyd â De-orllewin Lloegr, gryfderau arwyddocaol ar draws amrywiaeth o sectorau, gan gynnwys Deallusrwydd Artiffisial a Data; Twf Glân; Gweithgynhyrchu Uwch a'r Gymdeithas sy'n Heneiddio[57]. At hynny, fel y gwelir yn Ffigur 27, dangosodd Arolwg Arloesi 2017[58] fod sawl lefel o arloesi gan gwmnïau o Gymru gystal â chyfartaleddau'r DU yn ei chyfanrwydd.

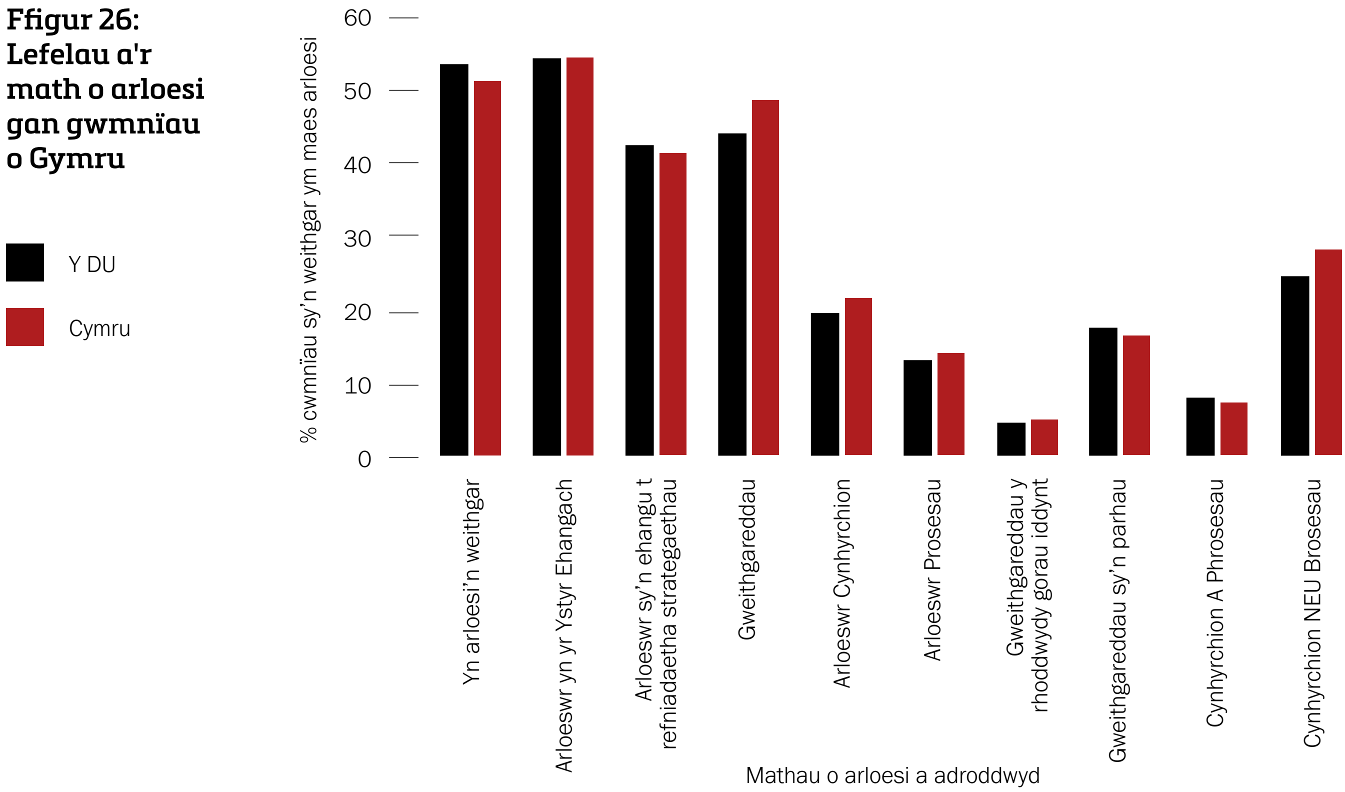
Ffigur 25: Cyfran y gweithgarwch arloesi fesul gwlad, 2012-2014 a 2014-2016, %



Ffynhonnell: https://www.gov.uk/government/statistics/uk-innovation-survey-2017-headline-findings

56 https://www.cardiff.ac.uk/__data/assets/pdf_file/0005/794030/Growing-the-Value-of-University-Business-Interactions-in-Wales-Summary-Report.pdf
57 https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/regional-innovation-monitor/base-profile/wales
58 https://www.ons.gov.uk/surveys/informationforbusinesses/businesssurveys/ukinnovationsurvey

Ffigur 26: Lefelau a'r math o arloesi gan gwmnïau o Gymru



Ffynhonnell: Arolwg Arloesi'r DU 2017

Mae lefel y cyllid y mae Innovate UK yn ei roi i Gymru hefyd wedi codi'n sylweddol o £3.8 miliwn (€4.45 miliwn) yn 2011 i £18.4 miliwn (€21.5 miliwn) yn 2016, yn dilyn ymgysylltu strategol gan Lywodraeth Cymru[59].

Mae'r **Bwrdd Sgorio Arloesi Ewropeaidd (EIS)** yn cymharu cryfderau a gwendidau systemau arloesi cenedlaethol ar draws gwledydd yr UE. Mae'r *Bwrdd Sgorio Arloesi Rhanbarthol*[60] (RIS), sef braich ranbarthol y Bwrdd Sgorio Arloesi Ewropeaidd[61], asesu perfformiad arloesi 220 o ranbarthau, ar draws 22 o wledydd yr UE, gan ddefnyddio 17 o ddangosyddion, gan gynnwys gwariant ar ymchwil a datblygu, ceisiadau patent, cyflogaeth, dysgu gydol oes, cyhoeddiadau gwyddonol rhyngwladol ar y cyd, a chyhoeddiadau y cyfeirir atynt fwyaf, a chyhoeddiadau cyhoeddus-preifat ar y cyd (gweler Ffigur 28).

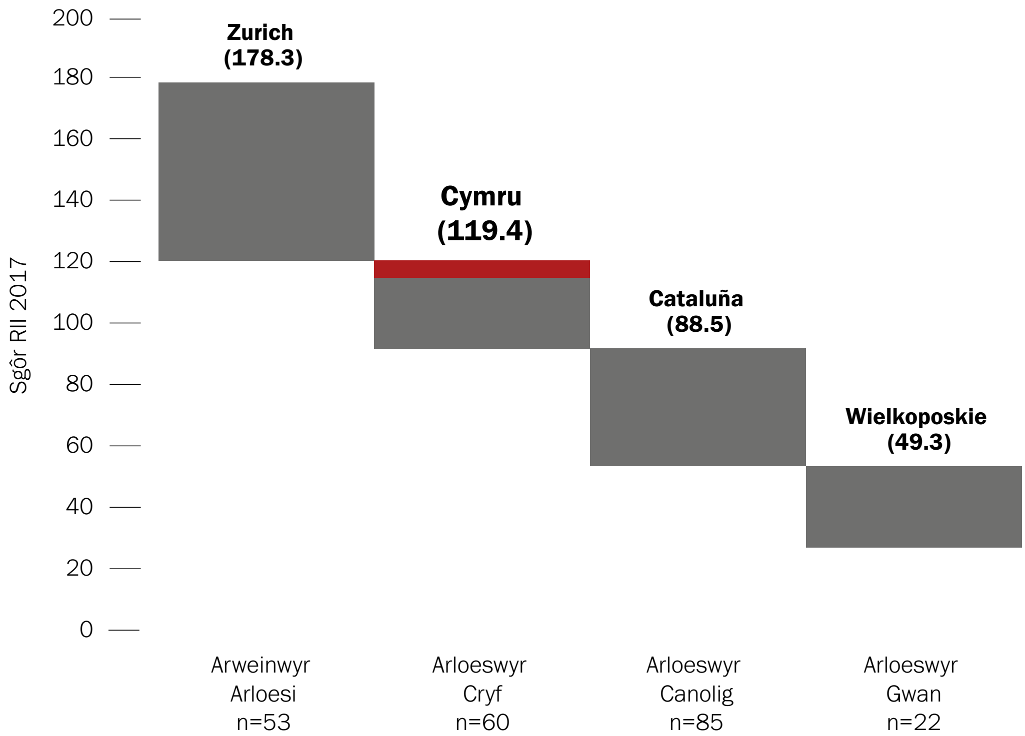
Mae perfformiad Cymru ar y Bwrdd Sgorio hwn wedi gwella'n sylweddol ers 2011 gan ddangos gwelliant o 10.2 y cant, gydag ond 14 y cant o'r 216 o ranbarthau eraill ar draws Ewrop yn dangos gwelliant tebyg o fwy na 10 y cant. Mae hyn wedi helpu'r DU i ddod yn ail, y tu ôl i'r Iseldiroedd, o ran gwledydd yr UE, gyda'r rhan fwyaf o ranbarthau wedi gweld mwy na 10 y cant o welliant.

[59] https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/regional-innovation-monitor/base-profile/wales
[60] http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/regional_en
[61] https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en

Mae Mynegai Arloesi Rhanbarthol 2017 Cymru ychydig yn is na chyfartaledd y DU (2.8 y cant yn is) ond mae dipyn yn uwch na chyfartaledd yr UE (19.4 y cant yn uwch). Cymru oedd y rhanbarth orau yn y Grŵp Arloeswyr Cryfaf ac yn rhif 54 ar y rhestr o 220 o ranbarthau gorau ar y Bwrdd Sgorio Arloesi Rhanbarthol, gyda Chymru ar gyfartaledd yn perfformio mwy na 19 y cant yn well na chyfartaledd yr UE.

Mae perfformiad Cymru yn well na chyfartaledd Ewrop o ran cydweithio â BBaChau, sefydliadau dysgu gydol oes, cyhoeddiadau gwyddonol a gwerthu datblygiadau arloesol sy'n newydd i'r farchnad/ cwmni.

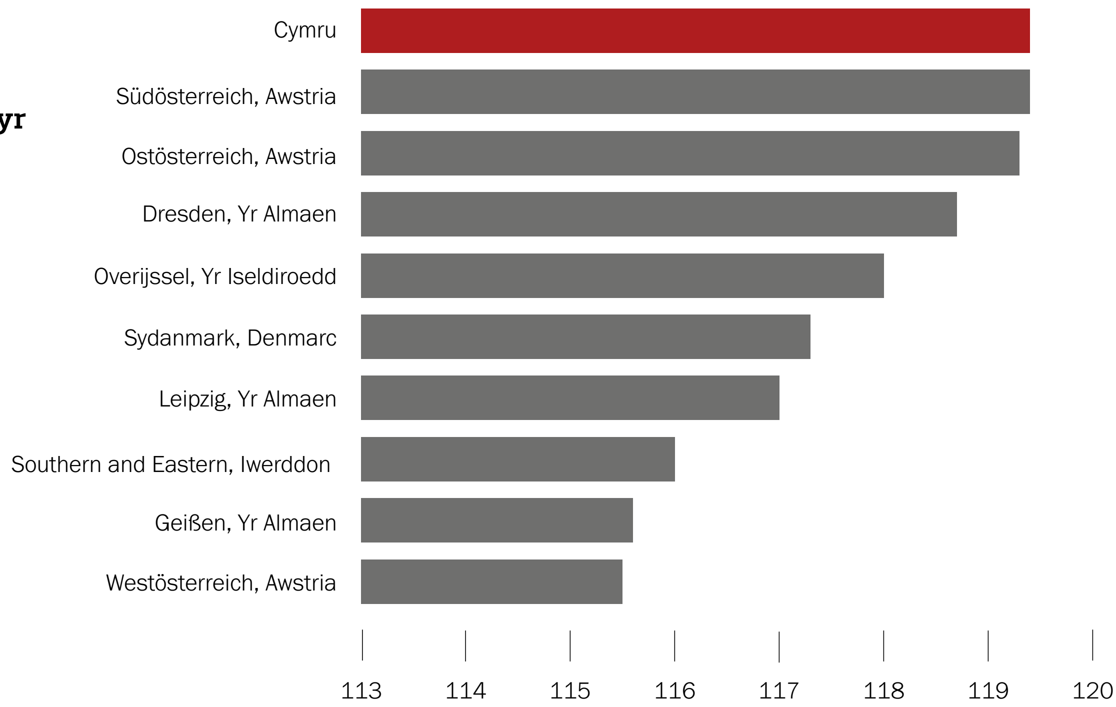
Ffigur 27: Perfformiad yn ôl y Bwrdd Sgorio Arloesi Rhanbarthol: yn dangos y rhanbarth sy'n perfformio orau ar gyfer pob grŵp



