



Llywodraeth Cymru
Welsh Government

CATAPULT

Energy Systems

GRIDIAU YNNI'R DYFODOL I GYMRU (FEW) ADRODDIAD MEWNWELEDIADAU Mater 1.1

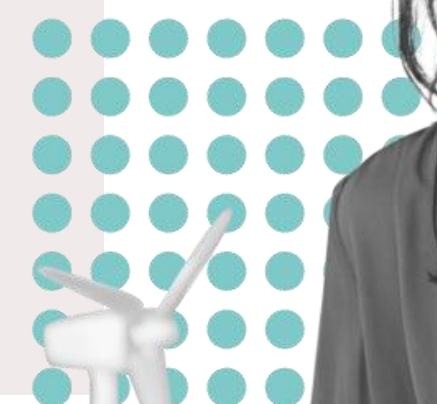


2il Chwarter, 2023

CYNNWYS YR ADRODDIAD



Crynodeb Gweithredol	2
Prif Fewnwelediadau ac Argymhellion	4
Goblygiadau i Rwydweithiau	17
Geirfa a chydabyddiaethau	23



CEFNDIR

Mae Senedd Cymru wedi gosod targed hynod uchelgeisiol i Gymru gyrraedd Sero Net erbyn 2050. Mae Llywodraeth Cymru am i Gymru arwain y gad ym maes technolegau a fydd yn pweru'r dyfodol, ac o ran cyfrifoldeb byd-eang.

Ond er mwyn cyflawni dyheadau Sero Net Cymru, rhaid ailedrych ar y seilwaith sydd ei angen i gyflawni newid cyflym ac effeithiol. Rhaid hefyd sicrhau nad yw dinasyddion Cymru yn cael eu gadael ar ôl oherwydd seilwaith sydd wedi'i gynllunio ar gyfer anghenion y gorffennol.

Nod prosiect FEW yw cyfrannu at y nod hwn drwy:

- Gydgrynhai safbwynt eang, ar draws cwmnïau'r rhwydweithiau sy'n gweithredu yng Nghymru, yn glŷn â'r llwybrau i'w dilyn i sefydlu system ynni ar gyfer y dyfodol yng Nghymru fydd yn Sero Net erbyn 2050;
- Nodi'r prif oblygiadau i weithredwyr rhwydweithiau trydan a nwy a'r camau sydd eu hangen i ddatblygu rhwydweithiau ynni yng Nghymru yn rhan o system ynni ehangach y DU; a
- Pharatoi argymhellion y gall Llywodraeth Cymru eu datblygu, sy'n cyd-fynd â'u dyheadau i ddatgarboneiddio'n gyflymach, a'i rôl o ran llywodraethu ynni.

DULL GWEITHREDU

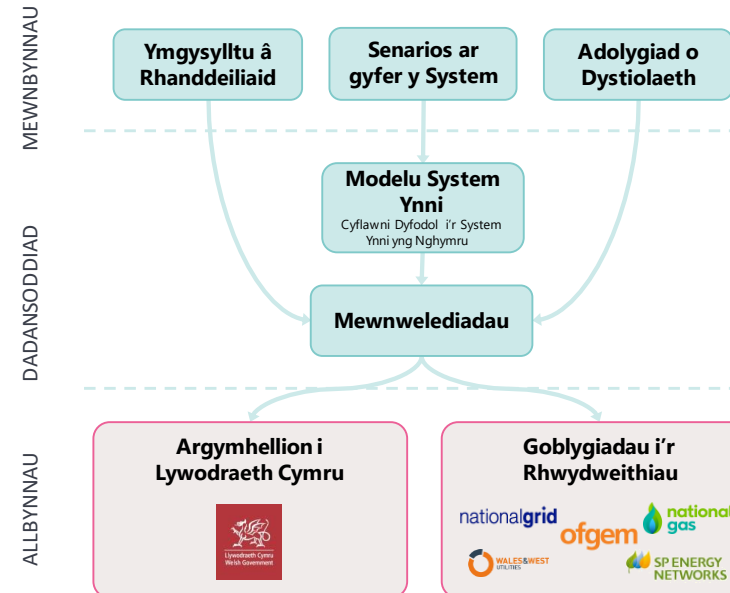
Defnyddiodd ESC eu Hamgylchedd Modelu Systemau Ynni (ESM) i ddatblygu senarios yn y dyfodol ar gyfer system ynni Sero Net yng Nghymru erbyn 2050. Ategwyd y senarios, gan gynnwys gwahanol senarios sensitifrwydd, gan adolygiad o dystiolaeth a thrwy ymgysylltu â gweithredwyr rhwydweithiau, Ofgem, a Llywodraeth Cymru. Datblygwyd dau senario system ynni gyfan sylfaenol ar gyfer Cymru o'r enw 'Technology-Optimistaidd' (TOC) a 'Chymdeithasol Optimistaidd' (SOC). Roedd y ddau yn canolbwyntio ar naratif yn seiliedig ar lwyddiant mewn arloesedd technoleg, gwella ymwybyddiaeth defnyddwyr ac ymgysylltu â nhw'n well.

Cyflwynwyd Prosiect FEW gan ddefnyddio cyfuniad o'r dull modelu system gyfan hwn; adolygiad o dystiolaeth bresennol; ac ymgysylltu â'r rhwydweithiau sy'n gweithredu yng Nghymru, Ofgem a Llywodraeth Cymru. Crynhoir ymagwedd y prosiect yn y ddelwedd gyferbyn.

PRIF GANFYDDIADAU

Er mwyn cwrdd â Sero Net, mae angen newid sylfaenol yn y ffordd y caiff system ynni Cymru ei chynllunio, ei datblygu, ei hintegreiddio a'i gweithredu. Mae cyllidebau carbon a seilwaith a'r amser y bydd yn ei gymryd yn golygu bod angen llawer o gamau gweithredu cyn bo hir. Mae newidiadau allweddol a'r ffactorau dylanwadol yn cynnwys:

- Gwaith atgyfnerthu sylweddol ar draws rhwydweithiau dosbarthu a thrawsyrro trydan, wedi'i ysgogi gan gynnydd yn y galw pan mae ar ei uchaf ac ynni adnewyddadwy.
- Trydaneiddio sylweddol ar draws sectorau gwres, trafniadaeth a diwydiant (hyd at 10TWh erbyn 2035), ond mae heriau o ran bodloni'r galw pan mae ar ei uchaf, yn enwedig gwres – ac mae angen archwilio opsiynau technoleg eraill.
- Cynnydd mawr mewn defnydd adnewyddadwy yng Nghymru (hyd at 6.6GW yn 2030 a 18.2GW erbyn 2050).
- Faint o hydrogen a gynhyrchir, a'r dulliau o dan sylw, sy'n cael effaith sylweddol ar y system ynni gyfan, (ee, mae hydrogen gwyrdd yn cynyddu'r galw am drydan).





Llywodraeth Cymru
Welsh Government

CATAPULT
Energy Systems

PRIF FEWNWELEDIADAU AC ARGYMHELLION



MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 1. FAINT O YNNI A DDEFNYDDIR I GYD

Gallai tua thraean yn llai o ynni gael ei ddefnyddio yng Nghymru erbyn 2050 wrth i elfennau pwysig o'r galw am ynni newid o danwydd ffosil i drydan carbon isel, gan ysgogi mwy o effeithlonrwydd.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

