



Heriau a chyfleoedd datgarboneiddio system ynni Cymru erbyn 2035



Mae datgarboneiddio'r system gynhyrchu trydan yng Nghymru yn gam angenrheidiol er mwyn cyrraedd sero net. Mae'r nodyn hwn yn crynhoi'r heriau a'r cyfleoedd y bydd datgarboneiddio trydan yn eu cyflwyno, o fewn cyd-destun polisi yng Nghymru a'r DU. Mae'n ffurfio rhan o waith Canolfan Polisi Cyhoeddus Cymru i gefnogi Grŵp Her Sero Net 2035 Cymru, a sefydlwyd fel rhan o gytundeb Gydweithredol Llafur Cymru/Plaid Cymru i archwilio llwybrau posibl er mwyn cyrraedd sero net erbyn 2035. Yn benodol, mae'n gyfraniad i herio maes 2: *Sut y gallai Cymru ddiwallu anghenion ynni erbyn 2035 a chael gwared ar danwydd ffosil yn raddol?*

Rydym wedi dehongli'r cwestiwn hwn drwy edrych yn benodol **ar gynhyrchu trydan** yn hytrach na'r system ynni gyfan.

Bydd meysydd pwysig megis datgarboneiddio gwresogi cartref, trydaneiddio diwydiannol a thrydaneiddio trafniadaeth yn cael eu cwmpasu gan feysydd her gwahanol. Fodd bynnag, rydym yn ymwybodol o'r ffyrdd y bydd trydaneiddio mewn adrannau eraill o'r system ynni yn effeithio ar y galw cyffredinol.

Mae'r pecyn gwybodaeth hwn yn ymdrin â saith maes allweddol o'r system drydan yng Nghymru yn y dyfodol, a phwerau a pholisiau perthnasol ar lefel y DU a Chymru. Y bwriad yw ysgogi pobl i feddwl yn hytrach na darparu trosolwg cynhwysfawr.

Cwblhawyd y papur hwn cyn i lywodraeth y DU gyhoeddi'r Connections Action Plan a Getting Great Britain Building Again (Yr Adran Diogelwch Ynni a Sero Net ac Ofgem, 2023; Yr Adran Ffyniant Bro, Tai a Chymunedau, 2023).

Pwerau a pholisïau

Mae trydan yn faes sydd wedi'i neilltuo i lywodraeth y DU i raddau helaeth. Mae gan Lywodraeth Cymru gyfrifoldeb cynllunio dros ddatblygiadau sydd o dan gapasiti cynhyrchu o 350MW ac am yr holl ynni gwynt ar y tir, yn ogystal â thrwyddedu a chydsynio prosiectau o fewn a nwy ar y tir, a hyrwyddo effeithlonrwydd ynni y tu allan i reoliadau a deddfwriaeth (Pwyllgor Materion Cymreig, 2021). Mae llywodraeth y DU yn parhau i fod yn gyfrifol am ddeddfwriaeth a rheoleiddio'r system drydan yn gyffredinol, yn ogystal â'r rhwydwaith trosglwyddo, dosbarthu a chyflenwi (y cyfeirir ato'n aml fel 'y grid').

Ystâd y Goron sydd yn berchen ar wely'r môr hyd at 12 milltir forol allan, ac felly hwy sy'n gyfrifol am brydlesu prosiectau alltraeth. Maent yn datblygu cylch prydlesu ar gyfer ynni gwynt arnofiol ar y môr yn y Môr Celtaidd.¹

Er mai dim ond pwerau cyfyngedig sydd gan Gymru dros gynllunio a chydsynio ar gyfer prosiectau, nid yw'n ddi-rym. Mae gwynt ar y tir wedi'i ddatganoli'n llawn, ac mae bron i bob prosiect ynni adnewyddadwy arall o dan gyfrifoldeb cynllunio capasiti 350MW Llywodraeth Cymru, er enghraifft.

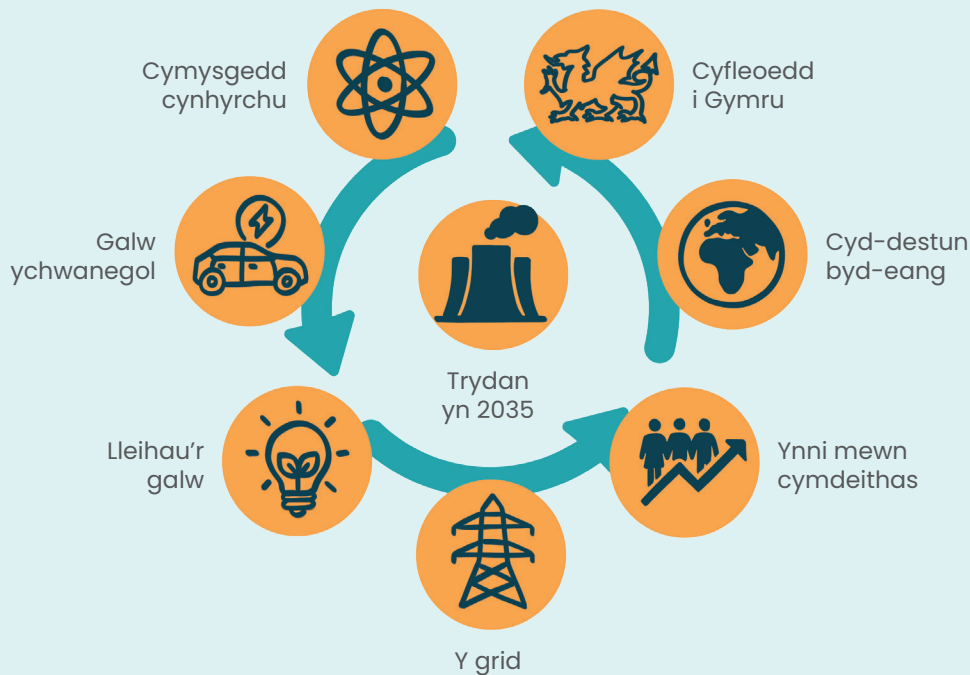
Golyga hyn bod Cymru, fel rhan o'i chynllun datblygu Cymru'r Dyfodol, wedi neilltuo ardaloedd sydd 'wedi'u hasesu ymlaen llaw' lle mae rhagdybiaeth o blaid datblygu gwynt ar y tir (Llywodraeth Cymru, 2021).