Ffynhonnell: Crëwyd gan ddefnyddio data Bwrdd Sgorio Arloesi Rhanbarthol – http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/regional_es

62 http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/regional_es

Ffigur 28:
10 rhanbarth gorau Ewrop yn y Grŵp Arloeswyr Cryfaf



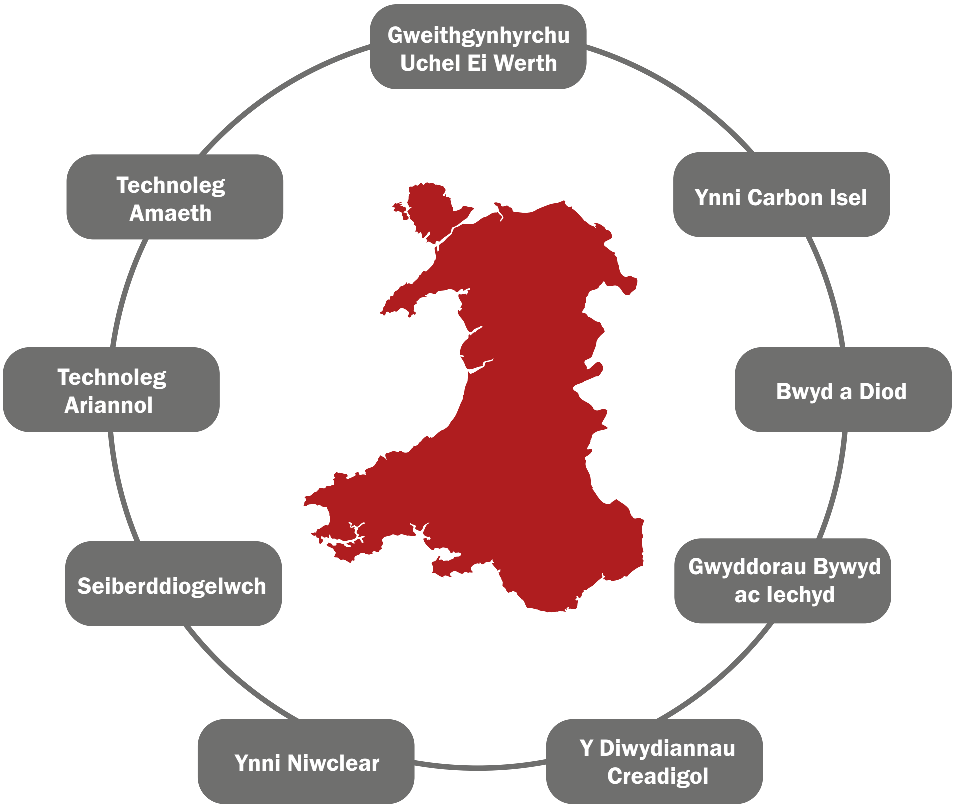
Ffynhonnell: Bwrdd Sgorio Arloesi Rhanbarthol 2017

Atodiad 2: Troi ymchwil ac arloesi'n fusnes

Mae gan Gymru amrywiaeth o fusnesau sydd wedi ennill eu plwyf a busnesau newydd sy'n cyfrannu at sylfaen ddiwydiannol Cymru. Maent yn gweithredu ar draws sawl diwydiant allweddol (gweler Ffigur 29 a REF https://tradeandinvest.wales/key-industries) ac yn cyfrannu ar y cyd at ecosystem ymchwil, arloesi a diwydiannol Cymru. Ystyrir rhai ohonynt yn fanylach isod.

Mae cynlluniau SMART a ariennir gan gyllid ERDF Llywodraeth Cymru[63] (Arloesi SMART, SMART Cymru ac Arbenigedd SMART) yn darparu cyfres integredig o ymyriadau sy'n sbarduno arloesedd ym musnesau Cymru. Mae Arloesi SMART eisoes wedi ymgysylltu â mwy na 1,800 o gwmnïau ac wedi annog 240 ohonynt i chwilio am gyllid cystadleuol, oddi wrth Innovate UK a Horizon 2020. Mae SMART Cymru ac Arbenigedd SMART wedi helpu dros 340 o gwmnïau gyda phrosiectau ymchwil a datblygu gwerth dros £100 miliwn drwy gyllid cyfatebol.

Ffigur 29: Rhai o Sectorau Ymchwil, Arloesi a Diwydiannol Cenedlaethol Cymru



[63] https://businesswales.gov.wales/expertisewales/smartcymru

Gweithgynhyrchu uchel ei werth

Mae gan Gymru weithlu medrus sy'n meddu ar amrywiaeth o arbenigedd gweithgynhyrchu ac sy'n canolbwyntio ar arloesi a chydweithio rhwng diwydiannau, llywodraeth a sefydliadau academaidd. Yn y maes hwn, mae gan Gymru weithlu medrus mawr o 165,000 o weithwyr gyda phrifysgolion Cymru yn cynnig dros 2,000 o raddedigion peirianneg bob blwyddyn ac mae gan y 160 o gwmnïau yn y maes Awyrofod ac Amddiffyn sy'n cyflogi 20,000 o bobl drosiant o fwy na £5 biliwn. Mae cynhyrchiant Cymru yn y sector gweithgynhyrchu yn uwch na chyfartaledd y DU ac yn cynrychioli 9.5 y cant o'r holl swyddi yng Nghymru, o gymharu â 7.7 y cant ar draws y DU.

Mae gan Gymru sawl diwydiant gweithgynhyrchu uchel ei werth sy'n bwysig i'r DU: Maent yn cynnwys: **y diwydiant modurol, optoelectroneg, y gofod ac awyrofod, deunydd a metalau uwch** a diwydiant newydd sy'n tyfu yn y maes niwclear. Mae Llywodraethau Cymru a'r DU wedi eu cefnogi drwy fuddsoddiadau diweddar.

Yr Athrofa Ymchwil Gweithgynhyrchu Uwch (AMRI), Brychdyn

Caiff yr Athrofa hon ei hariannu gan £20 miliwn o gyllid gan Lywodraeth Cymru a phan gaiff ei hadeiladu yn 2020, bydd yn fan lle y bydd Canolfan Ymchwil Gweithgynhyrchu Uwch Prifysgol Sheffield (AMRC), Bwrdd Cynghori Ardal Fenter Glannau Dyfrdwy, Prifysgol Abertawe a Choleg Cambria yn dod ynghyd i gydweithio. Mae'n cynnwys datblygu Athrofa newydd i helpu Airbus a chwmnïau gweithgynhyrchu mawr uchel eu gwerth eraill. Bydd AMRI yn canolbwyntio ar ymchwil a datblygu mewn perthynas â datblygu technegau a sgiliau gweithgynhyrchu uwch, ar gyfer y sectorau gweithgynhyrchu uchel eu gwerth yn y maes modurol, awyrofod, niwclear a bwyd, gan gynnwys rhaglen Adain y Dyfodol gan Airbus.

Arweinydd y DU o ran Lled-ddargludyddion Cyfansawdd[64]

Mae technoleg Lled-ddargludyddion Cyfansawdd wrth wraidd y chwyldro diwydiannol nesaf, ac mae'n dechnoleg sy'n tyfu'n gyflym yng Nghymru. Mae'r dechnoleg hon yn dechnoleg sylfaenol sy'n cynnal llawer o gynhyrchion mwyaf blaenllaw'r byd, gan gynnwys ffonau clyfar; wifi; systemau cyfathrebu lloeren; roboteg a Deuodau Allyrru Golau effeithlon. Yng Nghymru, mae'r byd diwydiannol ac academaidd, a'r Llywodraeth yn gweithio i ddatblygu clwstwr Lled-ddargludyddion Cyfansawdd y byd, a fydd yn cynnwys IQE, sef gweithgynhyrchwr mwyaf blaenllaw'r byd o ran wafferi lled-ddargludo uwch, gan weithio mewn partneriaeth â Phrifysgol Caerdydd. Yn 2018, cydnabu Llywodraeth y DU bwysigrwydd cenedlaethol y bartneriaeth hon rhwng IQE a Phrifysgol Caerdydd wrth benderfynu dyfarnu Catapwlt Cymwysiadau Lled-ddargludyddion Cyfanswm gwerth £50 miliwn.

Mae'r clwstwr newydd hwn yn cynnwys y Ganolfan Lled-ddargludyddion Cyfansawdd (CSC), Sefydliad Lled-ddargludyddion Cyfansawdd Prifysgol Caerdydd (ICS), Canolfan Gweithgynhyrchu a Chatapwlt Ceisiadau, sy'n gweithio gyda phecynnau uwch y Microsemi Corporation, ffowndri wafferi IQE PLC ac offer prosesu wafferi arbenigol SPTS Technologies.

Mae arbenigedd CSC yn seiliedig ar y gallu i ddatblygu cyfuniadau o led-ddargludyddion cyfansawdd, a chreu defnydd integredig newydd ar gyfer technolegau, megis synhwyro, prosesu data a chyfathrebu optoelectronig.

Drwy integreiddio'r holl alluoedd hyn o gwmpas Caerdydd, mae Cymru wedi sefydlu'r sylfeini ar gyfer ecosystem lled-ddargludyddion cyfansawdd a fydd yn helpu i greu cyswllt rhwng ymchwil cynnar, ymchwil ac arloesi diwydiannol sydd wedi'u cymhwyso yn ogystal â gweithgynhyrchu ar raddfa eang a'r gadwyn gyflenwi ategol.

[64] https://tradeandinvest.wales/tech/compound-semiconductors

Y weledigaeth yma yw tyfu clwstwr o gwmnïau sy'n ymwneud â lled-ddargludyddion cyfansawdd a fydd yn creu hyd at 5,000 o swyddi o ansawdd dros ddeng mlynedd.

Y Diwydiant Modurol[65]

Mae Cymru yn cynhyrchu tua 35 y cant o'r 2.5 o beiriannau a gynhyrchir yn y DU. Mae'r diwydiant modurol yng Nghymru yn cynnwys 150 o gwmnïau ac mae'n cyflogi 18,500 o bobl, gan gynhyrchu £3.2 biliwn o drosiant bob blwyddyn. Mae ystod y dechnoleg yn eang, o Ford sydd wedi cynhyrchu dros 20 miliwn o beiriannau yng Nghymru i Riversimple sy'n cynhyrchu'r ceir di-garbon cyntaf. Wrth i'r sector symud tuag at gyfnod cyffrous newydd, mae dau gwmni arall sy'n cynhyrchu ceir moethus hefyd wedi troi at Gymru ar gyfer eu datblygiadau diweddaraf.

Bydd Aston Martin yn adeiladu ei fodel DBX Crossover newydd ym maes awyr Caerdydd ac Ardal Fenter Sain Tathan, tra bo TVR wedi nodi mai Ardal Fenter Glyn Ebwy yw'r lleoliad a ffefrir ganddo i adeiladu ei sbortscar newydd, a fydd yn cael ei gynnig gyda phroses weithgynhyrchu arloesol y system garbon iStream.

Cysylltiadau Academaidd

Mae’r cysylltiadau cryf rhwng y diwydiant a phrifysgolion yn sicrhau bod ymchwil a datblygu yn sbarduno'r genhedlaeth nesaf o ddatblygiadau arloesol yn y diwydiant modurol. Mae sawl canolfan academaidd yng Nghymru yn cefnogi datblygiadau sy'n amrywio o ddylunio cerbydau ac ymchwil i ddeunyddiau, i'r genhedlaeth nesaf o bwerwaith a thechnoleg danwydd, gan gynnwys:

Dylunio, creu proteipiau a phrofi modurol:

- Prifysgol Cymru y Drindod Dewi Sant – Profion Anninistriol ar Ddyluniadau Modurol
- Prifysgol Abertawe – Dynameg Hylif Cyfrifiadol
- Prifysgol Metropolitan Caerdydd – Dylunio a Datblygu Cynhyrchion
- Pwerwaith a thechnoleg deunyddiau amgen
- Prifysgol De Cymru – Pwerwaith cerbydau hybrid a thrydan llawn, Storio ynni modurol
- Prifysgol Caerdydd – Lleihau allyriadau, Perfformiad Mecanyddol a Strwythurol
- Prifysgol Abertawe – Technoleg Cyfansoddion Ysgafnach
- Technoleg tanwydd amgen.