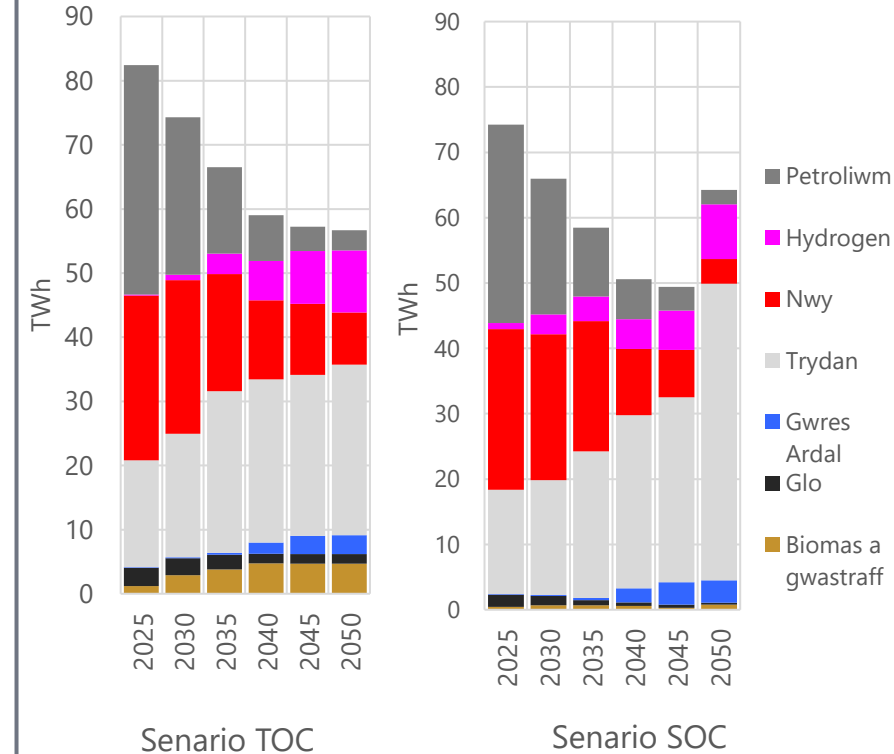
- Mae angen gweddnewid system ynni Cymru. Yn rhan o hyn, bydd defnyddio tanwydd ffosil yn cael ei ddisodli gan drydaneiddio sylweddol, ochr yn ochr â gwres ardal, hydrogen a biomas lleol.
- Mae'r defnydd o betrolewm hylifol a nwy naturiol yn lleihau'n sylweddol ar draws yr holl senarios sy'n cydymffurfio â Sero Net er bod y defnydd o danwydd ffosil, mewn cyfuniad â dal a storio carbon (CCS), yn parhau mewn rhai sectorau.
- Mae effeithlonrwydd sylweddol uwch technolegau megis cerbydau trydan (EVs) a phymptiau gwres, o gymharu â thechnolegau presennol (ee, peiriannau tanio mewnol (ICEs) a boeleri nwy), yn arwain at ostyngiad cyffredinol yn y defnydd o ynni yn y pen draw.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Bydd ffactorau allanol megis prisiau nwyddau byd-eang a'u dymmeg yn effeithio ar y galw am ynni yn y dyfodol, yn ogystal â rôl bosibl Cymru wrth gefnogi system ehangach y DU.
- Bydd sut y caiff ffactorau ansicr o'r fath eu datrys yn dylanwadu ar natur llwybrau pontio Cymru yn y byd go iawn. Mae nodweddion ffafriol y gwahanol senarios a fodelir sy'n dod i'r amlwg yn dibynnu ar ymatebion unigolion, busnesau a'r Llywodraeth.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Cyflymu amodau galluogi ar gyfer pontio i Sero Net. Dylai datblygu sgiliau, ymgysylltu â dinasyddion, a mynediad at ddata fod yn flaenoriaethau i Lywodraeth Cymru. Mae meithrin cadwyni cyflenwi rhanbarthol a chydweithio â darparwyr hyfforddiant yn hanfodol. Wrth i fwy o drydan gael ei ddefnyddio, yn enwedig yn y sectorau gwres a thrafnidiaeth, mae creu amgylchedd cefnogol yn hollbwysig. Er nad oes gan y llywodraeth lawer o reolaeth uniongyrchol, gall chwarae rhan hanfodol wrth hwyluso'r newidiadau angenrheidiol.



Ffigur 1: Cyfanswm y defnydd blynyddol o ynni yng Nghymru 2020-2050, chwith: Technoleg-Optimistaidd (TOC), dde: Senarios Cymdeithasol Optimistaidd (SOC)

Noder: Mae Ffigur 1 ac argymhellion ar gyfer newidiadau tanwydd-benodol yn y defnydd o ynni, a'r goblygiadau i rwydweithiau, ar gael yn yr adroddiad llawn.

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 2. PONTIO'R GALW AM DRYDAN

Bydd y galw am drydan yn cynyddu'n sylweddol o ganlyniad i drydaneiddio gwres a thrafnidiaeth. Os bydd amodau ffafriol ar gyfer cynhyrchu hydrogen gwyrdd (hy, electrolysis) yng Nghymru, bydd y cynnydd hwn yn sylweddol uwch.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

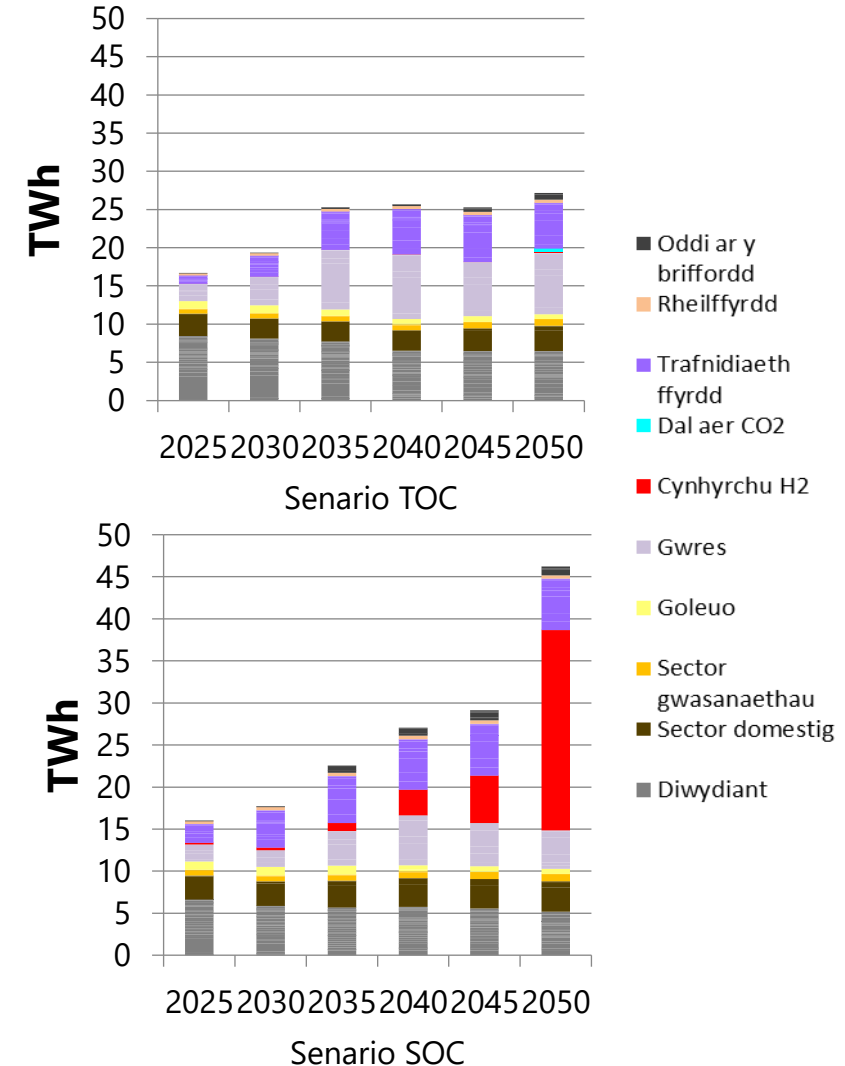
- Gallai'r galw am drydan yng Nghymru bron â threblu erbyn 2050 (o tua 16TWh i rhwng 27TWh a 46TWh).
- Trydaneiddio gwres a thrafnidiaeth sy'n gyfrifol am rywfaint o'r galw cynyddol hwn, ond mae'r prif alw uchaf yn deillio'n bennaf o gynhyrchu hydrogen gwyrdd drwy electrolysis
- Gall achosion defnydd terfynol eraill hefyd gyfrannu at ddefnydd uwch o drydan, ond electrolysis sy'n dangos y potensial mwyaf ar gyfer cynyddu twf mewn galw yn y dyfodol.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Er mwyn cynyddu'r galw am drydan, mae angen atgyfnerthu rhwydweithiau. Rhaid hefyd ymyrryd ar lefelau dosbarthu a throsglwyddo, o bosibl (cynnydd mewn allforion adnewyddadwy fydd yn ysgogi gwaith atgyfnerthu yn bennaf), gan olygu bod angen buddsoddiad rhagweladwy ymlaen llaw.
- Bydd maint y buddsoddiad rhagweladwy yn cael ei bennu gan fframweithiau rheoli prisiau a sicrwydd ynghylch pryd y bydd y galw yn cynyddu.
- Mae effaith cynhyrchu hydrogen ar y galw am drydan yn cael ei ddylanwadu gan ffactorau megis y galw am hydrogen, dulliau cynhyrchu, ystyriaethau diogelwch, parodrwydd y cyhoedd i'w dderbyn, technolegau cynhyrchu, prisiau tanwydd, a marchnadoedd allforio byd-eang posibl.
- Ceir trafodaeth bellach ar y materion hyn, yn enwedig rôl hydrogen yng Nghymru yn y dyfodol, yn adran 14 yr Adroddiad Technegol. Yn yr adroddiad byr hwn mae'r holl nodiadau yn cyfeirio at adrannau eraill ac argymhellion yn cyfeirio at y rhifau yn y prif adroddiad.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Cefnogi rhwydweithiau ynni i gynllunio a buddsoddi ar gyfer y defnydd o dechnoleg a'r cynnydd yn yr adegau pan mae'r galw am drydan ar ei uchaf, yn enwedig drwy gydlynw Cynlluniau Ynni Ardaloedd Lleol (LAEPs).