Mae'n cynnig targedau ynghylch perchnogaeth leol dros seilwaith ynni adnewyddadwy, ac i'r hyn sy'n cyfateb i 100% o'r galw am drydan Cymru gael ei gynhyrchu o ffynonellau adnewyddadwy erbyn 2035 (Llywodraeth Cymru, 2023). Mae hefyd yn sefydlu datblygwr ynni adnewyddadwy sy'n eiddo i'r cyhoedd, ac wedi sefydlu cwmni i archwilio cyfleoedd ar gyfer defnyddio adweithyddion modiwlaid bach yn Nhrawsfynydd (James, 2022; Cwmni Eginio, 2023).

Mae llywodraeth y DU wedi gosod targedau cyffredinol ar gyfer y system ynni, gan gynnwys targed i ddatgarboneiddio'r cyflenwad trydan erbyn 2035, yn amodol ar ddiogelwch cyflenwad (Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol, 2021).

¹ Mae hyn ar wahân i'r broses dyrannu Contractau ar gyfer Gwahaniaeth a drefnir gan lywodraeth y DU.

Meysydd i'w hystyried



Mae'r diagram uchod yn dangos y saith maes system drydan Cymru yr ydym wedi'u hystyried. Mae gweddill y nodyn yn edrych ar rai o'r ffactorau allweddol sydd angen eu hystyried i sicrhau system sero net erbyn 2035 o dan bob un o'r penawdau hyn.



Cymysgedd cynhyrchu

Y cwestiwn pwysicaf yw sut mae Cymru'n cynhyrchu ei thrydan a faint mae'n ei gynhyrchu. Mae hyn wrth wraidd cwestiynau ynghylch datgarboneiddio.

Mae strategaeth datgarboneiddio llywodraeth y DU 2035 yn rhagweld cyfran llawer uwch o ynni adnewyddadwy, yn ogystal â chefnogi gweithfeydd pŵer niwclear pellach a swm (cyfyngedig) o nwy di-dor (Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol, 2021). Mae rhan o'r strategaeth hon yn cynnwys datblygu a defnyddio technolegau neu arloesiadau newydd, gan gynnwys hydrogen; dal a storio carbon; a storio trydan (batris yn bennaf) (Llywodraeth EM, 2023).

Byddai system ynni a gaiff ei harwain gan ynni adnewyddadwy yn sicr angen buddsoddiad sylweddol mewn dulliau storio carbon ac mewn technolegau storio ynni, o ystyried pa mor ysbeidiol yw ynni adnewyddadwy a'r awydd i roi'r gorau i ddefnyddio tanwydd ffosil heb ei leihau yn raddol.

Mae technolegau dal a storio carbon wedi cael eu haddo ers amser maith, ond mae eu gweithredu gan ddefnyddio dulliau an-arbrofol wedi bod yn anodd ei sicrhau. Mae llywodraeth y DU wedi ymrwmo i'w ddefnyddio erbyn canol neu ddiwedd y 2020au, ac yn canolbwyntio i ddechrau ar glystyrau diwydiannol (Llywodraeth EM, 2023). Er mwyn lleihau costau wrth ddarparu capasiti cynhyrchu sylfaenol, mae ynni niwclear newydd hefyd yn cael ei ystyried, ond mae'n annhebygol y bydd hyn yn cael ei wireddu cyn 2035.

Gallai Adweithyddion Modiwlaid Bach, fel y rhai a gynigiwyd ar gyfer Trawsfynydd, a niwclear cenhedlaeth newydd fod yn rhatach a bod ar gael i'w defnyddio'n gyflymach na gweithfeydd mwy (Cwmni Egin, 2023). Fodd bynnag, o ystyried yr amserlenni presennol, ni fydd y gwaith adeiladu yn dechrau tan ddiwedd y 2020au (Cwmni Egin, 2023). Mae'n debygol y bydd angen cynhyrchu ynni niwclear fel rhan o system drydan sydd wedi'i datgarboneiddio, ond bydd angen buddsoddiad sylweddol, hyd yn oed ar gyfer Adweithyddion Modiwlaid Bach (sydd heb eu profi eto), a bydd angen cyflymu amserlenni er mwyn cyfrannu'n sylweddol at darged 2035.

Gellir storio ynni drwy ddefnyddio batris, ar gyfer storio yn y tymor byr a chydbwyso'r galw, neu drwy ddulliau eraill megis storio hydrogen neu hydrodrydan wedi'i bwmpio.