Y Sector Awyrofod ac Amddiffyn[66]

Mae'r Sector Awyrofod ac Amddiffyn yng Nghymru yn ddiwydiant llwyddiannus, sy'n cynnwys dros 160 o gwmnïau ac sy'n cyflogi mwy na 20,000 o bobl. Mae sgiliau, hyfforddiant, ymchwil, arloesedd ac arbenigedd o'r radd flaenaf wedi denu rhai o gwmnïau mwyaf blaenllaw'r byd i Gymru. Maent yn cynnwys Airbus; BAE Systems; British Airways; GE Aviation; General Dynamics; Raytheon; Zodiac Seats a Qioptiq. Er enghraifft, mae Airbus Group yn cyflogi 6,500 o bobl yn ei safle adenydd awyrennau sifil yng Ngogledd Cymru lle y mae'n cynhyrchu adenydd XWB A350 a 500 ychwanegol o bobl yng Nghasnewydd (Airbus Defence & Space).

Cysylltiadau academaidd sy'n ategu Gweithgynhyrchu Uchel ei Werth yng Nghymru

Gyda mwy na 6,000 o raddedigion gwyddoniaeth a pheirianneg bob blwyddyn, o wyth prifysgol, mae'r diwydiannau gweithgynhyrchu uchel eu gwerth yn gallu manteisio ar gyfoeth o arbenigedd academaidd.

Mae Campws Bae **Prifysgol Abertawe** yn darparu gwaith ymchwil a datblygu o'r radd flaenaf mewn meysydd megis Peirianneg Cyfrifiadol, gan gynnwys dylunio aerodynamig ar gyfer adenydd Airbus a'r car uwchsonig Bloodhound. Mae’r Sefydliad Deunyddiau Strwythurol a'r Ganolfan Paentio a Chaenu hefyd yn ategu arbenigedd yn y maes hwn. Mae’r gwaith a wneir yng Nghampws Arloesi **Prifysgol Caerdydd** yn cynnwys ymchwil i aerodynameg, gwerthuso

65 https://tradeandinvest.wales/advanced-materials-manufacturing/automotive
66 https://tradeandinvest.wales/advanced-materials-manufacturing/aerospace

straen, amddiffyn rhag goleuni yng Nghanolfan Ymchwil Morgan Botti ac ymchwil i berfformiad gyriant yn y Ganolfan Ymchwil i Dyrbinau Nwy. Mae **Prifysgol Glyndŵr Wrecsam** ar flaen y gad o ran ymchwil i fabwysiadu deunydd cyfansawdd ffeibr carbon yn y maes gweithgynhyrchu awyrennau, gan ddefnyddio technoleg microdon er mwyn lleihau tipyn ar yr amser caledu. Mae'r ymchwil yn ategu gwaith y Ganolfan ar gyfer Hyfforddiant a Datblygiad ym maes Uwchgyfansoddion, mewn perthynas ag Airbus, Coleg Cambria a Llywodraeth Cymru. Hefyd, mae Glyndŵr Innovations, yn y Ganolfan OpTIC, yn ffocws ar gyfer clwstwr o weithgarwch Ffotoneg gan gynnwys dylunio a gweithgynhyrchu telesgopau optegol mawr ac opteg ysgafn ar gyfer systemau lloerenni a systemau delweddu a ddefnyddir yn yr awyr.

Mae'r Ganolfan Awyrofod ym **Mhrifysgol De Cymru** yn arbenigo mewn Peirianneg Cynnal a Chadw Awyrennau ac mae ganddi dwy sied awyrennau sy'n storio awyrennau Jetsream a Provost, ac injans Spey Rolls Royce. Mae **Prifysgol Cymru y Drindod Dewi Sant** yn arddangos arbenigedd ym maes Profion Annistriol, gan weithio'n agos gyda **TWI** (y Sefydliad Weldio yn wreiddiol). Mae **Prifysgol Aberystwyth** yn chwarae rhan weithredol ym Mhartneriaeth Academaidd Gofod Cymru ac mae wedi helpu prosiect Beagle 2 drwy ei Grŵp Roboteg Deallus. Mae hefyd yn cynnig Canolfan Ymchwil Arsylwi'r Ddaear sy'n darparu arbenigedd mewn ymchwil sylfaenol ac ymchwil eilaidd diwydiant y gofod. Mae Prifysgol Bangor yn gartref i CLARET, sy'n darparu cymorth i gwmnïau sy'n ymwneud â thechnoleg awyrofod ac electroneg ym maes y gofod drwy ddylunio, gweithgynhyrchu neu integreiddio technolegau optoelectronig a deunyddiau, gyda chyfleusterau i brofi dibynadwyedd.

Mae'r **Ganolfan Ryngwladol ar gyfer Hyfforddiant Awyrofod** ym Maes Awyr Caerdydd ac Ardal Fenter Sain Tathan yn rhoi hyfforddiant ar sut i gynnal a chadw awyrennau. Mae gan **Goleg y Cymoedd** gyfleusterau awyrofod sy'n darparu rhaglenni ar gyfer prentisiaid yn y maes peirianneg awyrenegol. Mae **Coleg Cambria** yn darparu hyfforddiant i brentisiaid ar gyfer Airbus a chwmnïau awyrofod yn y Gogledd, ar gyfer gweithgynhyrchu a chynnal a chadw.

Ynni carbon isel[67]

Mae tua 58,000 o bobl yn gweithio yn y sectorau ynni a'r amgylchedd yng Nghymru, sy'n cynhyrchu dros £4.8 biliwn o refeniw. Mae Llywodraeth Cymru wedi addo i sicrhau bod Cymru yn economi carbon isel, gan gyflawni canlyniadau yn economaidd ac yn gymdeithasol. Mae'r uchelgais hwnnw wedi arwain at fuddsoddiadau mewn sgiliau ac ymchwil, ynghyd ag awydd i arloesi.

Ymchwil academaidd er mwyn cefnogi Ynni Carbon Isel

Mae gan Gymru gyfoeth o adnoddau sy'n caniatáu i ddiwydiannau a sefydliadau academaidd gydweithio ac mae llawer o gwmnïau yn ymwneud â phrosiectau trosglwyddo technoleg ac ymchwil gyda sefydliadau academaidd, megis Rolls Royce; Siemens; National Grid a Hitachi.

Wedi'i sbarduno gan ei weledigaeth 'Adeiladau fel Pwerdai', mae canolfan SPECIFIC Prifysgol Abertawe yn Ganolfan Arloesi a Gwybodaeth y DU. Bydd cynllun cyflenwi newydd SPECIFIC, sydd werth £26 miliwn yn cael ei weithredu dros 5 mlynedd a bydd yn datblygu datrysiadau integredig ar gyfer adeiladau sy'n cyfuno dulliau storio solar, thermol a gwres mewn cydweithrediad â dulliau storio ffotofoltäig/PV a thrydanol i ddarparu datrysiadau o ran cynnyrch i'w bartneriaid diwydiannol, sy'n cynnwys NSG Pilkington Glass, Tata a BASF. Mae Llywodraeth y DU wedi cydnabod yr arbenigedd a'r gallu hwn ar y cyd drwy ddyfarnu £36 miliwn yn 2018 i greu'r Ganolfan Adeiladau Ynni Gweithredol. Bydd y Ganolfan hon yn safle lle y bydd gwaith ymchwil a datblygu yn

[67] https://tradeandinvest.wales/advanced-materials-manufacturing/low-carbon

cael ei arddangos i ddatblygu adeiladau domestig a masnachol gan ddefnyddio'r dechnoleg carbon isel fwyaf effeithlon o ran ynni.

Mae potensial economaidd yr amgylchedd morol a chyfleoedd i greu ynni adnewyddadwy o'r môr yn destun archwiliad gan SEACAMS 2, sy'n brosiect tair blynedd gwerth £17 miliwn dan arweiniad Prifysgolion Bangor ac Abertawe. Drwy SEACAMS 2, mae cwmnïau sydd am ddefnyddio pŵer y môr a chreu diwydiant ynni morol cynaliadwy yng Nghymru yn gallu cael mynediad i'r cymorth ymchwil hanfodol sydd eu hangen arnynt, pe baent yn penderfynu bwrw ymlaen â'u datblygiadau sydd werth miliynau o bunnoedd.

Mae Prifysgol Caerdydd yn arwain prosiect FLEXIS gwerth £24 miliwn a'i nod yw datblygu ddulliau mwy deallusol o reoli systemau ynni'r dyfodol, ochr yn ochr â Phrifysgol Abertawe a Phrifysgol De Cymru. Nod FLEXIS yw cyflawni'r heriau amrywiol, cymhleth a rhyngddibynnol sy'n codi, pan fo cyflenwyr yn ychwanegu ffynonellau newydd o ynni at y grid, a fydd yn y pen draw yn helpu i fodloni'r agenda carbon isel.

Ymchwil i wyddorau bywyd ac iechyd[68]

Mae'r sector Gwyddorau Bywyd yng Nghymru yn cael ei gydnabod yn rhyngwladol am ei waith ymchwil a datblygu. Mae'n un o'r sectorau mwyaf arloesol ac sy'n tyfu gyflymaf yng Nghymru. Mae sector gwyddorau bywyd Cymru yn cyflogi bron 11,000 o bobl mewn 350 o gwmnïau, sydd â throsiant blynyddol o £2 biliwn ac mae disgwyl iddo ychwanegu £1 biliwn o werth ychwanegol gros erbyn 2022.

Ymchwil Academaidd

Mae gan Gymru gyfuniad o'r radd flaenaf o sefydliadau academaidd, diwydiannau a llywodraeth sy'n datblygu datrysiadau arloesol. Mae angen yr atebion technolegol hyn i gyflawni'r heriau mawr sy'n ein hwynebu yn y marchnadoedd gofal iechyd. I helpu i fasnacheiddio ymchwil, sefydlwyd Cronfa Bontio gwerth £3 miliwn dros dair blynedd yn 2015 gan Lywodraeth Cymru. Ei nod yw cyflymu'r broses o gymhwyso ymchwil ym maes gwyddor bywyd.

Cronfa Partneriaeth Caerdydd a Fusion IP

Masnacheiddio ymchwil fiofeddygol

Mae Cronfa Partneriaeth Caerdydd wedi helpu i droi darganfyddiadau gwyddonol yn brosiectau sy'n ymarferol yn fasnachol, gwella ymwybyddiaeth prifysgolion o fusnes ac wedi cyflwyno cynhyrchion newydd i'r farchnad, drwy gwmnïau deillio yn bennaf. Mae'r Gronfa wedi gwneud 85 o fuddsoddiadau, gan helpu 58 o brosiectau datblygu ymchwil ac 16 o gwmnïau deillio. Mae wedi creu mwy na £75 miliwn o fuddsoddiadau ar y cyd gan greu mwy na 100 o swyddi o ansawdd yn Ninas-Ranbarth Caerdydd.