Ffigur 2: Defnydd blynyddol o drydan yng Nghymru hyd at 2050

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 3. PONTIO GWRES I SERO NET YNG NGHYMRU



Bydd trydaneiddio yn bodloni'r rhan fwyaf o'r galw blynyddol am wres mewn adeiladau mewn dyfodol Sero Net, gyda chymorth rhwydweithiau gwres ardaloedd.

Bydd angen dulliau gweithredu i fodloni'r galw pan mae ar ei uchaf a lleihau gwaith atgyfnerthu rhwydweithiau, megis storfa thermol y tu ôl i'r mesurydd, gwella effeithlonrwydd ynni adeiladau, patrymau gwahanol o ran defnyddio gwres yn y cartref a'r defnydd posibl o foeleri hydrogen mewn rhai lleoliadau.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

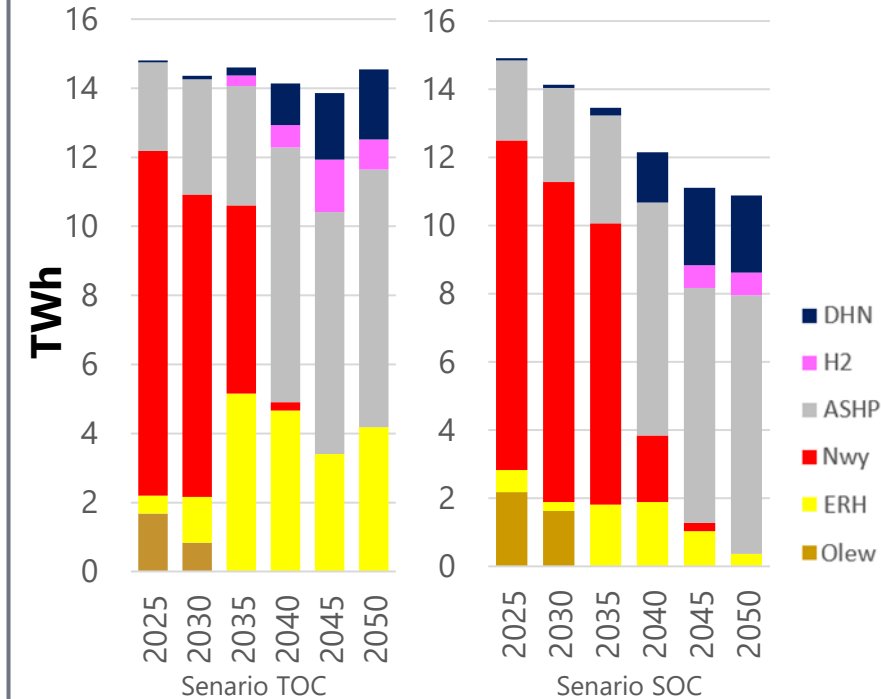
- Bydd datgarboneiddio gwresogi yng Nghymru yn dibynnu'n bennaf ar leihau'r galw a thrydaneiddio; Pympiâu Gwres Ffynhonnell Aer (ASHP), a Gwresogi Trydan Gwrthiannol (ERH). Mae bodloni'r galw am wres pan mae ar ei uchaf yn her o bwys i systemau gwresogi, ac mae'n golygu bod angen buddsoddi yn y ddau rwydwaith a sicrhau cyflenwad trydan.
- Gall technolegau amgen fel storio thermol yn y cartref, gwella effeithlonrwydd ynni adeiladu, a boeleri hydrogen (annibynnol neu mewn systemau hybrid) helpu i reoli galw pan mae ar ei uchaf, lleihau costau ymlaen llaw, a lliniaru gwaith atgyfnerthu rhwydweithiau.
- Mae gan wresogi ardal rôl i'w chwarae mewn ardaloedd trefol gyda dwysedd poblogaeth uchel neu ger ffynonellau gwres mawr (ee, gorsafoedd ynni niwclear). Mae'n defnyddio pibellau tanddaearol wedi'u hinswleiddio a chanolfannau ynni gyda ffynonellau gwres amrywiol fel cydgynhyrchu niwclear neu bympiau gwres ar raddfa fawr.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Mae bodloni'r galw uchaf am drydan gwres yn heriol oherwydd ansicrwydd ffactorau fel ôl-osodiadau effeithlonrwydd ynni, ymddygiad preswylwyr, a thechnolegau gwresogi sy'n dod i'r amlwg.
- Gallai systemau boeleri hydrogen hybrid leihau maint pympiâu gwres a chostau ymlaen llaw. Fodd bynnag, ceir rhwystrau cyn eu mabwysiadu gan fod angen rhwydwaith dosbarthu hydrogen a pharodrwydd defnyddwyr i'w derbyn. Mae hefyd yn dibynnu ar yr achos o ran diogelwch, ystyriaethau o ran y gadwyn gyflenwi, ac argaeledd hydrogen.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Gall Llywodraeth Cymru helpu i gyflymu'r broses drydaneiddio a gwresogi carbon isel ac annog atebion gwresogi sydd wedi'u trydaneiddio drwy gefnogi Cynlluniau Ynni Ardaloedd Lleol.



Ffigur 3: Cyfanswm y defnydd o ynni yng Nghymru 2020-2050, chwith: Technoleg-Optimistaidd (TOC), dde: Senarios Cymdeithasol Optimistaidd (SOC).

Erbyn 2050, hydrogen yw'r prif elfen sy'n cyfrannu at fodloni'r galw am wres pan mae ar ei uchaf ar draws yr holl ranbarthau yn y ddau senario, ac eithrio canolbarth Cymru yn y senario Gymdeithasol-Optimistaidd, oherwydd yr heriau sy'n gysylltiedig â bodloni gofynion gwres uchel gyda thrydan yn unig.