Mae'r gost o storio batri wedi gostwng yn sylweddol yn ystod y blynyddoedd diwethaf, ond mae'r defnydd mewn cerbydau trydan (EVs) yn golygu y bydd yn wynebu cystadleuaeth, a bydd prinder lithiwm, sydd ei angen i gynhyrchu'r math mwyaf cyffredin o fatri yn effeithio ar y defnydd ohono. (Nilsson a Dempsey, 2023). Mae hyn yn cael ei gymhlethu gan yr angen i gynyddu defnydd yn sylweddol: er mwyn cyrraedd sero net erbyn 2050, mae dadansoddiad gan yr Asiantaeth Ynni Ryngwladol (IEA) yn awgrymu y bydd angen gosod oddeutu 120 gigawatt (GW) o storfeydd batri ychwanegol y flwyddyn yn fyd-eang rhwng 2023 a 2030, o'i gymharu â'r 11 GW a osodwyd yn 2022 (IEA, 2023). Mae storio yn y tymor hwy yn tueddu i fod yn llai effeithlon na batris, er y byddai opsiynau megis storio hydrogen mewn ceudyllau halen yn darparu gwydnwch ac yn gwella diogelwch ynni (Y Gymdeithas Frenhinol, 2023).

Mae canlyniadau negyddol y rowndiau diweddaraf o ddyraniadau Contract ar gyfer Gwahaniaeth, lle nad oedd unrhyw brosiectau gwynt ar y môr wedi gwneud cais am gymorth gan fod y 'pris gwerthu' yn is na'r hyn a ystyriai buddsoddwyr yn ymarferol, yn awgrymu efallai bod angen i'r llywodraeth annog prosiectau ynni adnewyddadwy mwy i ymgeisio, yn enwedig gwynt ar y môr (Millman, 2023). Fodd bynnag, bydd hyn yn cynyddu costau.

O ran y tueddiadau presennol, ac o ystyried yr heriau uchod, mae'n debygol felly, hyd yn oed gyda grid trydan wedi'i ddatgarboneiddio, y byddwn yn defnyddio tanwydd ffosil yn 2035, megis nwy di-dor, er mwyn cydbwysu ynni adnewyddadwy, neu'n defnyddio tanwydd ffosil ochr yn ochr â thechnolegau dal a storio carbon. Mae hyn yn cyd-fynd â dadansoddiad Yr Asiantaeth Ynni Ryngwladol sy'n awgrymu, hyd yn oed mewn senario Allyriadau Sero Net, y bydd tanwydd ffosil yn darparu 62% o'r cyflenwad ynni sylfaenol yn fyd-eang yn 2030 (IEA, 2022a).²

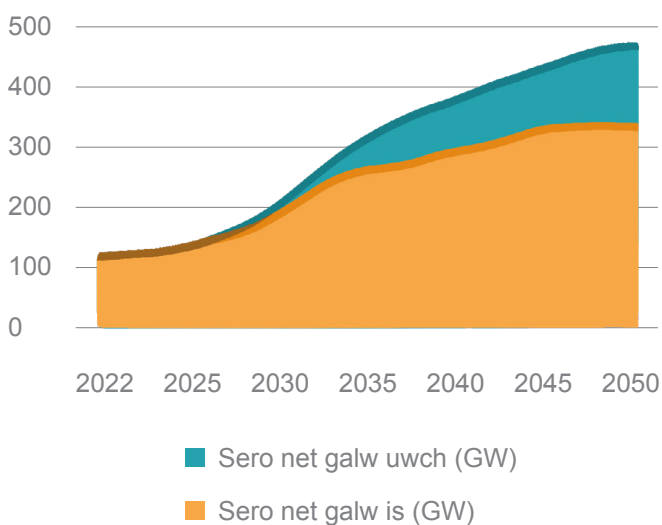
² Mae'r cyflenwad ynni sylfaenol yn cynnwys yr holl ddefnyddiau ynni. Mewn cyferbyniad, yn achos cynhyrchu trydan yn benodol, mae senario Allyriadau Sero Net IEA yn rhagweld y bydd ffynonellau ynni adnewyddadwy a charbon isel yn darparu 61% o'n trydan yn fyd-eang erbyn 2030 (IEA, 2022).

Y galw am drydan

Mewn perthynas â'r cwestiwn am gymysgu cynhyrchiad, y cwestiwn pwysig yw faint o drydan fydd ei angen yn y dyfodol, gan gynnwys yr hyn fydd ei angen i drydaneiddio defnyddiau ynni megis trafndiaeth neu brosesau diwydiannol.

Y farn gyffredin yw y bydd y galw am drydan yn cynyddu'n sylweddol o ganlyniad i'r newid i sero net. Mae Llwybr Cytbwys y Pwyllgor Newid Hinsawdd yn amcangyfrif y bydd y galw am drydan wedi cynyddu 50% o'i gymharu â'r ffigyrau cyn COVID-19 erbyn 2035, a 100% erbyn 2050 (Pwyllgor Newid Hinsawdd, 2023).

Yn achos y DU gyfan, mae rhagolygon llywodraeth y DU yn amcangyfrif y gallai'r galw mewn senario sero net fod rhwng 596 awr terawatt (TWh) a 792 TWh; ac y gallai'r capasiti cynhyrchu fod rhwng 335 GW a 459 GW erbyn 2050 (Adran Diogelwch Ynni a Sero Net, 2023a; 2023b). Mae hyn yn sylweddol uwch na'r capasiti cynhyrchu o 119 GW a welwyd yn 2022 (Adran Diogelwch Ynni a Sero Net, 2023b). Mae dadansoddiad ar wahân (na ellir ei gymharu yn uniongyrchol) ar gyfer Cymru yn dangos y gallai'r galw gynyddu o 16 TWh i rhwng 27-46 TWh erbyn 2050, ac y gallai capasiti cynhyrchu gynyddu o'r 8-10 GW tybiedig yn 2025 i 19-23 GW erbyn 2050 (Energy Systems Catapult, 2023).