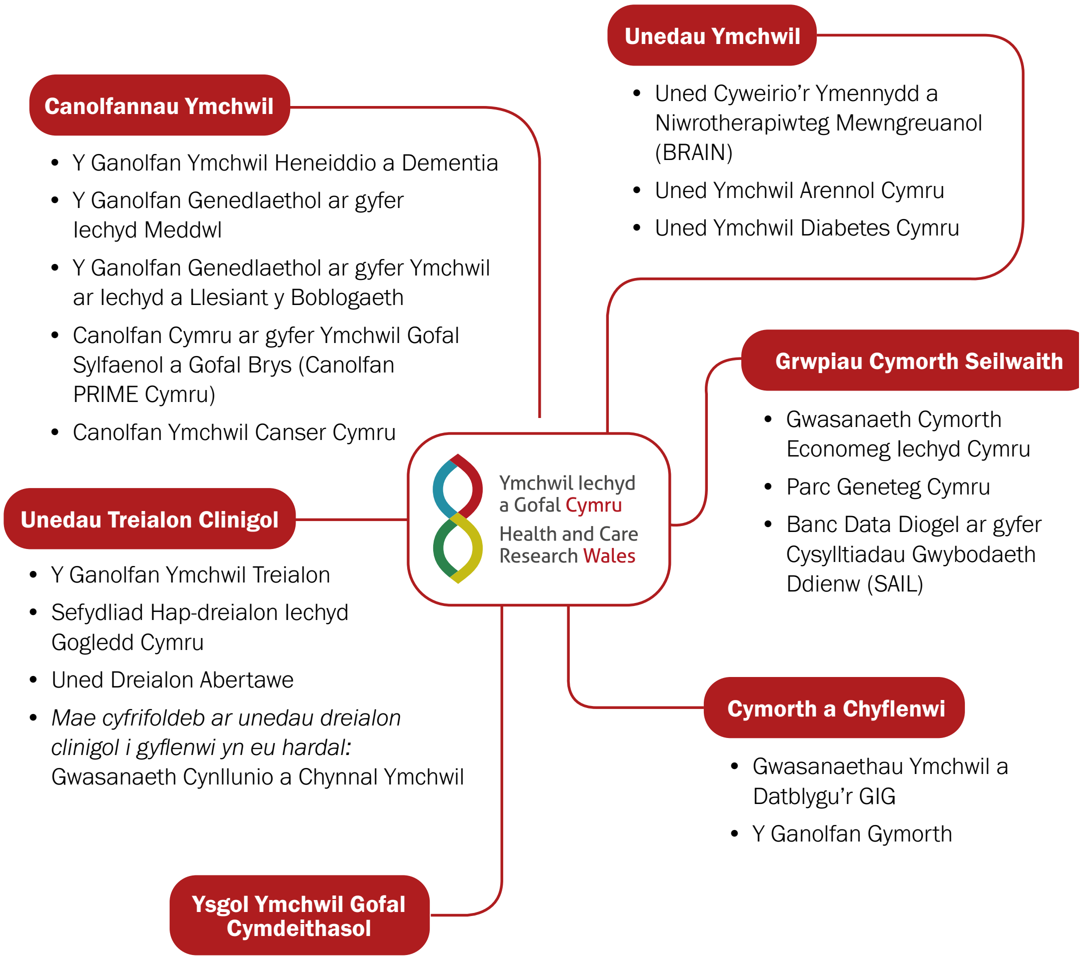
Mae'r Gronfa yn cynnal y bartneriaeth sydd wedi para deng mlynedd rhwng y brifysgol â Fusion IP Plc. Mae wedi darparu mwy na £50 miliwn o fuddsoddiad cyfalaf tymor estynedig a chymorth rheoli profiadol. Roedd hyn wedi galluogi pedair prifysgol i ymrestru ar y Farchnad Fuddsoddiadau Amgen, gyda chyfalafiad marchnad o fwy na £230 miliwn.

Ymchwil Iechyd a Gofal Cymru

Mae Llywodraeth Cymru yn buddsoddi mwy na £42 miliwn mewn ymchwil ym maes iechyd a gwasanaethau cymdeithasol bob blwyddyn. Mae hyn yn darparu cymorth ar gyfer seilwaith eang o ganolfannau, unedau treialu a grwpiau cymorth sy'n darparu astudiaethau ymchwil clinigol, yn arwain ymchwil ryngwladol a wneir mewn sawl canolfan ac sy'n chwarae rhan mewn ymchwil sy'n effeithio ar iechyd yng Nghymru, y DU a ledled y byd. Mae Llywodraeth Cymru wedi buddsoddi'n helaeth mewn seilwaith ymchwil i gefnogi a gwella gallu ym maes ymchwil a datblygu er mwyn sicrhau bod Cymru yn adeiladu ar ei chryfderau yn y meysydd ymchwil

[68] https://tradeandinvest.wales/key-industries/life-sciences

Ffigur 30: Map seilwaith ymchwil Iechyd a Gofal



y mae'n rhagori ynddynt a lle mae'n cydweithio â'r diwydiant gwyddorau bywyd, er lles cleifion yn gyffredinol.

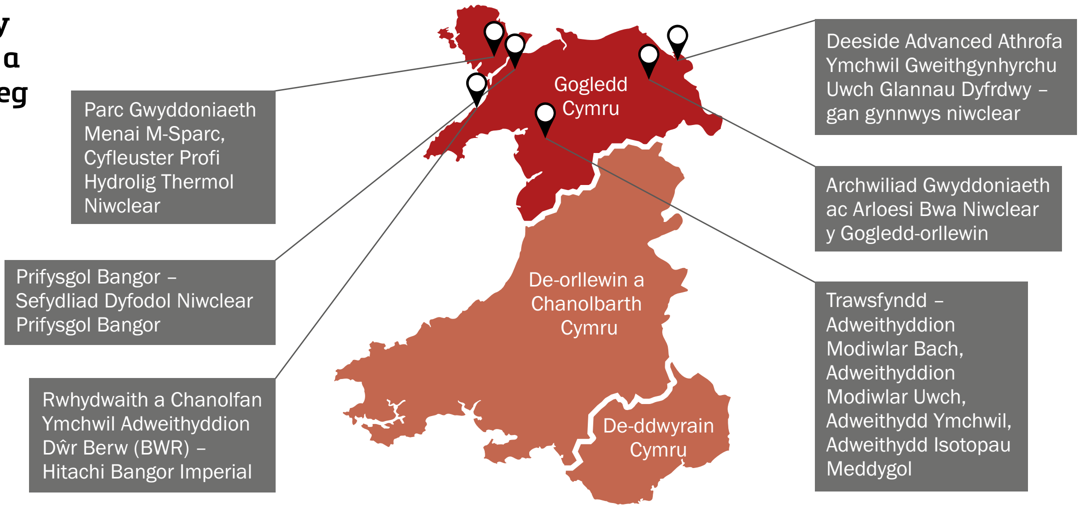
Mae Ymchwil Iechyd a Gofal Cymru yn rhith-sefydliad amlweddog cenedlaethol sy'n cael ei ariannu a'i oruchwylio gan Lywodraeth Cymru. Mae'n darparu seilwaith arloesol i gefnogi a chynyddu gallu ym maes ymchwil a datblygu. Gyda phrofiad helaeth o weithio gyda diwydiant, caiff y sefydliad ei gefnogi gan gytundebau hirdymor gyda phartneriaid masnachol ac mae'n cyflenwi astudiaethau ymchwil yn effeithiol ar draws ystod eang o feysydd clinigol arbenigol. Ers iddo gael ei lansio yn 2015, mae Ymchwil Iechyd a Gofal Cymru wedi arwain ar 532 o ddyfarniadau grant llwyddiannus, gan ennill dros £139 miliwn ar gyfer gwaith ymchwil a chreu mwy na 580 o swyddi medrus ar gyfer Cymru [69]. Mae'r seilwaith ymchwil iechyd wedi'i nodi yn Ffigur 31.

Canolfan Arloesi ym maes Gwella Clwyfau[70]

Y Ganolfan Arloesi ym maes Gwella Clwyfau yw'r ganolfan genedlaethol gyntaf sy'n trin clwyfau ledled y byd, a chyfleuster mwyaf blaenllaw yng Nghymru ar gyfer arloesi clinigol. Wedi'i sefydlu i ymdrin â'r heriau sy'n gysylltiedig â chlwyfau aciwt, trawmatig a chronig sy'n gwrthod gwella, eu triniaeth a dulliau o'u hatal, mae'r Ganolfan yn chwarae rôl hynod bwysig o ran datblygu economi Cymru, gan helpu i gyflymu twf drwy ysgogi a chefnogi arloesedd a arweinir gan fusnesau ym maes gwella clwyfau.

[69] https://www.healthandcareresearch.gov.wales/uploads/About/Health_Care_Research_Wales_annual_report_17-18_cy.pdf
[70] www.wwic.wales

**Ffigur 31:
Darlun o Ogledd Cymru yn arwain y DU o ran datblygu a defnyddio technoleg niwclear**



Banc Data Sail[71]

Ers 2007, mae Grŵp Gwybodeg Iechyd ym Mhrifysgol Abertawe wedi bod yn gyfrifol am fanc data'r Cyswllt Diogel Gwybodaeth Ddienw (SAIL), sef man diogel ar gyfer biliynau o gofnodion dienw am boblogaeth Cymru, i'w defnyddio mewn ymchwil. Caiff ei gydnabod ar draws y byd fel sefydliad mwyaf blaenllaw'r byd am ei dechnoleg diogelu a chysylltu data ac am sicrhau bod y data hynny yn ddienw. Mae SAIL yn galluogi ymchwilwyr i nodi'r hyn sy'n dylanwadu ar iechyd a lles ar raddfa poblogaeth, gan helpu i lywio gofal a pholisïau.

Hwb Gwyddorau Bywyd Cymru[72]

Mae Hwb Gwyddorau Bywyd Cymru yn ganolbwynt ar gyfer yr ecosystem gwyddorau bywyd yng Nghymru, sy'n cysylltu busnesau ac yn eu helpu i dyfu. O ymchwil ac entrepreneuriaid i weithwyr proffesiynol a chorfforaethau rhyngwladol ym maes gofal iechyd, mae'r Hwb yn adnodd masnachol i'r sector.

Canolfan Delweddu Prifysgol Caerdydd er Ymchwil yr Ymennydd[73]

Mae'r adeilad CUBRIC newydd sydd werth £44 miliwn, a agorwyd yn 2016, yn dod ag arbenigedd o fri at ei gilydd o ran delweddu, mapio ac ysgogi'r ymennydd i ddeall yn well yr hyn sy'n achosi cyflyrau niwrolegol a seiciatrig gan ddefnyddio'r dechnoleg ddiweddaraf yn y maes. Mae'r Ganolfan yn chwarae rhan hollbwysig yn yr ymgais fyd-eang i ddeall achosion niwrolegol a seiciatrig yn well, megis dementia, sgitsoffrenia a sglerosis ymledol, i ddarganfod cliwiau pwysig er mwyn datblygu triniaethau gwell.

[71] https://saildatabank.com/
[72] www.lifescienceshubwales.com
[73] https://www.cardiff.ac.uk/cardiff-university-brain-research-imaging-centre

Canolfan y Cyngor Ymchwil Feddygol (MRC) ar gyfer Geneteg Niwroseiciatrig a Genomeg[74]

Daw'r Ganolfan ag ymchwilwyr mwyaf blaenllaw'r byd at ei gilydd i ymchwilio i'r prif bethau sy'n achosi problemau iechyd meddwl. Fe'i sefydlwyd yn 2009 fel Canolfan MRC gyntaf Cymru a'r grŵp mwyaf yn y DU ar gyfer geneteg niwroseiciatrig. Mae'n defnyddio arbenigedd clinigol; genomeg, ystadegol a biowybodeg i ymdrin â'r heriau a achosir gan anhwylderau seiciatrig, niwroddatblygol a niwroddirywiol, gyda'r nod o wella diagnosis a thriniaethau yn y dyfodol.

Y Ganolfan Ymchwil Heneiddio a Dementia[75]

Gan adeiladu ar rwydweithiau ymchwil trawsnewidiol sydd eisoes yn cael eu cydnabod yn rhyngwladol, mae'r Ganolfan Ymchwil Heneiddio a Dementia yn ganolfan o fri sy'n mynd i'r afael â chwestiynau allweddol o bwys rhyngwladol ym maes heneiddio a dementia. Mae'r Ganolfan yn cysylltu gweithgarwch amlddisgyblaethol ac yn datblygu meysydd arbenigol sy'n amrywio o feysydd biolegol, seicogymdeithasol ac amgylcheddol, i bolisïau cymdeithasol sy'n ymwneud ag heneiddio a dementia. Mae'r gwaith yn cynnwys staff o brifysgolion Bangor, Abertawe a Chaerdydd.