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 4. PONTIO DIWYDIANNOL

Bydd y penderfyniadau a wneir gan nifer fach o gyfranogwyr diwydiannol o bwys yn cael cryn effaith ar siâp y system ynni yn y dyfodol. Mae ansicrwydd parhaus ynghylch opsiynau datgarboneiddio o fewn diwydiant mawr yn arafu'r newid i Sero Net. Felly, mae mwy o gydweithio rhwng diwydiant, Llywodraeth Cymru a rhanddeiliaid ynni allweddol eraill yn bwysig.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

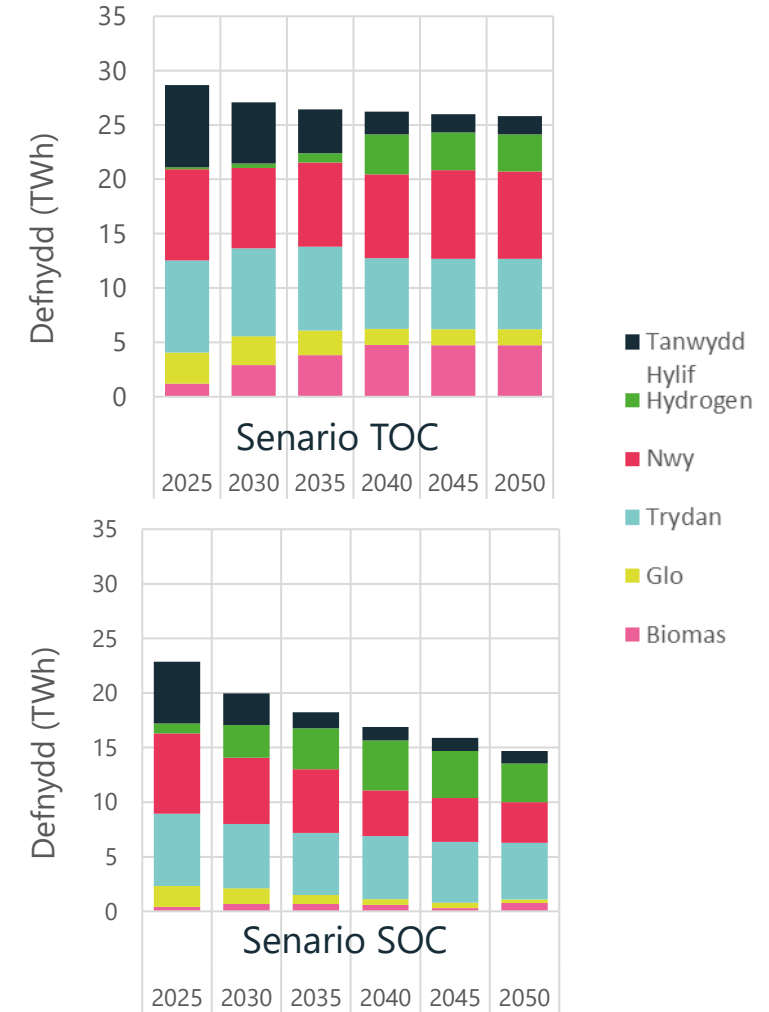
- Mae galw mawr ar system ynni Cymru gan nifer o asedau. 3 safle yn unig sydd i'w cyfrif am 91% o allyriadau diwydiannol de Cymru, gan olygu bod eu penderfyniadau datgarboneiddio yn hollbwysig wrth lunio system ynni'r dyfodol a gweithgarwch economaidd mewn lleoliadau pwysig.
- Gallai'r opsiynau datgarboneiddio sy'n costio leiaf (gan edrych ar y system ynni gyfan) ar gyfer diwydiant erbyn 2050 gynnwys cyfuniad o drydaneiddio, nwy gyda CCS (Dal a Storio Carbon), hydrogen, a bio-ynni.
- Mae'r defnydd o hydrogen gwyrdd ar gyfer diwydiant yn ychwanegu at y galw am drydan, gan arwain at gynydd mewn trydaneiddio mewn nifer o achosion.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Ceir ansicrwydd o hyd ynghylch beth fydd y galw diwydiannol am wahanol fectorau ynni yn y dyfodol. Mae hyn er gwaethaf cynlluniau datgarboneiddio sy'n dod i'r amlwg drwy fentrau fel Clwstwr Diwydiannol De Cymru (SWIC) a rhanddeiliaid yn chwarae rhan yng ngogledd Cymru.
- Mae angen mynd i'r afael ag ansicrwydd sy'n ymwneud â sut bydd polisiau allweddol a yrrir gan Lywodraeth y DU yn ategu cynigion datgarboneiddio diwydiannol, ac yng Nghymru yn benodol.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Dylai Llywodraeth Cymru, rhwydweithiau, a darparwyr gwres gydweithio â Diwydiant Sero Net Cymru a rhanddeiliaid i asesu opsiynau ar gyfer datgarboneiddio'r diwydiant, gan ystyried seilwaith ac adnoddau a rennir. Gellid sefydlu canolfannau twf glân, yn ogystal â chynnal adolygiadau cyfnodol, a dileu rhwystrau i drydaneiddio ac opsiynau datgarboneiddio eraill. Mae cydweithredu â Llywodraeth y DU yn bwysig er mwyn datgarboneiddio diwydiant mewn modd cost-effeithiol.



Ffigur 4: Cyfanswm y defnydd o ynni diwydiannol yng Nghymru 2025-2050: uchod Technoleg-Optimistaidd (TOC), a gwaelod Senarios Optimistaidd-Gymdeithasol (SOC) (mae senarios eraill ar gael yn yr adroddiad llawn)

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 5. PONTIO PROSESAU CYNHYRCHU PŴER

Gall gwynt ar y môr ddatgarboneiddio prosesau cynhyrchu trydan yng Nghymru yn effeithlon. Ategir hyn gan opsiynau cadarn a hyblyg fel tyrbinau niwclear a hydrogen. Mae angen ymdrechion ar y cyd i fynd i'r afael â heriau o ran rhwydweithiau a achosir o ganlyniad i ddefnyddio mwy o ynni adnewyddadwy.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

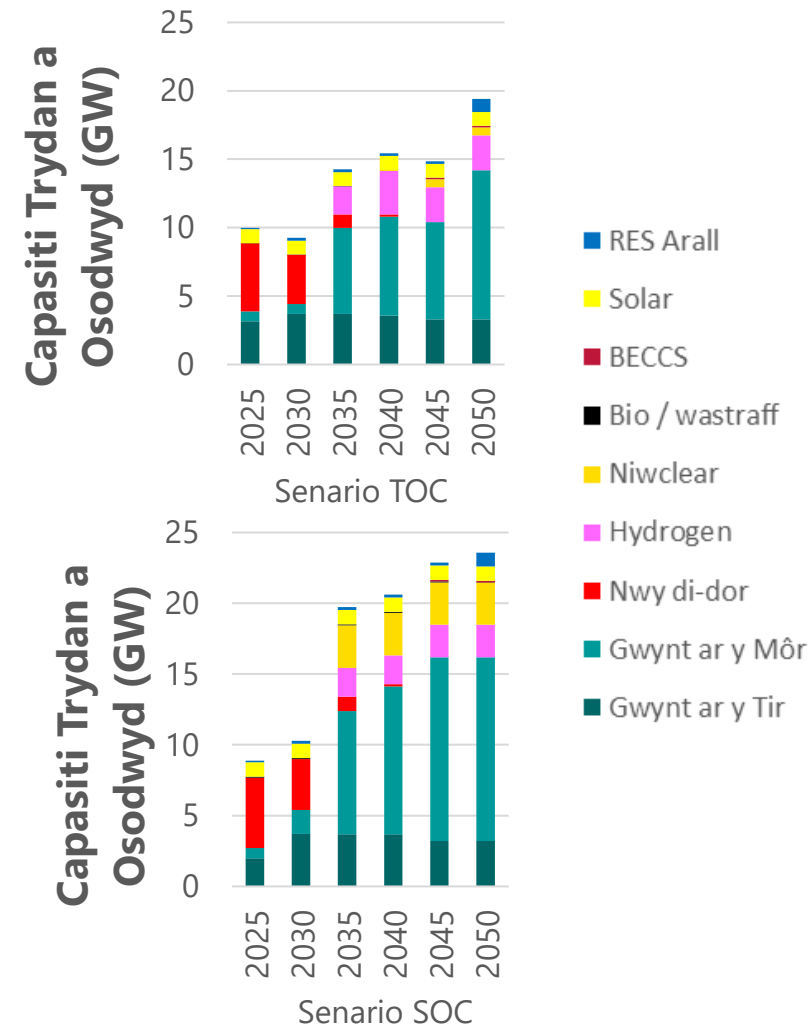
- Dangosodd y dadansoddiadau mai ynni gwynt ar y môr fydd y brif ffynhonnell trydan carbon isel yng Nghymru, a gallai gyrraedd 10-13GW erbyn 2050.
- Gall ynni adnewyddadwy arall fel ynni gwynt ar y tir, solar ac ynni'r llanw helpu i arallgyfeirio cyflenwad.
- Mae angen rheoli sefydlogrwydd systemau sydd â lefelau uchel o ynni adnewyddadwy yn ofalus a'i liniaru drwy ddefnyddio technolegau fel tyrbinau hydrogen ac ynni niwclear.
- Nid yw CCS nwy yn cael ei ddefnyddio i gynhyrchu pŵer. Defnyddir CCS nwy yn gynnil gan nad yw'r holl allyriadau carbon yn cael eu dal, ac mae ei ddefnydd cyfyngedig yn cael ei flaenoriaethu ar gyfer prosesau diwydiannol penodol pan mae opsiynau eraill yn brin.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Mae ynni adnewyddadwy, yn enwedig ynni gwynt ar y môr, yn hanfodol ar gyfer system ynni Sero Net gost-effeithiol yng Nghymru.
- Gall cefnogaeth ar gyfer mathau eraill o ynni adnewyddadwy ac ystyried achosion busnes ddylanwadu ar y dechnoleg a ddewisir.
- Gall ynni niwclear, ar raddfa fawr neu'n Adweithyddion Modiwlaid Bach (SMR), gyfrannu at gyflawni Sero Net.
- Gall gweithfeydd niwclear hyblyg gydgynhyrchu ar gyfer rhwydweithiau gwres a chynhyrchu hydrogen, gan ychwanegu gwerth at y system ynni.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Rhagwelir mai ynni gwynt ar y môr fydd y ffynhonnell drydan fwyaf cost-effeithiol ac amlwg mewn system ynni Sero Net yng Nghymru, gan ddarparu hyd at 80% erbyn 2050. Ochr yn ochr ag ynni gwynt ar y môr, bydd angen ystod amrywiol o dechnolegau megis solar, gwynt ar y tir, cynhyrchu llanw, tyrbinau hydrogen, a chynhyrchu niwclear. Gall LIC arwain drwy gefnogi technolegau adnewyddadwy amrywiol, hwyluso cynlluniau ynni adnewyddadwy, a mynd i'r afael â rhwystrau drwy gydweithio ag awdurdodau lleol a datblygwyr.