Ffigur 1: Capasiti cynhyrchu'r DU o dan senarios sero net galw uwch ac is (Adran Diogelwch Ynni a Sero Net, 2023b)

27-46 TWh
erbyn 2050

16 Twh
yn 2023

Amcangyfrif o'r galw am drydan yng Nghymru

19-23 GW
erbyn 2050

8-10 GW
yn 2025

Amcangyfrif o'r capasiti cynhyrchu yng Nghymru

Bydd cyflawni targedau 2035 yn golygu y bydd rhaid dyblu'r gyfradd adeiladu ynni orau a gyflawnwyd yn y 60 mlynedd diwethaf a mwy a'i chynnal dros ddeuddeg mlynedd

Gan ddefnyddio ffigurau 2021, asesodd SNC-Lavalin y byddai ateb y ffigurau galw cyfatebol ar gyfer 2035 mewn ffordd sy'n gyson â datgarboneiddiad y system drydan yn golygu adeiladu rhwng 159 GW – 203 GW o gapasiti cynhyrchu ychwanegol erbyn 2035, cyfradd adeiladu o 12.2-15.6 GW y flwyddyn o 2022 ymlaen (SNC-Lavalin, 2022). Rhwng 1960-2019, y capasiti mwyaf ychwanegol a adeiladodd y DU mewn blwyddyn oedd 6 GW yn 2012 (Beake a Cole, 2020).

Felly bydd cyrraedd targedau 2035 yn gofyn am gynydd sylweddol o ran capasiti cynhyrchu, dyblu'r gyfradd adeiladu orau a gyflawnwyd yn ystod y 60 mlynedd diwethaf a mwy a chynnal y gyfradd adeiladu hon dros y deuddeg mlynedd nesaf.

Bydd goblygiadau uchelgais o'r maint hwn yn effeithio ar gadwyni cyflenwi a defnydd adnoddau, ar adeg pan fydd gwledydd eraill yn ceisio hyrwyddo cynhyrchiant trydan adnewyddadwy a charbon isel.

Galw ychwanegol

Er y bydd rhai ffynonellau galw ychwanegol amlwg, mae yna rai eraill a allai fod yn llai amlwg yn syth. Ystyrir ffactorau galw ychwanegol allweddol mewn dadansoddiadau sydd eisoes wedi'u cyhoeddi, ac felly nid ydym wedi'u cynnwys yn fanwl yma (gweler e.e. y Pwyllgor Newid Hinsawdd, 2023), ond gallai rhai ffactorau gynnwys y canlynol:

- Trydaneiddio gwres, a allai gynyddu'r galw am drydan brig 50% yn y DU erbyn 2050 (Zhang et al., 2022);
- Trydaneiddio trafndiaeth bersonol, a fydd yn gofyn am gapasiti cynhyrchu a grid ychwanegol, ond hefyd yn rhoi'r cyfle i newid y galw (gweler isod);
- Trydaneiddio prosesau diwydiannol penodol;
- Digiddeiddio, drwy gynyddu nifer y canolfannau data a swyddogaethau cyfrifiadurol ynni-ddwys megis AI cynhyrchio;
- Cynyddu'r galw am aerdymheru neu oeri wrth i hafau boethi a thywydd poeth fod yn fwy cyffredin; a
- Newidiadau demograffig, megis cynnydd yn y nifer o aelwydydd un person, a allai gynyddu'r defnydd o ynni fesul pen.

Lleihau'r galw a symud llwyth

Ar ochr arall y geiniog mae ymyriadau a allai naill ai leihau'r galw am drydan neu ei wasgaru dros gyfnod hwy er mwyn gwastadu'r galw brig, sy'n debygol o fod yn gam angenrheidiol, hyd yn oed gyda chynnydd mawr mewn capasiti cynhyrchu. Byddai gwastadu'r galw brig, a elwir yn 'symud llwyth,' yn golygu y byddai angen llai o gapasiti cynhyrchu yn gyffredinol, gan y byddai'r galw yn cael ei ledaenu dros gyfnodau hwy. Ystyrir bod hyblygrwydd mewn galw yn angenrheidiol ar gyfer system bŵer sydd wedi'i datgarboneiddio (Pwyllgor Newid Hinsawdd, 2023).

Gallai technegau llym i leihau'r galw olygu y byddai effeithlonrwydd ynni rhai prosesau, megis gwresogi neu oleuo yn cynyddu. Mae'r Asiantaeth Ynni Ryngwladol yn amcangyfrif bod effeithlonrwydd ynni byd-eang wedi gwella 2% yn 2022 - ond y bydd angen gwella effeithlonrwydd ynni 4% bob flwyddyn erbyn 2030 er mwyn cyrraedd Sero Net erbyn 2050 (IEA, 2022b). Gallai pwysau o ran costau leihau'r defnydd o ynni hefyd, yn enwedig os bydd prisiau ynni domestig yn parhau i fod yn uchel. Ond mae peryglon moesol, economaidd ac iechyd cyhoeddus clir yn gysylltiedig â chostau ynni uchel.