Sefydliad Ymchwil Dementia y DU (UKDRI)[76]

Mae Sefydliad Ymchwil Dementia y DU sydd werth £20 miliwn yn un o chwech a sefydlwyd ledled Prydain fel rhan o brosiect gwerth £290 miliwn. Mae'r UKDRI hwn yng Nghaerdydd sy'n cael ei ariannu gan y Cyngor Ymchwil Feddygol, Ymchwil Alzheimer y DU a'r Gymdeithas Alzheimer, a Llywodraeth Cymru yn acolâd i Gymru ac yn cadarnhau datblygiad yr ymchwil wyddonol o fri sy'n cael ei wneud wrth geisio dod o hyd i ffyrdd effeithiol o drin dementia. Yn ystod y blynyddoedd diwethaf, mae mwy na 40 o enynnau, sy'n cyfrannu at y risg o Alzheimer wedi'u darganfod a bydd y tîm yng Nghaerdydd yn defnyddio'r wybodaeth honno i weithio ar theorïau a darganfyddiadau newydd.

Canolfan Triniaeth Therapi Uwch Cymru a Chanolbarth Lloegr (MW-ATTC)[77]

Ffurfiwyd y consortiwm iechyd hwn yn ddiweddar a chaiff ei arwain ar y cyd gan Gwasanaeth Gwaed Cymru (ar ran GIG Cymru) a'r Sefydliad Cenedlaethol dros Ymchwil Iechyd. Dyfarnwyd £7.3 miliwn o arian Llywodraeth y DU i'r Ganolfan Ymchwil Fiofeddygol drwy Innovate UK i sicrhau bod mwy o gleifion yn elwa ar y genhedlaeth nesaf o driniaethau. Bydd £1.5 miliwn yn dod yn uniongyrchol i GIG Cymru a £550,000 i Trakcel, cwmni meddalwedd sy'n datblygu meddalwedd cofrestru/tracio ar gyfer triniaethau uwch; sy'n seiliedig ar dechnoleg a ddatblygir ym Mhrifysgol Abertawe.

Bydd yr arian yn ategu ymrwymiad Llywodraeth Cymru i ddatblygu Strategaeth ar gyfer Therapi Uwch a fydd yn galluogi cleifion Cymru i fanteisio ar y triniaethau hyn. Bydd hefyd yn galluogi cwmnïau sy'n ymwneud â Chynnyrch Meddyginiaethol Therapi Uwch i gyrraedd y farchnad glinigol, gan feithrin arbenigedd, gallu a chapasiti ledled GIG Cymru er lles cleifion.

Bydd Canolfan Triniaeth Therapi Uwch Cymru a Chanolbarth Lloegr yn nodi rhwystrau, heriau a datrysiadau i hwyluso'r ffordd y caiff y triniaethau trawsnewidiol hyn eu defnyddio a'u mabwysiadu yn y dyfodol o fewn system gofal iechyd y DU.

74 https://www.cardiff.ac.uk/mrc-centre-neuropsychiatric-genetics-genomics
75 http://www.cadr.cymru/en/
76 https://ukdri.ac.uk/centres/cardiff
77 https://www.theattcnetwork.co.uk/centres/midlands-wales

Ynni niwclear [78]

Darparodd ynni niwclear dros 20 y cant o ynni'r DU yn 2015 ac mae Cymdeithas y Diwydiant Niwclear yn amcangyfrifo bod y sector niwclear sifil yn rhoi swyddi i dros 65,000 o bobl ar draws cadwyn gyflenwi'r DU. Wedi'i sbarduno gan yr angen i gynhyrchu trydan mewn ffordd ddibynadwy, gost-effeithiol a charbon isel, rhagwelir y bydd y twf arfaethedig yn y maes niwclear yn arwain at 25,000 o swyddi ychwanegol, a fydd i'w gweld yng Nghymru yn bennaf.

Cyfleoedd yn y Presennol a'r Dyfodol ar gyfer Gwaith Ymchwil ac Arloesi yn y Maes Niwclear yng Nghymru:

- Bydd **Athrofa Ymchwil Gweithgynhyrchu Uwch Glannau Dyfrdwy** yn ystyried gwaith ymchwil ac arloesi ym maes gweithgynhyrchu niwclear yn elfen bwysig.
- Mae **Prifysgol Bangor** yn gartref i **Barc Gwyddoniaeth** newydd **Menai** sydd werth **£20 miliwn.** Caiff ei ariannu'n rhannol gan gyllid Datblygu Rhanbarthol Ewrop a'i nod yw ysgogi twf mewn gwyddoniaeth sy'n seiliedig ar wybodaeth, gan hoelio sylw'n gynnar ar y sectorau ynni carbon isel, yr amgylchedd a TGCh.
- Mae **Trawsfynydd** ger Bangor eisoes yn safle trwyddedig ar gyfer niwclear ac mae wedi'i nodi yn safle delfrydol ar gyfer defnyddio adweithyddion modiwlar cyntaf o'u math megis Adweithyddion Modiwlar Bach ac Adweithyddion Modiwlar Uwch.

Mae **Llywodraeth Cymru** wedi bod yn helpu'r gweithgareddau ymchwil ac arloesi a ganlyn:

1. **Sefydliad Dyfodol Niwclear Prifysgol Bangor:** Drwy Raglen Sêr Cymru, mae £5.4 miliwn wedi'i fuddsoddi gan Lywodraeth Cymru mewn dau Gadeirydd Ymchwil a thimau cysylltiedig a fydd yn rhan graidd o'r Sefydliad Dyfodol Niwclear newydd ym Mhrifysgol Bangor. Byddant yn y man gorau i fanteisio ar gyfleoedd ymchwil ac arloesi sy'n ymwneud â'r cyfleuster hydroleg thermol, datblygiadau tanwydd newydd, technolegau cymhwysol newydd ar gyfer niwclear a thanwyddau niwclear newydd.
2. **Archwiliad Gwyddoniaeth ac Arloesi Bwa Niwclear y Gogledd-orllewin (SIA):** Sefydlwyd Consortiwm Bwa Niwclear y Gogledd-orllewin gan Swyddfa Llywodraeth Cymru dros Wyddoniaeth ac mae'n bwydo Strategaeth Ddiwydiannol newydd y Gronfa Cryfder mewn Lleoedd.
3. **Rhwydwaith a Chanolfan Ymchwil Adweithyddion Dŵr Berw:** Nod y fenter ymchwil ac arloesi hon rhwng Prifysgol Bangor, y Coleg Imperialaidd yn Llundain a Hitachi/Horizon, a ariennir yn rhannol gan Lywodraeth Cymru a Hitachi, yw ysgogi ac arwain cymuned ymchwil y DU ym maes adweithyddion dŵr berw. Nid yw technoleg adweithyddion dŵr berw wedi'u defnyddio yn y DU o'r blaen, felly mae angen datblygu'r sylfaen ymchwil ar gyfer y math hwn o adweithydd. Caiff arian Llywodraeth Cymru ei reoli drwy Swyddfa'r Llywodraeth dros Wyddoniaeth.
4. **Cyfleuster Profi Hydrolig Thermol Niwclear Cenedlaethol Arfaethedig y DU:** Nod y bartneriaeth hon rhwng Swyddfa Llywodraeth Cymru dros Wyddoniaeth a BEIS yw cyflenwi cyfleuster ymchwil a phrofi cenedlaethol yng Ngogledd Cymru. Bydd o leiaf £40 miliwn o gost y prosiect yn cael ei ariannu'n rhannol, gyda Llywodraeth Cymru yn cyfrannu hyd at £20 miliwn. Bydd hyn yn sicrhau y bydd rhan fawr o'r seilwaith newydd ar gyfer gwaith ymchwil a datblygu niwclear yng Ngogledd Cymru. Bydd hynny, ynghyd ag Wylfa Newydd a'r posibilrwydd o ddefnyddio'r adweithyddion cyntaf o'u math yn Nhrawsfynydd, yn sicrhau bod y Gogledd yn ganolbwynt i ddatblygiadau newydd yn y maes yn y DU a'r byd.

[78] https://tradeandinvest.wales/sites/default/files/nuclear_sub_sector.pdf

Dolenni Perthnasol

Mae sawl rhaglen ymchwil a datblygu niwclear ar waith ledled Cymru sy'n ymdrin ag amrywiaeth o faterion diwydiannol, megis technoleg, hyfforddiant, cadwyni cyflenwi, cynhyrchiant ac economeg.

Gyda phrosiectau datgomisiynu niwclear ac adeiladu newydd o fewn tafliad carreg, mae Prifysgol Bangor yn adeiladu safle blaenllaw ym maes peirianneg niwclear a fydd yn ganolbwynt i rwydwaith byd-eang. Gan ganolbwyntio ar dechnolegau sydd eisoes yn bodoli a rhai sy'n dod i'r amlwg yn y sector niwclear gan gynnwys Adweithydd Dŵr Dan Wasgedd (PWR), Adweithydd Dŵr Berw (BWR) ac Adweithydd Modiwlar Bach (SMR), nod Prifysgol Bangor yw dod yn ganolfan arbenigol o fri. Mae Prifysgol Bangor a Choleg Imperialaidd Llundain, ynghyd â Hitachi-GE sy'n darparu arbenigedd a chymorth technegol, wedi sefydlu Rhwydwaith a Chanolfan Ymchwil Adweithyddion Dŵr Berw ar y cyd. Yma, mae sylfaen ymchwil y DU ac ymchwilwyr niwclear Hitachi yn dod at ei gilydd i helpu i ddatblygu'r genhedlaeth nesaf o dechnoleg ym maes adweithyddion dŵr berw.

I gyd-fynd â'r gweithgarwch niwclear hwnnw, mae EPSRC a Llywodraeth Cymru wedi buddsoddi £9 miliwn ym mhrosiect 'Atoms to Applications' Prifysgol Abertawe i sefydlu cyfleuster Delweddu Deunyddiau Uwch (AIM). Mae AIM yn gyfleuster delweddu gwyddonol integredig ar gyfer Cymru sy'n gallu delweddu a dadansoddi ar draws sawl graddfa hyd o Angstromau i gentimedrau.

Mae'r Sefydliad Weldio (TWI) yn gweithio gyda'r diwydiant niwclear i ddarparu gwybodaeth am brosesau a datrysiadau systemau o ran weldio a saernïaeth arbenigol, profi annistriol a thechnegau profi deunyddiau. Nod ei Sefydliad Ymchwil Deunyddiau Peirianneg Uwch (AEMRI) yw datblygu Canolfan Ymchwil saernïo niwclear yn TWI Cymru ym Mhort Talbot i gefnogi'r gadwyn gyflenwi niwclear wrth gyflenwi sgiliau a gwybodaeth.

Mae Prifysgol Caerdydd yn rhedeg tri phrosiect sy'n ymwneud â niwclear; mae'r Grŵp Deall Risg yn yr Ysgol Seicoleg yn ymchwilio i agweddau'r cyhoedd at bŵer niwclear ac ymbelydredd; mae'r Ganolfan Ymchwil Geoamgylcheddol yn yr Ysgol Beirianneg yn ymchwilio i waredu gwastraff niwclear lefel uchel, storfeydd niwclear a chadw gwastraff ar wahân; ac mae Grŵp Catalyddu Heterogenaidd a Gwyddoniaeth Arwyneb yr Ysgol Gemeg yn defnyddio offer dadansoddi i astudio sut y mae moleciwlau bach yn ymadweithio ag arwynebau, sy'n rhan o waith ar y cyd gyda'r Labordy Niwclear Cenedlaethol sy'n astudio dulliau storio niwclear yn yr hirdymor.

Ynghyd â'n rhaglenni academaidd uwch, mae Cymru yn gweithio gyda Horizon Nuclear Power i ddarparu prentisiaethau technegol am dair blynedd drwy Goleg Menai yng Ngogledd Cymru. Grŵp Llandrillo Menai yw darparwr lleol achrededig yr Academi Sgiliau Genedlaethol ar gyfer Niwclear sy'n cyflenwi'r cymhwyster Bar Triphlyg, gan ganolbwyntio ar egwyddorion sylfaenol cynhyrchu niwclear, iechyd a diogelwch ac 'ymddygiad pobl'.

Seiberddiogelwch[79]

Amcangyfrifir bod sector technoleg Cymru werth rhyw £8.5 biliwn i economi Cymru ac mae'n parhau i dyfu. Mae dros 40,000 yn cael eu cyflogi yn yr Economi Ddigidol yng Nghymru gyda'r prif ganolfannau yng Nghaerdydd a Chasnewydd yn y De, Abertawe yn y Gorllewin a Wrecsam yn y Gogledd.