Figur 5: Capasiti cynhyrchu trydan a osodir yng Nghymru 2020-2050, uchaf: Technoleg-Optimistaidd (TOC), gwaelod: Senarios Cymdeithasol Optimistaidd (SOC)

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 6. Y GOFYNION AR GYFER RHWYDWEITHIAU NEWYDD A PHRESENNOL

Er mwyn cyflawni Sero Net, mae angen buddsoddi'n sylweddol mewn rhwydweithiau ynni yng Nghymru. Rhaid atgyfnerthu rhwydweithiau trydan i fodloni cynhyrchiant a galw cynyddol. Mae rhwydweithiau gwres yn allweddol ar gyfer datgarboneiddio'r system ynni. Mae angen cyfuniad o ailgynllunio, ailgomisiynu a datgomisiynu ar rwydweithiau nwy i reoli llai o alw neu drosglwyddo i hydrogen.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

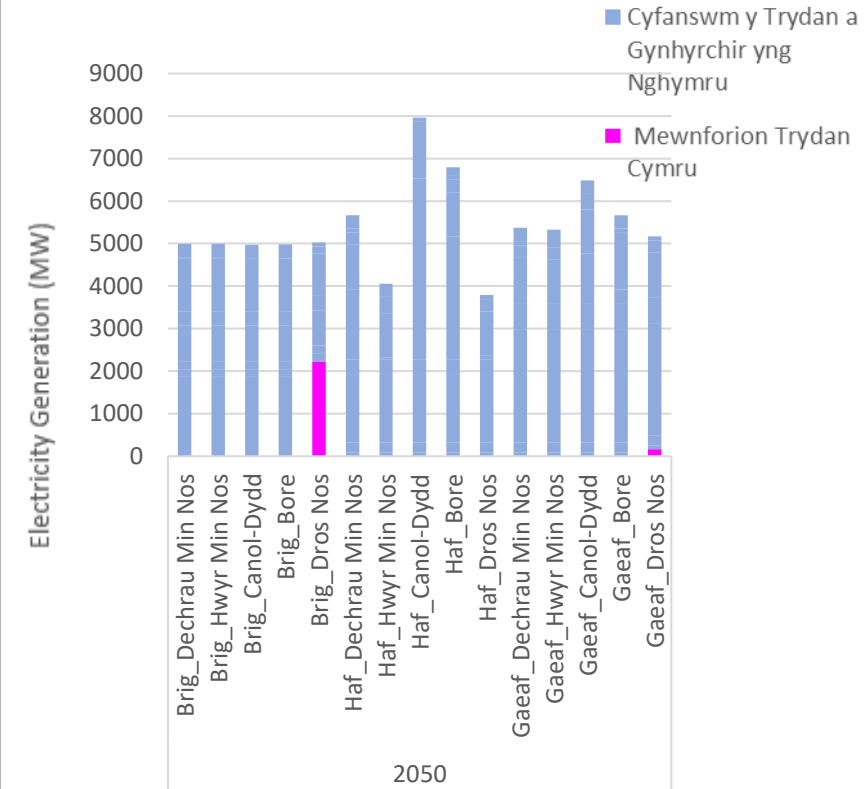
- Mae angen atgyfnerthiad ar gyfer y rhwydweithiau trydan yng ngogledd a de Cymru erbyn 2030, yn ogystal â dulliau gweithredu fel Graddfeydd Llinell Dynamig (DLR), Ymateb Ochr y Galw (DSR), mwy o hyblygrwydd yn y system, a thechnolegau arloesol.
- Mae pa mor barod yw'r rhwydweithiau yn hanfodol ar gyfer darparu ar gyfer nifer o atebion gwresogi a'r diwydiant, gan gynnwys, ymhlith rhai eraill, pypiau gwres a gwresogi gwrthiannol.
- Bydd y defnydd o nwy naturiol yn gostwng yn sylweddol erbyn 2050, ond efallai y bydd angen rhwydwaith trosglwyddo nwy o hyd ar gyfer rhai prosesau diwydiannol a chynhyrchu hydrogen.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Mae angen gweddnewid y rhwydweithiau i allu pontio i Sero Net. Mae'r newidiadau hyn yn cynnwys atgyfnerthu rhwydweithiau trydan a datblygu rhwydweithiau gwres, yn ogystal â hydrogen, o bosibl.
- Mae'r ffactorau sy'n dylanwadu ar ddatblygu rhwydweithiau yn cynnwys atgyfnerthu'r rhwydwaith trydan, rheoli'r galw am wres pan mae ar ei uchaf, a chynhyrchu a defnyddio hydrogen yng Nghymru.
- Gall lleoli electrolyswyr yn strategol liniaru cyfyngiadau'r rhwydwaith trydan, a gall defnyddio rhwydweithiau gwres leihau'r galw am drydan pan mae ar ei uchaf ond gallai fod angen uwchraddio seilwaith yn lleol.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Dylai Llywodraeth Cymru roi arweiniad, lleihau ansicrwydd, a nodi blaenoriaethau ar gyfer y system ynni, gan ystyried manteision economaidd, cynaliadwyedd amgylcheddol, a dyheadau o ran inswleiddio cartrefi. Mae hyn yn cynnwys gweithio gyda gweithredwyr rhwydweithiau i hysbysu dinasyddion am fanteision ac effeithiau posibl cysylltiadau rhwydweithiau, sicrhau bod blaenoriaethau o'r brig i lawr ac o'r gwaelod i fyny yn cyd-fynd, cydweithio â rhanddeiliaid i gyflawni'r blaenoriaethau hyn, a meithrin hyder mewn penderfyniadau buddsoddi.