Mae symud llwyth yn cynyddu mewn pwysigrwydd a bydd yn parhau i wneud hynny wrth i'r ymdrech i drydaneiddio gwres domestig a thrafnidiaeth gynyddu. Gellid defnyddio tariffau amser defnyddio neu gymhellion eraill i annog defnyddwyr, er enghraifft, gwefru cerbydau yn y nos pan mae'r galw'n is, ac ar adegau o alw cynyddol, gallai ynni sydd wedi'i storio mewn cerbydau trydan gael ei ryddhau i'r grid i gynyddu capasiti (Grŵp Ynni ESO ac Octopus, 2023). Mae un papur yn dadlau y gallai batris cerbydau trydan ddarparu digon o allu storio i fodloni gofynion storio tymor byr ar y grid erbyn 2030, os yw'r gofynion storio ar ben isaf y rhagolygon (Xu et al., 2023). Er mwyn eu gweithredu'n llwyddiannus, byddai angen goresgyn heriau technegol a masnachol.

Gallai lleihau'r galw fod yn allweddol os na fydd y gyfradd adeiladu ar gyfer cynhyrchu ynni newydd yn cyrraedd y cyfraddau uchelgeisiol sydd eu hangen, fel y trafodwyd uchod. Gan dybio bod y gyfradd adeiladu yn mynd i fod yn debyg i'r lefelau hanesyddol, ac nad yw technolegau newydd yn cael eu darganfod na'u defnyddio'n gyflym, mae ymchwilwyr FIRES y DU yn amcangyfrif mai dim ond ar gyfer 60% o'r galw presennol am ynni y gallai'r DU ddefnyddio dulliau cynhyrchu sydd ddim yn allyrru carbon (Allwood et al., 2019). Byddai'r senario 'Sero Absoliwt' hon yn golygu y byddai rhaid i'r cyhoedd ddefnyddio llawer llai o ynni na'r hyn y gallent ei oddef, sy'n tanlinellu'r angen i gyfuno gweithgareddau lleihau galw neu symud llwyth â chynyddu cyfradd adeiladu ffynonellau ynni carbon isel.³

³ Er enghraifft, mae Allwood et al. (2019) yn awgrymu, yn y senario hwn, y byddai'n rhaid i bob llong ac awyren ryngwladol fod ar encil tan ddiwedd y ganrif, senario a fyddai, o ystyried dibyniaeth y DU ar fasnach ryngwladol, yn sicr yn cael effaith drychinebus ar safon ac ansawdd bywyd dinasyddion y DU.



Y grid

Caiff ehangu'r seilwaith trosglwyddo a dosbarthu ynni ('y grid') ei ystyried yn her allweddol yn y broses o gynhyrchu ynni carbon isel yng Nghymru a thu hwnt. Dyluniwyd ac adeiladwyd y seilwaith grid presennol ar gyfer system ganolog o gynhyrchu trydan a bydd angen adeiladu a defnyddio seilwaith newydd i alluogi technolegau cynhyrchu newydd ac i ateb y galw cynyddol am drydan.

Ar gyfer technolegau cynhyrchu ynni newydd, mae'r Catapwlt Systemau Ynni (2023) yn awgrymu y bydd angen 'atgyfnerthu' rhwydweithiau trosglwyddo yn 'sylweddol' i ymdrin â chynhyrchiant gwynt ar y môr. Bydd angen atgyfnerthu rhwydweithiau dosbarthu ynni hefyd er mwyn ymdopi â'r galw ychwanegol. Bydd angen i'r ddau gam hwn gael eu gwneud yn gyflym, er mwyn hwyluso'r gwaith o gyflwyno seilwaith newydd (Catapwlt Systemau Ynni, 2023). Bydd angen cynllunio rhwydweithiau yn ofalus a'u cyd-fynd â'r galw a ragwelir yn ogystal â'r datblygiadau sydd wedi'u cynllunio (Catapwlt Systemau Ynni, 2023). Byddai 'buddsoddiad rhagweledol', ble mae buddsoddiad yn cyd-fynd â darpar ddatblygiadau yn hytrach na phrosiectau sydd wedi'u cadarnhau, hefyd yn helpu i ddatblygu'r grid (Pwyllgor Materion Cymreig, 2022).

Bydd prosiectau ynni cymunedol angen mynediad at y grid hefyd (Pwyllgor Materion Cymreig, 2022). Os yw hyn yn methu, gellid datblygu 'gridiau lleol' i drosglwyddo'r cynhyrchiant ynni y mae cymunedau yn berchen arno i gymunedau cyfagos, er nad yw hyn yn ymddangos fel opsiwn yn y dadansoddiadau mwyaf diweddar.

Y tu hwnt i dechnolegau cynhyrchu newydd, gallai defnyddiau ynni-ddwys ychwanegol roi straen ar y grid. Er enghraifft, bydd angen mwy o ganolfannau data yn y dyfodol, oherwydd datblygiadau mewn cyfrifiadura cwmwl a deallusrwydd artiffisial cynhyrchiol yn rhannol, ac maent eisoes yn rhoi straen sylweddol ar grid y DU, gyda rhannau o Orllewin Llundain yn gorfod aros tan 2035 am gysylltiadau grid newydd (Hammond a Morris, 2022).

Mae Ofgem yn gweithio i geisio goresgyn rhai o'r heriau hyn ar hyn o bryd, ac efallai y bydd ymyriadau sydd ar ddod yn gwneud gwahaniaeth sylweddol i'r system drydan yng Nghymru (Regan, 2023).

4 Caiff newid strategaethau buddsoddi ar gyfer y grid ei archwilio ymhellach yn Regan (2023).



Ynni mewn cymdeithas

Mae Vaclav Smil yn dadlau fod mynediad at ynni sy'n gymharol doreithiog wrth wraidd datblygiad byd-eang dros y ddwy ganrif ddiwethaf, gan gynnwys datblygiadau ym maes gofal iechyd, llesiant a chymdeithas yn ogystal â datblygiad economaidd (Smil, 2022).