Mae gan fusnesau yno yr adnoddau technegol gorau: Nod Canolfan Ddata Haen 3 fwyaf Ewrop, a redir gan Next Generation Data yw storio caledwedd a meddalwedd, a sicrhau cysylltiadau data cyflym. Mae Cymru yn gartref i dros 300 o weithrediadau technoleg a ddatblygwyd yma ac ar draws y byd, gan gynnwys rhai o'r cwmnïau technolegol mwyaf, er enghraifft BT, Thales, Qinetiq, Airbus Defence

[79] https://tradeandinvest.wales/sites/default/files/cyber.pdf

& Space a General Dynamics, ac mae llawer ohonynt yn ymwneud â diogelwch y famwlad; plismona; gwrthderfysgaeth; diogelwch mewn digwyddiadau mawr; a seiberddiogelwch.

Mae Llywodraeth Cymru yn ymwneud â chyfres o fentrau i fynd i'r afael â materion sy'n effeithio ar dwf pellach y sector seiberddiogelwch yng Nghymru. Mae Clystyrau Seiberddiogelwch Cymru yn cynnwys; yr Academi Seiberddiogelwch Genedlaethol (NCSA); The EDGE®; Airbus Group Endeavr Wales; CyberLab a chlwstwr sy'n ymwneud â gorfodi'r gyfraith/seiberamddiffyn. Gyda mwy na 250 o aelodau, mae Clystyrau Seiberddiogelwch Gogledd a De Cymru, dan ymbarél Fforwm Seiberddiogelwch y DU a gefnogir gan Lywodraeth y DU, wedi'u sefydlu fesul diwydiant gyda'r nod o gyflawni uchelgais Cymru i ddod yn ganolbwynt y DU ar gyfer cwmnïau seiberddiogelwch.

Dolenni Academaidd

Mae talent yn hanfodol i sicrhau llwyddiant unrhyw wlad. Mae 4000 o fyfyrwyr bob blwyddyn yn gadael 8 Prifysgol Cymru ac 16 o golegau Addysg Bellach Cymru gyda chymwysterau mewn TGCh. Gydag enw da ar draws y byd mewn sawl maes, mae gan Gymru 30 o ganolfannau rhagoriaeth, 91 o adrannau â gradd 4 seren neu uwch am eu gwaith ymchwil a 65 o adrannau wedi'u cofnodi'n rhai rhagorol am eu hansawdd addysgu.

Yr Academi Seiberddiogelwch Genedlaethol

Mae gan y **Grŵp Ymchwil Diogelwch Gwybodaeth** ym Mhrifysgol De Cymru enw da ar draws y byd ym meysydd diogelwch rhwydweithiau, gwaith fforensig ar gyfrifiaduron a dadansoddi bygythiadau. Mae'r Grŵp yn canolbwyntio ar faterion sy'n ymwneud â dylunio a datblygu systemau rhybuddio cynnar sy'n gallu adnabod ymosodiadau seiber amrywiol ac ymateb iddynt. Mae hefyd yn hoelio sylw ar y materion sy'n gysylltiedig â gwaith fforensig ar gyfrifiaduron. Dim ond un o brifysgolion prin y DU yw Prifysgol De Cymru sy'n gwneud gwaith fforensig ar rwydweithiau ar gyfer Llywodraeth y DU.

Mae'r **Academi Seiberddiogelwch Genedlaethol** (NCSA) ym Mhrifysgol De Cymru a Llywodraeth Cymru wedi dod at ei gilydd i lansio prosiect arloesol i helpu i fynd i'r afael â'r diffyg sgiliau seiberddiogelwch a datblygu'r genhedlaeth nesaf o arbenigwyr seiberddiogelwch.

Cafodd arbenigedd Prifysgol De Cymru ei gydnabod ym mis Mai 2016 pan gafodd ei hachredu'n ffurfiol gan Bencadlys Cyfathrebu Llywodraeth y DU am ei chwrs Meistr mewn gwaith fforensig ar gyfrifiaduron. Mae'r Brifysgol yn cydweithio ag ystod eang o bartneriaid megis y Weinyddiaeth Amddiffyn, Airbus, BT a Northrop Grumman ac mae ganddi amrywiaeth bellach o bartneriaid gan gynnwys Wolfberry, Silcox Information Security a Westgate Cyber. Mae'r NCSA hefyd yn galluogi'r Brifysgol i gynnig atebion o safon uchel sydd wedi'u teilwra'n arbennig ar gyfer sefydliadau megis yr Heddlu a chyrff cyhoeddus a phreifat eraill.

Canolfan Ragoriaeth mewn Dadansoddeg Seiberddiogelwch Airbus Endeavr

Mae Airbus Group Endeavr Wales yn fenter ar y cyd rhwng Llywodraeth Cymru, Airbus Defence & Space a Phrifysgol Caerdydd sy'n ceisio ariannu 100 y cant o gynigion prosiectau sy'n creu ymchwil a thechnoleg ym maes Cyfathrebu Symudol a Di-wifr Diogel, Seiberddiogelwch, a Diogelwch Rhwydweithiau a SCADA. Mae'r Ganolfan Ragoriaeth mewn Dadansoddeg Seiberddiogelwch yn ganolfan ymchwil newydd a sefydlwyd i ddarparu gwaith ymchwil o fri mewn seiberddiogelwch. Fe'i lansiwyd gan Brifysgol Caerdydd ac Airbus ym mis Ebrill 2017. Yn ogystal â lansio'r ganolfan, mae Prifysgol Caerdydd yn ddiweddar wedi cael bron £2 filiwn mewn cyllid allanol o amrywiaeth o ffynonellau, gan gynnwys cynghorau ymchwil y DU, diwydiannau a llywodraeth i lansio rhaglenni newydd dros y 3 blynedd nesaf. Nod y rhaglenni hyn fydd datblygu algorithmau o'r radd flaenaf a ddysgir gan beiriannau i nodi bygythiadau seiber sy'n targedu amryfal amgylcheddau a alluogir gan y rhyngrwyd, gan gynnwys y cyfryngau cymdeithasol i reoli systemau seilwaith cenedlaethol hanfodol.

Y Sector Technoleg Bwyd-amaeth[80]

Mae'r sector technegol bwyd-amaeth yn seiliedig ar sylfaen gynhyrchu yn y meysydd amaethyddiaeth, pysgodfeydd a choedwigaeth. Mae amaethyddiaeth y DU yn rhan o gadwyn gyflenwi gymhleth sy'n cynrychioli'r diwydiant mwyaf yn y byd, gan gyfrannu tua $4.8 triliwn at y cynnyrch domestig gros bob blwyddyn. Mae'r sector bwyd-amaeth yn bwysig o ran y gyfran o weithlu Cymru sy'n gweithio ynddo a'r 88 y cant o dir Cymru sy'n cael ei ddefnyddio at ddibenion amaethyddol. Mae gweithgarwch mwyaf blaenllaw Cymru yn canolbwyntio ar ymchwil academaidd o ran gwella cnydau, iechyd anifeiliaid a rheoli ffrydiau gwastraff. Mae hynny'n trosi'n effeithiau ar gynhyrchiant a fyddai'n fanteisiol i'r agenda twf glân pan gaiff ei gweithredu gan ddiwydiannau, gan amrywio o gynhyrchwyr sylfaenol i uwchfarchnadoedd mawr. Mae'r map uchod yn dangos rhai o ardaloedd awdurdodau lleol sydd â lefelau uchel o'u pobl yn gweithio mewn amaethyddiaeth, coedwigaeth a physgota o gymharu â chyfanswm y lefel gyflogaeth, yn ogystal ag asedau allweddol yn y maes technoleg bwyd-amaeth.

Ymchwil Academaidd

Mae **Sefydliad y Gwyddorau Biolegol, Amgylcheddol a Gwledig** (IBERS) ym Mhrifysgol Aberystwyth, sydd ymhlith 150 o brifysgolion gorau'r byd, yn cynhyrchu ymchwil sy'n cael ei hadnabod yn rhyngwladol ac yn cael effaith fasnachol drwy waith megis gwella cynhyrchiant amaethyddol a chnydau gwell. Hefyd yn Aberystwyth, mae'r Ganolfan Genedlaethol Ffenomeg Planhigion a ariennir gan y Cyngor Ymchwil Biotechnoleg a Gwyddorau Biolegol (BBSRC) a'r Undeb Ewropeaidd yn hanfodol i waith ymchwil i wella cnydau, drwy ddeall effaith geneteg a'r amgylchedd ar ffenoteip planhigion.

Mae Hyb Milfeddygol 1 gwerth £4.2 miliwn yn Aberystwyth a ariennir yn rhannol gan Gronfa Datblygu Rhanbarthol Ewrop (ERDF) yn cefnogi ymchwil i iechyd anifeiliaid drwy ddarparu labordy lefel 3 bio-ddiogel cyntaf Cymru ac mae'n hwyluso cydweithio â diwydiannau. Bydd cadeirydd ymchwil mwyaf diweddar Sêr Cymru II, yr Athro Glyn Hewinson, yn darparu Canolfan Ragoriaeth ar gyfer Twbercwlosis Buchol i Gymru. Bydd yn ganolfan ar gyfer ymchwil ryngddisgyblaethol genedlaethol a rhyngwladol ar dwbercwlosis buchol. Yn ogystal â Hyb Milfeddygol 1, bydd yn datblygu capasiti ac arbenigedd mewn twbercwlosis buchol/iechyd anifeiliaid nad ydynt ar gael ar hyn o bryd yng Nghymru.

Mae'r **Ganolfan Ragoriaeth ar gyfer Ymchwil Dyfrol Gynaliadwy** ym Mhrifysgol Abertawe yn cynnal gwaith ymchwil i amrywiaeth eang o organeddau dyfrol. Mae hefyd yn cynghori diwydiannau a'r llywodraeth. Hefyd yn Abertawe, mae'r Athrofa Ymchwil i Ddiogelwch yn arwain dau brosiect gan ddefnyddio CO_2 diwydiannol a nitradau a ffosffadau o wastraff dŵr i gynhyrchu protein pur o algâu yn lle protein anifeiliaid.

Mae **Athrofa Ymchwil Lleoedd Cynaliadwy** Prifysgol Caerdydd yn datblygu ymatebion i faterion megis newid yn yr hinsawdd a dihysbyddu adnoddau, gan gysylltu ag effeithiau amgylcheddol technoleg bwyd-amaeth. Mae Canolfan y Diwydiant Bwyd Zero2Five (Prifysgol Metropolitan Caerdydd), Canolfan Bwyd Cymru (Horeb, Ceredigion) a'r Ganolfan Technoleg Bwyd (Coleg Menai, Grŵp Llandrillo Menai) yn ysgogi gwelliannau ac arloesedd parhaus yn y sector bwyd ac yn darparu cymorth technegol a gweithredol i fusnesau.

Man gan Brifysgolion Aberystwyth, Bangor ac Abertawe gapasiti ymchwil penodedig ym maes gwyddor môr a gefnogir gan longau ymchwil môr gan gwmpasu morlin cyfan Cymru a chynnwys rhaglenni eang ar gynaliadwyedd bwyd môr. Mae'r tri sefydliad yn cydweithio ar brosiectau morol mawr ledled Cymru megis **SEACAMS**, **ECOSTRUCTURE** a **BLUEFISH**.

[80] https://www.southwalescrucible.co.uk/?preview

Atodiad 3: Datblygu gallu ym maes ymchwil yng Nghymru

Yn 2012, cyflwynodd Llywodraeth Cymru raglen uchelgeisiol o'r enw Sêr Cymru a'i nod oedd sbarduno ymdrechion Cymru i greu sylfaen wyddoniaeth a thechnoleg a fyddai'n gallu cystadlu ar lwyfan y byd.

Lluniwyd rhaglen Sêr Cymru ar bartneriaeth unigryw rhwng Llywodraeth Cymru, y Cyngor Cyllido Addysg Uwch Cymru (CCAUC), Sefydliadau Addysg Uwch ledled Cymru, Swyddfa Cyllid Ewropeaidd Cymru (WEFO) a'r Comisiwn Ewropeaidd.

Roedd rhaglen Sêr Cymru II yn arloesol ynddo'i hun: Cymru yw'r unig wlad yn yr Undeb Ewropeaidd sydd wedi creu cyswllt ffurfiol rhwng cyllid rhaglen 2020 Horizon yr Undeb Ewropeaidd a chyllid Cronfeydd Strwythurol yr UE at ddiben datblygu ei gallu ym maes ymchwil.