Ffigur 7: Y trydan a gynhyrchir yng Nghymru ar adegau gwahanol yn ystod blwyddyn, gan ddangos pryd mae angen mewnforio trydan ar gyfer 2050 – senario sensitifrwydd 'Trydan Adnewyddadwy 1.25 x trydan a ddefnyddir'

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 7. CYMHELLION A CHYFLEOEDD I GREU CYSWLLT RHWNG GOGLEDD A DE CYMRU

Byddai adeiladu cyswllt system drosglwyddo rhwng gogledd a de Cymru yn cyflwyno nifer o gyfleoedd i Gymru.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

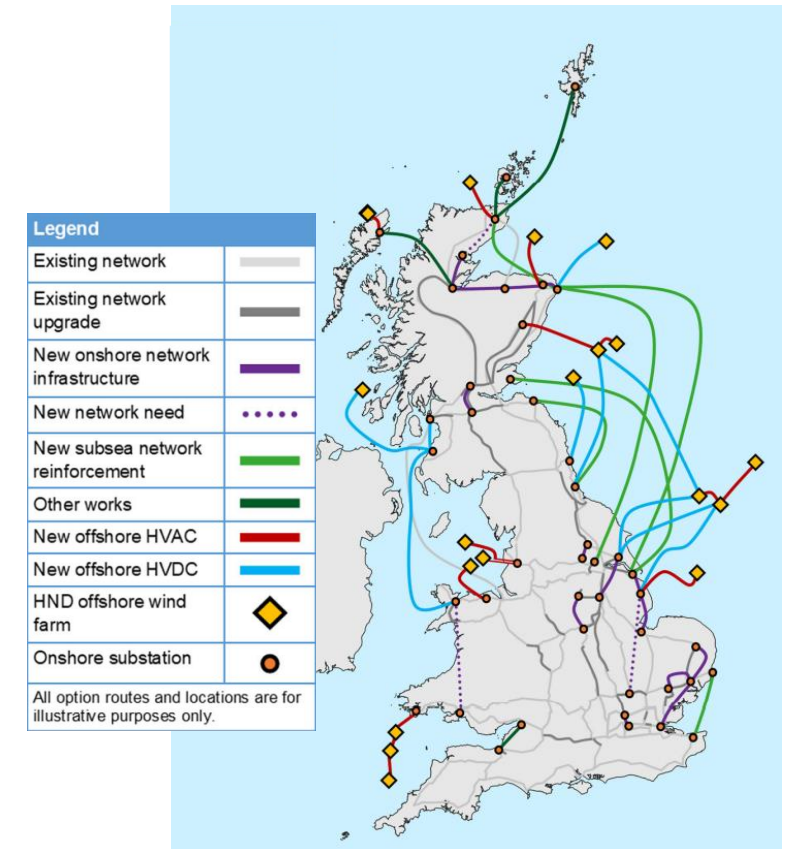
- Mae cyswllt Gogledd-De Cymru yn bwysig er mwyn i Brydain gyrraedd targed capasiti gwynt ar y môr o 50GW erbyn 2030.
- Yn y Dyluniad Rhwydwaith Cyfannol (HND), mae NGESO yn cydnabod bod yr amser cyflawni a amcangyfrifir y tu hwnt i 2030 ond mae ymdrechion yn cael eu gwneud i gyflymu'r gwaith a lleihau'r amser mae'n ei gymryd i nodi ac adeiladu asedau trosglwyddo trydan ar y tir.
- Gall y cyswllt gefnogi'r gwaith o drydaneiddio'r galw am ynni a datgarboneiddio yn y canolbarth, gan leihau allyriadau a hyrwyddo system ynni carbon isel.
- Gall adeiladu a gweithredu'r cyswllt greu swyddi ym meysydd adeiladu, gweithredu, cyhaelnnal a chadw, ac mewn diwydiannau cysylltiedig fel ynni adnewyddadwy.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Mae gan y cyswllt Gogledd-De yng Nghymru y potensial i ddarparu buddion amrywiol, yn enwedig i ganolbarth Cymru, yn dibynnu ar y llwybr a ddewisir. Gall llwybr ar y tir gefnogi asedau cynhyrchu carbon isel, atgyfnerthu rhwydwaith dosbarthu, a lleihau effaith amgylcheddol, ond gallai llwybr ar y môr achosi llai o bryderon o ran amwynder gweledol.
- Mae'r galw am drydan yn gymharol isel yng nghanolbarth Cymru, ond bydd cynnydd cymedrol yn y galw pan mae ar ei uchaf yn golygu bod angen atgyfnerthu'r rhwydwaith dosbarthu. Gall adeiladu'r cyswllt trosglwyddo rhwng y gogledd a'r de atgyfnerthu'r rhwydwaith dosbarthu trwy ddarparu mwy o Bwyntiau Cyflenwi Grid, gwella sefydlogrwydd, a galluogi safleoedd rheiddiol i gysylltu â'i gilydd.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Dylai Llywodraeth Cymru ymgysylltu â NGET i gynnull rhanddeiliaid Cymru a chael eu barn ar lwybrau posibl yn ystod camau cyntaf y cam dylunio.



Ffigur 8: Cynnig HND terfynol, diolch i NGESO. Mae'r diagram yn dangos yr 'angen am rwydwaith newydd' a amlygwyd yng nghanolbarth Cymru i hwyluso'r targed o 50GW o ynni gwynt ar y môr ym Mhrydain.

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 8. RÔL YMYRIADAU ALLWEDDOL AR OCHR Y GALW I GYRRAEDD CYMRU SERO NET

Bydd y galw yng Nghymru am wres a thrafnidiaeth ffyrdd yn cael ei danategu gan drydaneiddio. Bydd dull clyfar ac arloesol ar draws fectorau ynni yn lleihau faint o waith sydd ei angen i atgyfnerthu rhwydweithiau i fodloni'r galw am drydan ar ei uchaf.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

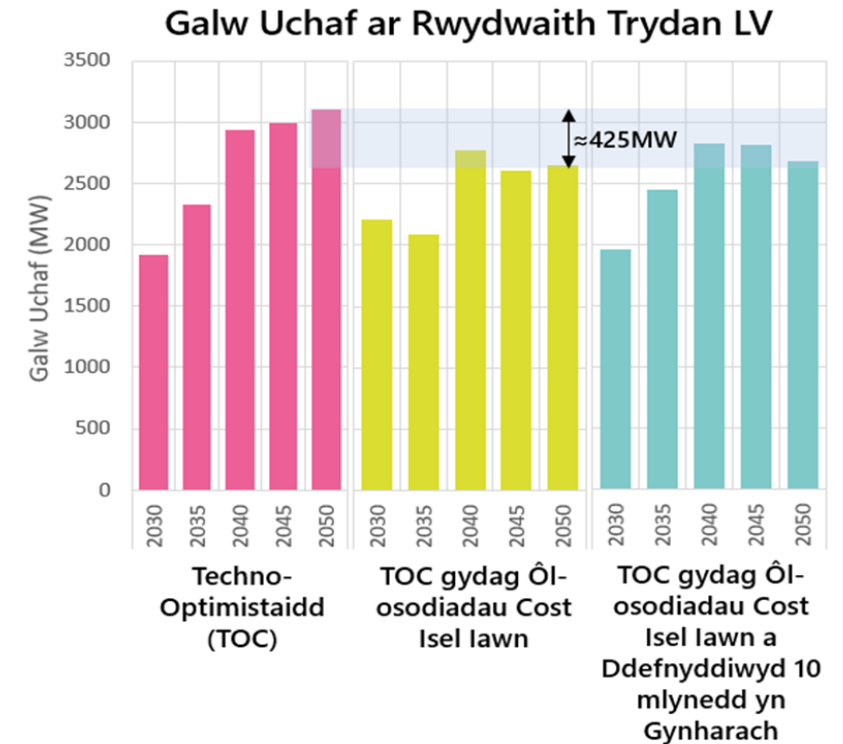
- Mae hyblygrwydd ar ochr y galw, wedi'i alluogi gan opsiynau fel gwefru EV clyfar a gwresogi clyfar gyda storffeydd thermol, yn hanfodol ar gyfer system ynni effeithlon sy'n hyfyw yn economaidd.
- Gall sectorau diwydiannol ymateb ar ochr y galw (DSR) drwy addasu'r galw am drydan yn seiliedig ar y cyflenwad sydd ar gael, trydaneiddio neu fabwysiadu hydrogen gwyrdd.
- Gall ôl-osod inswleiddio a newidiadau ymddygiadol yn y galw am wres hefyd gyfrannu at leihau'r galw pan mae ar ei uchaf, gan arwain at gostau is i'r system a'r rhwydweithiau.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Dylai ymateb ar ochr y galw (DSR) ac ymyriadau ystyried anghenion defnyddwyr, yn enwedig o ran lefelau cysur thermol, ochr yn ochr â lleihau'r galw pan mae ar ei uchaf.
- Mae systemau rheoli deallus a seilwaith digidol yn hanfodol ar gyfer gweithredu opsiynau hyblygrwydd ar ochr y galw yn effeithiol, fel gwefru EV clyfar a gwresogi clyfar.
- Gall marchnadoedd a modelau busnes sy'n dod i'r amlwg gymell unigolion a busnesau i ymateb ar ochr y galw, gan gyflwyno cyfleoedd economaidd yng Nghymru drwy systemau ynni mwy clyfar.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Dylai Llywodraeth Cymru gydweithio ag awdurdodau lleol i gyflymu'r broses o fabwysiadu Ymateb ar Ochr y Galw (DSR) ac opsiynau eraill ar ochr y galw, megis storio thermol, gwresogi clyfar, gwefru cerbydau trydan, ac ôl-ffitio adeiladau. Gallai systemau ynni mwy clyfar sydd â photensial cynyddol ar gyfer ymateb ar ochr y galw agor cyfleoedd i bobl yng Nghymru yn y farchnad a helpu i gefnogi rhwydweithiau i leihau effaith pan mae'r galw am ynni ar ei uchaf. A, thrwy hynny, hwyluso'r newid i system ynni cost isel.