Yn y pen draw, bydd y penderfyniadau yr ydym yn eu gwneud o ran cynhyrchu ynni ac argaeledd yn benderfyniadau ar sut y gellir defnyddio adnoddau

Nid yw'r defnydd o ynni, felly, yn digwydd mewn gwactod, ac mae'r penderfyniadau a wnawn parthed argaeledd a chynhyrchiant ynni yn y pen draw yn benderfyniadau ar sut y gellir defnyddio adnoddau, sut y gall ffatrioedd weithredu, sut y gellir gwresogi cartrefi a sut y gall cerbydau symud. Mae economïau, hyd yn oed y rhai sy'n cael eu digideiddio fwyfwy, yn dibynnu ar bethau yn cael eu cynhyrchu neu eu hailgylchu, ac i wneud hynny, mae angen ynni. Felly, os yw swm yr ynni sydd ar gael i'w ddefnyddio yn lleihau, yna (gan ystyried y datblygiadau mewn effeithlonrwydd ynni), bydd gostyngiad hefyd yn y gweithgareddau cynhyrchiol y gallwn eu gwneud.

Felly os yw cynhyrchiant ynni yn lleihau, y cwestiwn y dylid ei ofyn yw pa weithgareddau cynhyrchiol y dylem roi'r gorau iddynt, a pha effaith fydd hyn yn ei chael ar lesiant ehangach pobl yng Nghymru.

Hyd yn oed os nad yw argaeledd ynni yn lleihau, dylid ystyried goblygiadau ynni drutach, gyda rhagolygon diweddar yn awgrymu y gallai prisiau barhau yn uwch na lefelau 2022 tan ddiwedd y 2030au (Cernyw Insight, 2023). Hyd yn oed os nad yw prisiau ynni mor uchel ag yr oeddynt yn ystod argyfwng ynni 2022, bydd ynni drutach yn effeithio ar iechyd, llesiant, lles economaidd a phrisiau defnyddwyr. Caiff y posibilrwydd o brisiau ynni uwch ei gefnogi gan beth ymchwil: Mae dadansoddiad gan y Gymdeithas Frenhinol yn awgrymu y gallai system ynni sy'n seiliedig ar ynni adnewyddadwy gyda storfa hydrogen gostio rhwng £52 a £92 y MWh yn 2050, o'i gymharu â chyfartaledd o £46 y MWh rhwng 2010-2020 (y Gymdeithas Frenhinol, 2023).

Yn ogystal â hyn, gall fod goblygiadau seicolegol anrhagweladwy os yw egni yn newid o gael ei ystyried yn gynnyrch toreithiog i fod yn gynnyrch sy'n fwy cyfyngedig. Bydd rhai goblygiadau yn rhai cadarnhaol, megis mwy o ymwybyddiaeth o'n defnydd o ynni: 'ers i ni osod paneli solar PV, rwy'n llawer mwy ymwybodol o'n trydan ac yn awyddus i'w ddefnyddio'n effeithiol' (Valerio, 2017). Gall effeithiau eraill fod yn fwy negyddol, yn enwedig pan effeithir ar ansawdd bywyd ymddangosiadol.

Cyd-destun byd-eang

Mae gan gapasiti Cymru i gynhyrchu a defnyddio ynni, a thrwy hynny, gynhyrchu a defnyddio adnoddau, oblygiadau byd-eang yn ogystal â rhai lleol. Er enghraifft, os yw'r defnydd am barhau ar gyfradd sy'n gymharol â heddiw (ac mewn rhai meysydd, megis adeiladu seilwaith, bydd yn sicr o wneud hyn), yna bydd angen i Gymru naill ai gynhyrchu nwyddau a deunyddiau neu eu mewnfario o dramor.

Ar wahân i'r allyriadau a achosir yn sgil adeiladu seilwaith ynni adnewyddadwy, mae pryderon ynghylch echdynnu mwynau daear prin a metelau eraill fel lithiwm a cobalt. Mae'r defnydd cymharol o'r mwynau hyn nid yn unig yn llawer uwch mewn seilwaith ynni adnewyddadwy, ond mae eu hechdynnu yn broses fudr a dwys, ac yn aml, yn cael ei chysylltu ag amodau llafur ecsbloetiol.

Mae cynhyrchiad wedi'i grynhoi mewn nifer o wledydd, megis cobalt yng Ngweriniaeth Ddemocrataidd y Congo, a'r gwaith o'u mireinio a'u defnyddio mewn gwledydd eraill - yn enwedig Tsieina, sydd ar hyn o bryd yn cynhyrchu 77% o holl fatris lithiwm-ion y byd (Bhutada, 2023). Gallai symudiadau geowleidyddol wneud mynediad at y mwynau hyn yn anoddach os caiff allforion eu gwahardd neu eu cyfyngu, neu os bydd y berthynas rhwng Tsieina a'r Gorllewin yn dirywio ymhellach.

Yn fwy calonogol, gallai newid tuag at yr hyn a elwir yn 'gyfeillgaru' (friendshoring) ddarparu cyfleoedd i Gymru, sydd eisoes â gallu uwch i weithgynhyrchu lled-ddargludyddion cyfansawdd, a allai harneisio'r sgiliau hyn ar gyfer gweithgynhyrchu technolegau uchel eraill.





Cyfleoedd i Gymru

Er gwaethaf yr heriau mae'r cyfnod o drawsnewid ynni yn eu codi, mae nifer o gyfleoedd i Gymru.