Un o ddangosyddion llwyddiant Sêr Cymru yw bod Llywodraeth y DU wedi mabwysiadu rhaglenni tebyg gan gynnwys Grantiau Partneriaid Strategol Cronfa Rutherford a Chymrodoriaeth Arweinwyr y Dyfodol Ymchwil ac Arloesi yn y DU.

Pan lansiodd Llywodraeth Cymru ei strategaeth Gwyddoniaeth i Gymru yn 2012, un o'i nodau oedd creu cymuned wyddonol gadarn a llwyddiannus. Un o'r pethau allweddol a oedd yn ysgogi'r strategaeth hon oedd bod angen cynyddu gallu ymchwil yng Nghymru, i helpu i ddatblygu'r economi yn ehangach ac i hybu datblygiad cenedlaethol Cymru. Darparodd Llywodraeth Cymru tua £50 miliwn o gymorth a arweiniodd at sefydlu rhaglen Sêr Cymru sy'n cael ei chydnabod yn rhyngwladol.

Mae'r strategaeth wedi denu cryn dipyn o ddiddordeb yn y DU ac ar draws y byd, gyda'r cyfnodolyn **SCIENCE** uchel ei fri[81] yn nodi yn 2012, *bod Cymru ar drywydd i fod yn llwyddiannus. Os bydd y gwaith yn mynd rhagddo fel y dylai*, bydd *Gwyddoniaeth i Gymru yn cryfhau gallu Cymru i sicrhau cyflenwad o adnoddau ac ymchwilwyr i ddatblygu ym meysydd yr Her Fawr, i greu economi gynaliadwy sy'n seiliedig ar wyddoniaeth ac i gystadlu'n gryfach yn erbyn cenhedloedd eraill.'*

SÊR Cymru I (2012–2018)

Wedi'i lansio yn 2012, roedd cam cyntaf rhaglen **Sêr Cymru** yn cynnwys dwy elfen ategol a oedd yn bwriadu: (i) denu doniau gwyddonol newydd o bedwar ban byd a (ii) helpu i ddatblygu'r seilwaith ymchwil sydd eisoes yn bodoli a sicrhau rhwydweithio. Ers 2012, mae Sêr Cymru i wedi sicrhau pedwar person academaidd blaenllaw yn Gadeiryddion Ymchwil Sêr Cymru, (dau o UDA, un o'r DU ac un o'r Swistir) ynghyd â chymorth ychwanegol ar gyfer eu timau ymchwil a gofynion eraill o ran seilwaith ymchwil.

Mae hefyd wedi helpu i ddatblygu **tri rhwydwaith cenedlaethol** ym mhob un o dri maes yr 'Her Fawr: *Gwyddorau Bywyd ac Iechyd; Carbon Isel, Ynni a'r Amgylchedd; a Pheirianneg a Deunyddiau Uwch*. Nodwyd yr Heriau Mawr hyn am y rhan bwysig y maent yn ei chwarae yn adrannau academaidd Cymru ac am y potensial i fusnesau fanteisio'n fasnachol ar eu canlyniadau ymchwil yng Nghymru, a photensial hynny ar gyfer Cymru. Roedd y tri rhwydwaith i gyd wedi cynnal amrywiaeth o weithgareddau ledled Cymru megis darparu arian ar gyfer cynlluniau hyfforddi doethurol ar raddfa fawr, darparu cymorth ar gyfer ymchwilwyr ôl-ddoethurol a chynnal gweithgareddau ymgysylltu ag amrywiaeth eang o randdeiliaid, yn enwedig y rheini sy'n ymwneud â diwydiant. I wella capasiti hyd yn oed ymhellach, mae'r prifysgolion sy'n gwneud y mwyaf o waith ymchwil yng Nghaerdydd, Abertawe, Bangor ac Aberystwyth hefyd wedi buddsoddi'n helaeth mewn seilwaith, megis mewn adeiladau ac offer newydd.

[81] http://www.uniswales.ac.uk/wp/media/Science-in-Wales.pdf

Cadeiryddion Ymchwil Sêr Cymru I

Y 4 cadeirydd ymchwil a oedd yn datblygu grwpiau ymchwil allweddol oedd:

Hyd yma, mae'r pedwar hyn wedi helpu dros 100 o staff gan gynnwys mwy na 30 o fyfyrwyr doethuriaeth a mwy na 70 o ymchwilwyr ôl-ddoethurol/cymrodyr ymchwil.

Yr Athro Yves Barde (Cadeirydd Ymchwil Sêr Cymru mewn Gwyddorau Bywyd ac Iechyd). Mae'r Athro Barde yn un o niwrofiolegwyr mwyaf blaenllaw'r byd. Roedd ganddo yrfa academaidd hir a disglair yn y Swistir cyn symud i Brifysgol Caerdydd ym mis Medi 2013 o Brifysgol Basel. Mae'n parhau i weithio ar fioleg ei ddarganfyddiad enwocaf, sef y ffactor niwrodroffig sy'n deillio o'r ymennydd (BDNF).

Yr Athro James Durrant (Cadeirydd Ymchwil Sêr Cymru mewn Deunyddiau a Gweithgynhyrchu Uwch). Mae'r Athro Durrant, sy'n ffotogemegwr o fri, yn rhannu ei amser rhwng Coleg Imperialaidd, Llundain a Phrifysgol Abertawe ac mae'n arwain ar 'Sêr Cymru Solar', sy'n fenter £7 miliwn i sefydlu clwstwr ymchwil sy'n canolbwyntio ar ddatblygu technoleg ffotofoltäig cost isel ar gyfer ardaloedd mawr.

Yr Athro Andrew Barron (Cadeirydd Ymchwil Sêr Cymru mewn Carbon Isel, Ynni a'r Amgylchedd). Ymunodd yr Athro Barron â Phrifysgol Abertawe o Brifysgol Rice yn Texas. Mae ei waith ymchwil yn ymwneud â chymhwyso nanotechnoleg i ymdrin â phroblemau sylfaenol mewn ymchwil ym maes ynni gan ffocysu ar hyn o bryd ar wella effeithlonrwydd a diogelwch wrth chwilio am nwy mewn ffordd anghonfensiynol a'i echdynnu, gan hwyluso cydweithrediad rhyngwladol ar raddfa fawr ar ddeunyddiau hydroffobig.

Yr Athro Diana Huffaker (Cadeirydd Ymchwil Sêr Cymru mewn Deunyddiau a Dyfeisiau Uwch). Symudodd yr Athro Huffaker i Brifysgol Caerdydd yn 2015 o UCLA, Califfornia i ymgymryd â rôl Cyfarwyddwr Sefydliad Lled-ddargludyddion Prifysgol Caerdydd. Mae ganddi enw da am ei gwaith ymchwil ym maes lled-ddargludyddion cyfansawdd ac am ddatblygu deunyddiau 'dotiau cwantwm' a ddefnyddir mewn optoelectroneg a thechnoleg laser.

Rhwydweithiau Ymchwil Cenedlaethol:

Mae Tri Rhwydwaith Ymchwil Cenedlaethol Sêr Cymru fel a ganlyn **Rhwydwaith Ymchwil Peirianneg Cymru**, **y Rhwydwaith Ymchwil Cenedlaethol ar gyfer Ynni Carbon Isel a'r Amgylchedd**; **a Rhwydwaith Ymchwil Gwyddorau Bywyd Cymru**. Nod y rhwydweithiau hyn oedd helpu prifysgolion Cymru i weithio gyda'i gilydd ac i wella eu henw da fel canolfannau gwyddonol. Mae pob un o'r Rhwydweithiau yn sefydliadau arwyddocaol, sydd â staff penodedig a'u byrddau rheoli, llywodraethu a chynghori eu hunain sy'n helpu i lywio cyfeiriad eu gwaith ac i oruchwylio'r gwaith cyflenwi a modelau partneriaethau gwahanol.

Mae **Rhwydwaith Gwyddorau Bywyd Cymru**, a arweiniwyd yn ddiweddar gan yr Athro Andrea Brancale, yn cefnogi gwyddoniaeth o'r radd flaenaf yng Nghymru i ddatblygu triniaethau therapiwtig newydd mewn meysydd lle y mae dal i fod anghenion meddygol a milfeddygol. Erbyn 2018, mae'r Rhwydwaith Gwyddorau Bywyd ac Iechyd wedi cynnwys 75 o ymchwilwyr ôl-ddoethurol, 56 o fyfyrwyr PhD ac wedi sicrhau £34.6 miliwn o incwm ymchwil i Gymru. Mae ymchwilwyr yn y rhwydwaith hwn wedi cynhyrchu 120 o gyhoeddiadau sydd wedi'u hadolygu gan gymheiriaid ac mae 361 o'u crynodebau ar gyfer cynadleddau cenedlaethol a rhyngwladol wedi'u derbyn.

Caiff **Rhwydwaith Ymchwil Peirianneg Cymru** ei arwain ar hyn o bryd gan y Cyfarwyddwr, yr Athro Huw Summers ac fe'i sefydlwyd ar draddodiad cadarn o ddyfeisgarwch peirianyddol yng Nghymru. Mae'n canolbwyntio ar Beirianneg a Deunyddiau Uwch, y partneriaid academaidd craidd ledled Cymru a'u cydweithredwr diwydiannol, TWI Ltd. Hyd yn hyn mae'r Rhwydwaith hwn wedi cynnwys 46 o ymchwilwyr ôl-ddoethurol, 40 o fyfyrwyr PhD/EngD ac mae wedi sicrhau £18.2 miliwn o incwm ymchwil i Gymru. Mae ymchwilwyr yn y rhwydwaith hwn wedi cynhyrchu 204 o gyhoeddiadau sydd wedi'u hadolygu gan gymheiriaid ac mae 255 o'u crynodebau ar gyfer cynadleddau cenedlaethol a rhyngwladol wedi'u derbyn.

Erbyn 2018, roedd y **Rhwydwaith Ymchwil Genedlaethol ar gyfer Ynni Carbon Isel a'r Amgylchedd** a arweiniwyd gan yr Athro David Thomas, wedi cynnwys 36 o ymchwilwyr ôl-ddoethurol, 12 myfyriwr PhD ac roedd wedi sicrhau £13.1 miliwn o incwm ymchwil i Gymru. Mae ymchwilwyr yn y rhwydwaith hwn wedi cynhyrchu 94 o gyhoeddiadau sydd wedi'u hadolygu gan gymheiriaid ac mae 239 o'u crynodebau ar gyfer cynadleddau cenedlaethol a rhyngwladol wedi'u derbyn.

O'r £66 miliwn o gyllid grant a enillwyd ar sail gystadleuaeth ar gyfer ymchwil drwy'r Rhwydweithiau Ymchwil Cenedlaethol, clustnodwyd dros £22.5 miliwn oddi wrth Gyngor Ymchwil Ewrop a Horizon 2020, £16.5 miliwn oddi wrth ffynonellau RCUK, £14.7 miliwn oddi wrth ddiwydiannau ac Innovate UK, a £12.2 oddi wrth ffynonellau eraill.

Gyda'i gilydd, mae'r ddwy elfen o raglen **Sêr Cymru I** eisoes wedi sicrhau £131 miliwn o gyllid ymchwil i Gymru a enillwyd drwy gystadleuaeth. Rhagwelir y bydd effaith rhaglen Sêr Cymru I yn parhau i dyfu yn y dyfodol.

Mae'r cyfnod cyntaf hwn o'r rhaglen yn dod i ben yn 2018 ac er ei bod yn rhy gynnar i ddod i gasgliadau pendant, gan fod elfennau ohoni yn dal i fod ar waith, darganfu adroddiad annibynnol a gomisiynwyd gan SQW (2018) fod y ddwy elfen o Sêr Cymru I wedi perfformio'n dda ar y cyfan, gan ragori ar y targedau allbwn gwreiddiol.