Ffigur 9 : Galw uchaf yn 2050 ar gyfer, chwith: Senario Technoleg-Optimistaidd (TOC) yn erbyn, canol: Senario 'TOC Ôl-osod Hynod Isel' (ôl-osodiadau inswleiddio cost isel) yn erbyn, dde: Senario 'TOC Ôl-osod Cynnar' Mae'r ffigur yn dangos sut y gallai ôl-osod mwy niferus neu gynharach leihau'r galw dros 400MW erbyn 2050.

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 9. RÔL HYDROGEN YN SYSTEM YNNI CYMRU



Mae gan hydrogen rôl wrth ddatgarboneiddio System Ynni Cymru, yn enwedig o ran datgarboneiddio diwydiant a chludo ar longau, a chynhyrchu trydan mewn modd hyblyg. Mae cost gyffredinol y system ynni yn uwch mewn senarios nad ydynt yn cynnwys hydrogen.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

- Mae defnyddio hydrogen i fodloni rhai gofynion diwydiant, trafniadaeth drom, a chynhyrchu trydan yng Nghymru yn arwain at y system ynni fwyaf cost-ffeithiol.
- Mae angen ymchwilio ymhellach i bennu'r rôl y gall hydrogen ei chwarae mewn sectorau gwresogi preswyl a sectorau eraill.
- Gellir cynhyrchu hydrogen yng Nghymru o ffynonellau amrywiol, gan gynnwys electrolysis, nwy naturiol gyda CCS, bio-ynni, neu gydgyhyrchu niwclear.

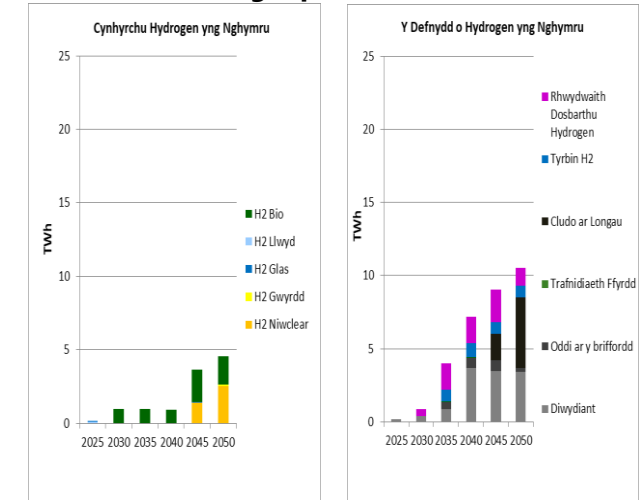
Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Gall Llywodraeth Cymru lywio sut y cynhyrchir hydrogen, a'r defnydd ohono, yn unol â nodau datgarboneiddio.
- Gall ffactorau fel diogelwch, parodrwydd y cyhoedd i'w dderbyn, costau technoleg, a phrisiau tanwydd (ee, pris nwy naturiol ar gyfer hydrogen glas) ddylanwadu ar lefelau defnyddio.
- Mae ystyried y farchnad hydrogen fyd-eang yn bwysig hefyd wrth wneud penderfyniadau.

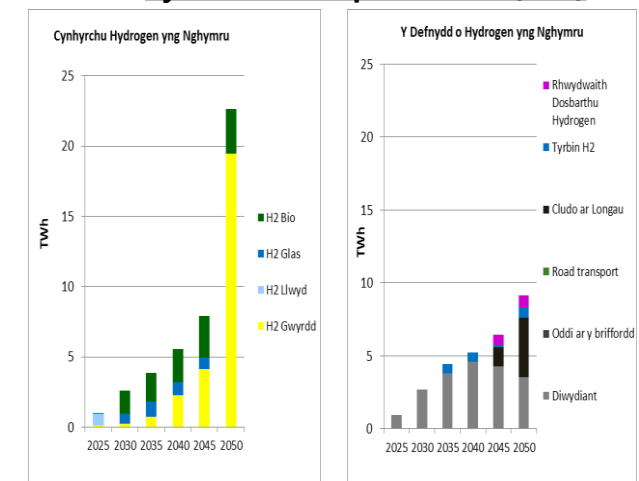
Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Dylai Llywodraeth Cymru archwilio opsiynau technoleg, asesu ysgogwyr, ac ystyried manteision a risgiau gwahanol dechnolegau cynhyrchu hydrogen ar gyfer penderfyniadau buddsoddi gwybodus. Dylai amserlenni gydnabod targed y DU i gynhyrchu 10GW o hydrogen erbyn 2030.

Technoleg-Optimistaidd (TOC)



Cymdeithasol Optimistaidd (SOC)



Ffigur 10: Cynhyrchu, defnyddio H2 yn SOC, o'i gymharu â chynhyrchu, defnyddio H2 yn TOC.

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 10. STORIO A HYBLYGRWYDD

Mae angen mwy o hyblygrwydd ar system ynni Cymru i gydbwysu cyflenwad a galw â thwf cynhyrchu adnewyddadwy. Mae hyn yn cynnwys ymateb ar ochr y galw, storio thermol a thrydan, a storio hydrogen.