Mae gan Gymru ddigon o botensial ynni morol

Mae gan Gymru botensial toreithiog ym maes ynni morol, er enghraifft (Lloyd a Regan, 2021). Byddai manteisio ar hyn yn caniatáu i Gymru fod ar flaen y gad gyda datblygiadau newydd, gan gynnwys adeiladu cydrannau ar gyfer gwynt arnofiol ar y môr fel y bo'r angen a dangos dulliau cynhyrchu newydd - hyd yn oed morlynnoedd llanw o bosibl. Fodd bynnag, bydd angen cefnogaeth llywodraeth y DU os yw'r potensial hwn i gael ei wireddu erbyn 2035.

Os dewisir Trawsfynydd fel lleoliad ar gyfer defnyddio adweithyddion modiwlaid bach, gallai hyn hefyd roi'r sgiliau a'r arbenigedd i Gymru mewn maes sy'n datblygu, gan roi proffil sgiliau byd-eang i beirianwyr niwclear Cymru o bosibl.

Gallai cysylltiad trosglwyddo ynni gogledd-de ddarparu cyfleoedd ar gyfer datblygiad economaidd a hwyluso'r trawsnewid tuag at sero net (Catapwlt Systemau Ynni, 2023).

Bydd datblygu sgiliau i fanteisio i'r eithaf ar y potensial hwn yn bwysig, ac mae gan Gymru fynediad at weithluoedd tanwydd ffosil yn barod y gellid eu hailhyfforddi. Gallai diwygiad y cwricwlwm a sefydlu'r Comisiwn Addysg Drydyddol ac Ymchwil hefyd helpu i hyrwyddo swyddi gwyrdd ac ail-sgilio. Gallai'r rhain gyfrannu at amcanion eraill oherwydd gallai swyddi adnewyddadwy gael eu dosbarthu'n fwy cyfartal ledled Cymru, a fydd o gymorth i gadw pobl iau, dalentog.

Yn olaf, er bod gan ynni adnewyddadwy ôl-troed mawr, mae yna gyfleoedd i effeithio'n gadarnhaol ar yr amgylchedd drwy adfer cynefinoedd a hyrwyddo bioamrywiaeth ar safleoedd adnewyddadwy. Mae gan safleoedd o'r fath y potensial i ddod yn arloeswyr mewn dulliau 'rhannu tir', lle mae natur yn cyd-fyw ochr yn ochr â defnyddiau tir eraill er budd y ddwy ochr, wrth gyfrannu at amcanion amgylcheddol eraill Cymru.

Cyfeirnodau

Allwood, J., Azevedo, J., Clare, A., Cleaver, C., Cullen, J., Dunant, C., Fellin, T., Hawkins, W., Horrocks, I., Horton, P., Ibell, T., Lin, J., Low, H., Lupton, R., Murray, J., Salamanti, M., Serrenho, A. C., Ward, M., a Zhou, W. (2019). **Absolute Zero**. Ystorfa Prifysgol Caergrawnt. doi.org/10.17863/CAM.46075

Beake, R., a Cole, D. (2020). **Engineering Net Zero: The race to Net Zero**. Atkins / SNC-Lavalin. Adalwyd o www.snclavalin.com/%7E/media/Files/S/SNC-Lavalin/download-centre/en/report/the-race-to-net-zero.pdf

Bhutada, G. (2023). **Visualizing China's Dominance in Battery Manufacturing (2022-2027P)**. Visual Capitalist. Adalwyd o www.visualcapitalist.com/chinas-dominance-in-battery-manufacturing/

Cornwall Insight. (2023). **New forecast warns power prices to remain elevated until late 2030s**. Datganiad i'r wasg. Adalwyd o www.cornwall-insight.com/press/new-forecast-warns-power-prices-to-remain-elevated-until-late-2030s/

Climate Change Committee. (2023). **Delivering a reliable decarbonised power system**. Adalwyd o www.theccc.org.uk/publication/delivering-a-reliable-decarbonised-power-system/

Cwmni Egin. (2023). **The Trawsfynydd Opportunity**. Adalwyd o www.niauk.org/wp-content/uploads/2023/05/Cwmni-Egin-brochure-May-23.pdf

Department for Business, Energy and Industrial Strategy. (2021). **Net Zero Strategy: Build Back Greener**. Llywodraeth y Deyrnas Unedig. Adalwyd o assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1033990/net-zero-strategy-beis.pdf

Department for Energy Security and Net Zero. (2023a). **Net Zero and the power sector scenarios: Annex O**. Adalwyd o assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1157220/annex-o-net-zero-power-sector-scenarios.pdf

Department for Energy Security and Net Zero. (2023b). **Net Zero and the power sector scenarios: Annex O supplementary data**. Adalwyd o www.gov.uk/government/publications/energy-and-emissions-projections-2021-to-2040

Department for Levelling Up, Housing and Communities. (2023). **Getting Great Britain building again: Speeding up infrastructure delivery**. Adalwyd o www.gov.uk/government/publications/getting-great-britain-building-again-speeding-up-infrastructure-delivery/

DESNZ and Ofgem. (2023). **Connections Action Plan: Speeding up connections to the energy network across Great Britain**. Adalwyd o assets.publishing.service.gov.uk/media/655dd873d03a8d001207fe56/connections-action-plan.pdf

Energy Systems Catapult. (2023). **Future energy grids for Wales**. Adalwyd o www.gov.wales/future-energy-grids-wales-reports