Daethpwyd i'r casgliad fod y rhesymeg dros **Sêr Cymru I** yn amserol ac yn gymesur a bod y rhaglen yn seiliedig ar sylfaen dystiolaeth gadarn. Roedd yn gweithredu o fewn cyd-destun polisi sefydledig sy'n ceisio gwella gallu ym maes ymchwil yng Nghymru a bod hynny'n elfen allweddol o ddatblygiad economaidd a chymdeithasol

ehangach. Nodwyd yn gyson gan randdeiliaid fod angen y rhaglen, gyda Sêr Cymru 1 yn cael ei chydnabod yn un o'r mecanweithiau allweddol y byddai'n cael ei ddefnyddio i gyflawni gweledigaeth Gwyddoniaeth i Gymru yn ymarferol.

SÊR Cymru II (2015–2020)

Lansiwyd yr ail raglen, sef **Sêr Cymru II**, ym mis Rhagfyr 2015. Roedd yn cynnwys bron £60 miliwn o gyllid, a roddwyd yn bennaf gan yr Undeb Ewropeaidd. Wedi'i lunio i ddatblygu gallu ym maes ymchwil yng Nghymru, roedd y rhaglen hon yn wahanol i'r cyntaf oherwydd ei nod oedd denu amrywiaeth ehangach o ymchwilwyr ardderchog sydd ar ddechrau neu ar ganol eu gyrfa. Roedd hefyd yn cynnwys cymrodoriaethau i ddenu'r rheini sy'n cael seibiant gyrfa yn ôl i swyddi ymchwil yng Nghymru.

Erbyn 2018, mae Sêr Cymru II hefyd wedi penodi 8 cadeirydd ymchwil newydd a mwy na 100 o gymrodoriaethau (ymchwilwyr sydd ar ddechrau neu ar ganol eu gyrfa). Dyfarnwyd y cymrodoriaethau cystadleuol i ymchwilwyr o 28 o wledydd gan gynnwys: Awstria; Awstralia; Bwlgaria; Canada; Chile; Tsieina; Denmarc; Ffrainc; Georgia; yr Almaen; Gwlad Groeg; India; Iran; Iwerddon; yr Eidal; Korea; Mecsico; Seland Newydd; yr Iseldiroedd; Pacistan; Gwlad Pwyl; Portiwgal; Rwmania; Sbaen; Sweden; y DU; Ukrain ac UDA.

Mae'r rhaglen wedi denu cryn dipyn o ddiddordeb yn y DU ac yn rhyngwladol, ac fe'i nodwyd yn Strategaeth Ddiwydiannol y DU ym mis Tachwedd 2017[82]. Nodwyd hefyd yn SCIENCE, cyfnodolyn gwyddoniaeth mwyaf blaenllaw'r byd, yn 2016[83] fod Cymru yn debyg i wledydd eraill sy'n ystyried twf gwybodaeth yn un o bileri eu heconomi.

> Nodwyd hefyd ei bod wedi creu agenda wyddoniaeth sy'n bwriadu nid yn unig ehangu gwyddoniaeth academaidd ond hefyd i drosi gwyddoniaeth a thechnoleg yn gymwysiadau sy'n gallu arwain at dwf economaidd.

Fel y nodwyd uchod, mae rhaglen Sêr Cymru hefyd wedi dylanwadu ar alwadau am gyllid yn y DU yn ddiweddar, a luniwyd i ddenu doniau ledled y byd a chryfhau sylfaen ymchwil y DU. Mae'r rhain yn cynnwys Grantiau Partneriaid Strategol Cronfa Rutherford a weithredir gan yr Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol (BEIS), a Chymrodoriaeth Arweinwyr y Dyfodol a ariennir gan UKRI. O gofio hanes a phrofiad Cymru o chwilio am ddoniau newydd yn rhyngwladol, mae'n galonogol nodi bod Cymru wedi sicrhau 17 (14 y cant) o'r 122 o Gymrodoriaethau Rutherford , sy'n fwy na dwywaith yn fwy na'r gyfran genedlaethol ar sail poblogaeth genedlaethol o 4.8 y cant.

[82] https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/664563/industrial-strategy-white-paper-web-ready-version.pdf
[83] http://www.sciencemag.org/sites/default/files/documents/printed-publications/14 per cent20Oct per cent20Wales per cent20Feature.pdf

Cadeiryddion Ymchwil Sêr Cymru II

Mae'r wyth cadeirydd ymchwil sy'n hanu o bedwar ban byd ac sy'n datblygu grwpiau ymchwil allweddol yng Nghymru fel a ganlyn:

Yr Athro Paul Meredith (Cadeirydd Sêr Cymru II mewn Deunyddiau Cynaliadwy Uwch). Mae'r Athro Meredith yn gweithio yn Adran Ffiseg Prifysgol Abertawe ac mae hefyd yn Gadeirydd Anrhydeddus Prifysgol Queensland yn Awstralia. Mae ei ymchwil bresennol yn cynnwys datblygu deunyddiau technolegol newydd ar gyfer cymwysiadau, megis optoelectroneg a bioelectroneg ac mae ganddo ddiddordeb ac arbenigedd penodol yn y genhedlaeth nesaf o led-ddargludyddion.

Yr Athro Bill Lee a'r **Athro Dan Cacuci** (Cadeiryddion Ymchwil Sêr Cymru II mewn Peirianneg Niwclear). Symudodd yr Athro Lee i Brifysgol Bangor i greu un o sefydliadau mwyaf blaenllaw'r byd mewn Peirianneg Niwclear, yn sgil datblygu Wylfa Newydd yn Ynys Môn, sef y Sefydliad Dyfodol Niwclear ym Mhrifysgol Bangor. Daw'r Athro Cacuci o Brifysgol De Carolina, UDA a chaiff ei gydnabod yn rhyngwladol am ei waith ymchwil i ddulliau ar gyfer rhagweld ymddygiad systemau peirianyddol yn y dyfodol, a'u datblygu.

Yr Athro Simon Ward a'r **Athro John Atack** (Cadeiryddion Ymchwil Sêr Cymru II mewn Cemeg Meddygol). Mae'r Athro Ward yn arbenigwr uchel ei fri ym maes Cemeg Meddygol sydd â phrofiad helaeth o weithio gyda Glaxo SmithKline. Mae'r Athro wedi cael sawl swydd lefel uchel yn ystod ei amser yn Merck Sharp & Dohme a Janssen yn y DU, UDA a Chanolfan Ddarganfod Ewrop. Eu nod yw trawsffurfio gallu Cymru i drosi darganfyddiadau sylfaenol mewn prosesau clefydau yn gyffuriau newydd.

Yr Athro Peter Ghazal (Cadeirydd Ymchwil Sêr Cymru II mewn Meddyginiaeth Systemau). Symudodd yr Athro Ghazal i Brifysgol Gaerdydd o Brifysgol Caeredin. Mae'n Imiwnolegydd Systemau uchel ei barch sy'n arwain rhaglen ymchwil bwysig ar heintiau feirysol a sepsis newyddenedigol. Am sawl blwyddyn bellach mae wedi bod ar flaen gad ym maes ymchwil trosiadol amddisgyblaethol, gan sefydlu rhaglen ymchwil rhyngddisgyblaethol ac amlddisgyblaethol sy'n creu cyswllt uniongyrchol rhwng peirianneg a genomeg.

Yr Athro Richard Lucas (Cadeirydd Ymchwil Sêr Cymru II mewn Arsylwi'r Ddaear). Mae'r Athro Lucas yn ymchwilydd a gaiff ei gydnabod ledled y byd ac mae'n arbenigo mewn mesur a deall ymateb ecosystemau daearol ac amgylcheddau i newid, gan gynnwys y newidiadau hynny sy'n gysylltiedig ag amrywiad yn yr hinsawdd, drwy integreiddio data synhwyro o bell o ffynonellau amrywiol. Mae wedi dychwelyd i Gymru o Brifysgol De Cymru Newydd i fod yn Gadeirydd Prifysgol Aberystwyth mewn Arsylwi'r Ddaear.

Yr Athro Glyn Hewinson (Cadeirydd Ymchwil Sêr Cymru II mewn Twbercwlosis Buchol). Mae'r Athro Hewinson yn ymuno a Phrifysgol Aberystwyth, i greu Canolfan Ragoriaeth Cymru ar gyfer Twbercwlosis Buchol. Ef oedd y Gwyddonydd Arweiniol ar gyfer TB yn yr Asiantaeth Iechyd Anifeiliaid a Phlanhigion (APHA) (yn gyfrifol am bob agwedd wyddonol ar TB buchol). Symudodd i'w swydd o fod yn Brif Wyddonydd yr Asiantaeth Iechyd Anifeiliaid a Labordai Milfeddygol, cyn iddo ymuno ag APHA. Yno, arweiniodd dîm amlddisgyblaethol, gan helpu i ddatblygu brechiadau twbercwlosis ar gyfer moch daear a gwartheg.

SÊR Cymru III (2019–2023)

Ers lansio Gwyddoniaeth i Gymru yn 2012, mae'r dirwedd o ran yr economi, addysg uwch a pholisi ymchwil wedi newid yn sylweddol yng Nghymru a'r DU. I ychwanegu at lwyddiant y brand, mae Prif Gynghorydd Gwyddonol Cymru yn gweithio ar gynlluniau i fwrw ymlaen â chyfnod nesaf y rhaglen, sef ... *'Sêr Cymru III'*. Bydd nid yn unig yn ychwanegu at y rhaglen bresennol ond bydd hefyd yn cael ei haddasu i gyfateb â chyfeiriad newydd rhaglenni'r DU yn y dyfodol, yn y gobaith y bydd yn sicrhau mwy o arian i Gymru ar gyfer trosi ymchwil yn ddatblygiadau arloesol a mwy o fasnacheiddio.

Gan weithredu dan yr egwyddor 'partneriaeth a rennir', bwriad y cyfnod newydd hwn o raglen Sêr Cymru yw sicrhau bod y sectorau cyhoeddus, academaidd a phreifat yn gweithio'n well mewn partneriaeth – megis WEFO, UKRI, y sectorau diwydiannol ac iechyd. Roedd hefyd wedi sicrhau lefel o gyllid cyfatebol amodol a fydd yn arwain at fwy o gyllid ar y cyd sydd a'r nod o drosi ymchwil sylfaenol yn ddatblygiadau arloesol a mwy o fasnacheiddio.

KESS: Datblygu gallu ym maes ymchwil ar gyfer BBaChau
(Busnesau Bach a Chanolig)

kess2
Ysgoloriaethau Sgiliau Economi Gwybodaeth
Knowledge Economy Skills Scholarships

Ar wahân i raglen Sêr Cymru, mae arian strwythurol yr UE oddi wrth Lywodraeth Cymru hefyd wedi'i ddefnyddio fel ffynhonnell bwysig o gymorth i helpu busnesau i arloesi yn enwedig cynyddu nifer yr unigolion sydd â sgiliau lefel uwch mewn ymchwil ac arloesi sy'n gweithio gyda BBaChau.

Yn dilyn Rhaglen **Ysgoloriaethau Sgiliau Economi Gwybodaeth** (KESS 1) 2009–2014, mae KESS 2[84] yn cynnig cyfrwng cost isel lle y gall cwmnïau gymryd rhan mewn prosiect ymchwil, a chael cyfle i ddatblygu perthynas hirdymor gyda phrifysgol.

Caiff y prosiect hwn ei arwain gan Brifysgol Bangor ac mae'n cynnwys pob prifysgol yng Nghymru. Bydd yn darparu 645 o ysgoloriaethau dros y chwe mlynedd nesaf, gan alluogi mwy na 500 o fusnesau i weithio gyda gweithwyr academaidd a myfyrwyr ymchwil ôl-raddedig ar brosiectau ymchwil arloesol i ysgogi busnesau i dyfu.

Mae partneriaid y cwmni yn amrywio o BBaChau i gwmnïau mawr, mentrau cymdeithasol a chyrff cyhoeddus. megis Tenovus Cancer Care, Cyfoeth Naturiol Cymru, Tata Steel, S4C, Gardd Fotaneg Genedlaethol Cymru, Mencap Cymru, Halen Môn, Qioptiq Ltd., P&S Nano Ltd. a Morlyn Llanw Bae Abertawe. Mae KESS 2 hefyd yn darparu platfform i gael gafael ar y datblygiadau academaidd diweddaraf ac yn gyfle i ddatblygu gweithgareddau ymchwil a datblygu mewnol. Mae'r rhan fwyaf o raddedigion KESS bellach yn gweithio yn y byd diwydiannol.

[84] http://kess2.ac.uk/about/

llyw.cymru