ESO & Octopus Energy Group. (2023). **Powerloop: Trialling Vehicle-to-Grid Technology**. Adalwyd o www.nationalgrideso.com/document/281316/download

Hammond, G. a Morris, S. (2022). **West London faces new homes ban as electricity grid hits capacity**. Financial Times, 28 Gorffennaf 2022. Adalwyd o www.ft.com/content/519f701f-6a05-4cf4-bc46-22cf10c7c2c0

HM Government. (2023). **Powering up Britain: Energy security plan**. Adalwyd o assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1148252/powering-up-britain-energy-security-plan.pdf

International Energy Agency (IEA). (2022a). **World Energy Outlook 2022**. Adalwyd o iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf

International Energy Agency (IEA). (2022b). **Energy Efficiency 2022**. Adalwyd o www.iea.org/reports/energy-efficiency-2022

International Energy Agency (IEA). (2023). **Grid-scale storage**. Adalwyd o www.iea.org/energy-system/electricity/grid-scale-storage

James, J. (2022). **Public Sector Role in the Future Energy System**. Datganiad llafar, Senedd Cymru, 22 Hydref 2022. Adalwyd o ecord.senedd.wales/Plenary/13013#A75371

Lloyd, H. a Regan, A. (2021). **Renewing the Focus: Re-energising Wales Two Years On**. Sefydliad Materion Cymreig. Adalwyd o www.iwa.wales/our-work/work/renewing-the-focus-re-energising-wales-two-years-on/

Nilsson, P. a Dempsey, H. **Lithium shortages threaten Europe's electric car transition**. Financial Times, Ebrill 2 2023. Adalwyd o www.ft.com/content/154c53aa-5a9a-4004-abf9-2e6e5396dca4

Millman, G. (2023). **AR5: Urgent government response needed to rebuild leadership in UK offshore wind**. Regen. Adalwyd o www.regen.co.uk/ar5-urgent-government-response-needed-to-rebuild-leadership-in-uk-offshore-wind/

Regan, A. (2023). **Pathways for meeting Wales' energy needs into the future**. Wales Centre for Public Policy. I ddod.

Royal Society. (2023). **Large-scale electricity storage**. Adalwyd o royalsociety.org/-/media/policy/projects/large-scale-electricity-storage/Large-scale-electricity-storage-report.pdf

Smil, V. (2022). **How the World Really Works: A Scientist's Guide to Our Past, Present and Future**. Llundain: Penguin.

SNC-Lavalin. (2022). **Decarbonising the UK power system: The Build Rate to 2035**. Adalwyd o www.snclavalin.com/~media/Files/S/SNC-Lavalin/download-centre/en/report/atkins-2035-build-rate-analysis-june22.pdf

Valerio, R. (2017) **Just Living: Faith and Community in an Age of Consumerism**. Llundain: Hodder & Staughton.

Welsh Affairs Committee. (2021). **Renewable Energy in Wales. Second report of session 2021-22**. Senedd y DU. Adalwyd o committees.parliament.uk/publications/6995/documents/72868/default/

Welsh Affairs Committee. (2022). **Grid capacity in Wales**. Adroddiad cyntaf sesiwn 2022-23. Senedd y DU. Adalwyd o committees.parliament.uk/publications/30399/documents/175507/default/

Welsh Government. (2021). **Future Wales: The National Plan 2040**. Adalwyd o www.gov.wales/future-wales-national-plan-2040-0

Welsh Government. (2023). **Wales aims to meet 100% of its electricity needs from renewable sources by 2035**. Adalwyd o www.gov.wales/wales-aims-meet-100-its-electricity-needs-renewable-sources-2035

Xu, C., Behrens, P, Gaspar, P., Smith, K., Hu, M., Tukker, A., a Steubing, B. (2023). **Electric vehicle batteries alone could satisfy short-term grid storage demand by as early as 2030**. Nature Communications cyfrol 14, 119. Adalwyd o doi.org/10.1038/s41467-022-35393-0

Zhang, M., Millar, M-A., Yu, Z., a Yu, J. (2022). **An assessment of the impacts of heat electrification on the electric grid in the UK**. Adroddiadau Ynni cyfrol , 14934-14946. Adalwyd o doi.org/10.1016/j.egy.2022.10.408



Gwybodaeth am Ganolfan Polisi Cyhoeddus Cymru

Yma yn y Ganolfan, rydym yn cydweithio ag arbenigwyr polisi arweiniol i ddarparu tystiolaeth o ansawdd uchel a chyngror annibynnol i weinidogion, y gwasanaeth sifil a gwasanaethau cyhoeddus Cymru, sy'n eu helpu i wella penderfyniadau a chanlyniadau o ran polisi.

Mae'r Ganolfan, a ariennir gan y Cyngor Ymchwil Economaidd a Chymdeithasol, Llywodraeth Cymru a Phrifysgol Caerdydd, wedi'i lleoli ym Mhrifysgol Caerdydd ac yn aelod o Rwydwaith What Works y DU.

Awdur y briff polisi

Jack Price

+44 (0)29 2087 5345

jack.price@wcpp.org.uk

Rhagor o wybodaeth

I ddarganfod mwy am ein gwaith yn cefnogi Grŵp Her Cymru Net Zero 2035, gweler www.wcpp.org.uk/cy/prosiect/sero-net-2035/.

Canolfan Polisi Cyhoeddus Cymru

Prifysgol Caerdydd, Sbarc | Spark
Heol Maendy, Caerdydd CF24 4HQ

 www.wcpp.org.uk  029 2087 5345

 info@wcpp.org.uk  @WCfPP



Llywodraeth Cymru
Welsh Government