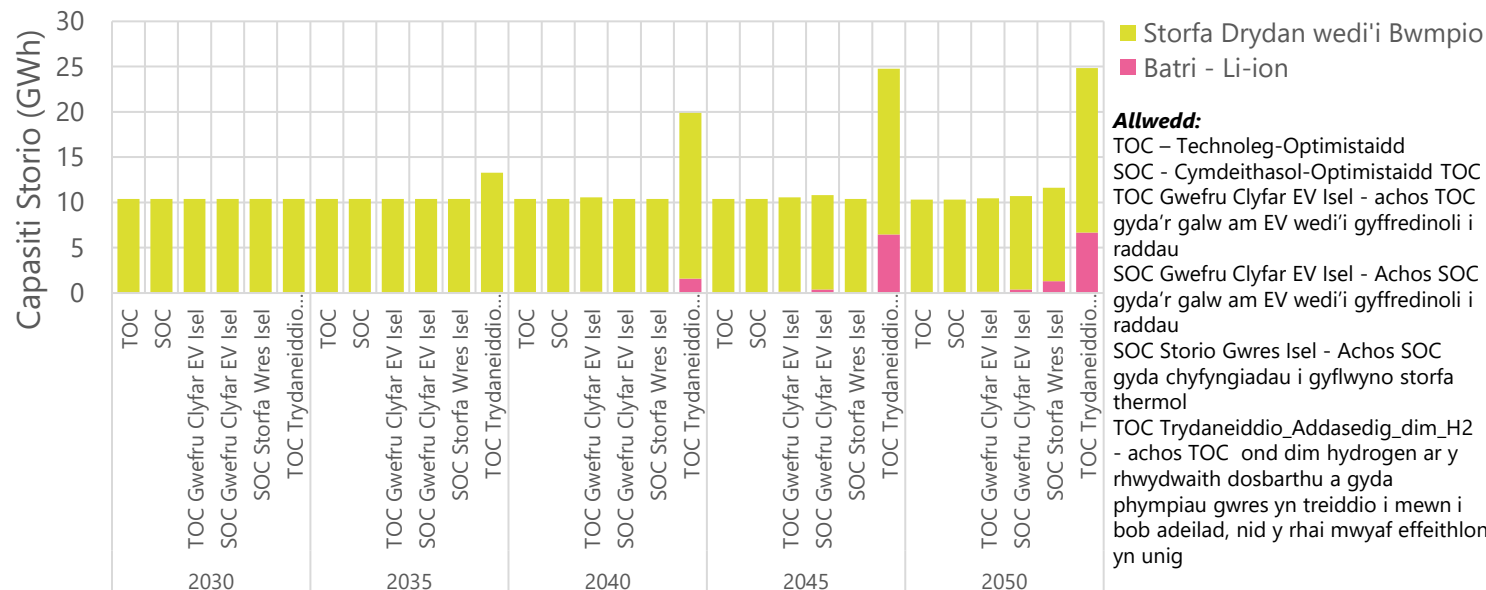


Crynodeb o'r Dadansoddiad

- Mae defnyddio mwy o ynni adnewyddadwy yn golygu bod angen mathau newydd o hyblygrwydd, gan gynnwys ymateb ar ochr y galw, technolegau storio (gan gynnwys batris a storffeydd pwmpio hydro), a hydrogen.
- Mae rhwydweithiau trydan a nwy Prydain Fawr yn rhoi hyblygrwydd, gan ganiatáu trosglwyddo ynni ar draws rhanbarthau. Gall defnyddio hyblygrwydd rhwydweithiau leihau costau a chreu cyfleoedd economaidd, megis mwy o gysylltiad rhwng cynhyrchu ynni adnewyddadwy a gwerthu gwasanaethau hyblygrwydd i weddill Prydain Fawr.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Mae dadansoddiad modelu yn pwysleisio arwyddocâd DSR effeithiol a system hydrogen hyblyg wrth leihau gofynion storio trydan. Fodd bynnag, gall ESME danamcangyfrif yr angen gweithredol am storio. Felly, bydd angen rhagor yn ôl pob tebyg i fynd i'r afael â materion ynni lleol, rhanbarthol a chenedlaethol. Ategwyd y farn hon wrth ymgysylltu â rhanddeiliaid.



Ffigur 11: Capasiti storio trydan ar gyfer TOC, SOC a senarios sensitifrwydd dethol, mae'r siart yn dangos faint o drydan y gellir ei storio o 2030-2050 ar gyfer llwybrau amrywiol. Mae gwaith modelu'n awgrymu nad oes angen storfa drydan ychwanegol gost-effeithiol y tu hwnt i'r storfa bwmpio hydro bresennol ar gyfer y cyfnod rhwng 2030 a 2050.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Dylai Llywodraeth Cymru weithio gyda datblygwyr a darparwyr i gefnogi prosiectau hyblygrwydd a storio. Dylai hyn gynnwys parhau i sicrhau amgylchedd cynllunio cadarnhaol ar gyfer prosiectau ar y rhwydweithiau dosbarthu, lle mae cynllunio'n fater datganoledig, a gweithio gydag awdurdodau lleol i gefnogi storio a hyblygrwydd mewn eiddo domestig.

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 11. TROSLWYDDO HYDROGEN

Gallai fod angen seilwaith trosglwyddo hydrogen yn ne-orllewin Cymru o ddechrau'r 2030au, ac mae angen gwneud penderfyniadau amserol ar gyfer dylunio ac adeiladu. Yng ngogledd Cymru, gallai tyrbinau hydrogen, ynni niwclear, a rhwydwaith trosglwyddo hydrogen yng ngogledd-orllewin Lloegr, arwain at gynhyrchu hydrogen yn yr ardal, gan ysgogi'r angen i drosglwyddo hydrogen hefyd.

Crynodeb o'r Dadansoddiad

- Mae hydrogen yn hanfodol i sectorau amrywiol mewn ardaloedd lleol yng Nghymru er mwyn sicrhau system ynni Sero Net gost-effeithiol.
- Mae'r sectorau sy'n elwa o hydrogen yn cynnwys diwydiant, pŵer a thrafnidiaeth drwm. Bydd angen seilwaith rhwydwaith hydrogen mewn sawl rhanbarth yn ôl pob tebyg, yn enwedig de-orllewin a gogledd Cymru, oherwydd lleoliad diwydiant a defnyddwyr trwm.
- Mae'r seilwaith trosglwyddo nwy yn ne-orllewin Cymru yn cael ei yrru gan yr angen i gynhyrchu pŵer a diwydiant, yn ogystal â chael mynediad at gyfleusterau storio yn Lloegr i gefnogi'r system pan mae'r gwynt yn isel. Gellir cysylltu'r hydrogen a gynhyrchir yng ngogledd Cymru â seilwaith hydrogen yng ngogledd-orllewin Lloegr drwy rwydwaith trosglwyddo.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

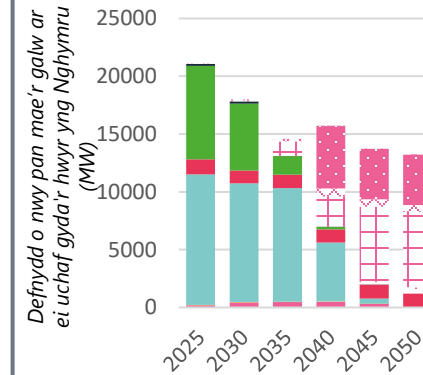
- Mae'n ddyddiau cynnar o hyd o ran beth fydd rôl hydrogen a sut caiff ei fabwysiadu, ac mae hyn yn achosi cryn ansicrwydd.
- Mae datblygiadau byd-eang o ran masnachu hydrogen a chynhyrchu trydan yn dylanwadu ar ble gallai hydrogen gael ei gynhyrchu a lleoliad cyfleusterau perthnasol.
- Gallai mwy o sicrwydd o ran argaeledd seilwaith hydrogen yng Nghymru leihau ansicrwydd i ddiwydiant yng Nghymru a'r sectorau cynhyrchu pŵer a gwres.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Dylai Llywodraeth Cymru werthuso manteision rhwydwaith trosglwyddo hydrogen yng Nghymru, gan ystyried y materion sy'n peri ansicrwydd a manteision economaidd. Mae cydweithio â rhwydweithiau a diwydiant yn hanfodol i fesur manteision, costau ac effeithiau posibl ar economi Cymru. Argymhellir dadansoddiad prydlon oherwydd y broses hir o ddatblygu seilwaith.

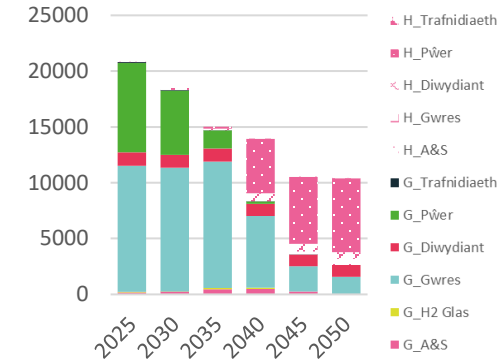


Technoleg Optimistaidd (TOC) - Defnydd o nwy gyda Hydrogen mewn Rhwydwaith Dosbarthu



Ffigur 12: Senario Technoleg-Optimistaidd (TOC) sy'n dangos y defnydd o nwy mewn MW pan mae'r galw ar ei uchaf, gan ddangos y defnydd o nwy naturiol a H2 fel ei gilydd. Mae'r defnydd o H2 yn gymharol uchel gan ei fod yn cael ei ddefnyddio i ddatgarboneiddio gwres.

Technoleg Optimistaidd (TOC) - Defnydd o nwy heb unrhyw Hydrogen mewn Rhwydwaith Dosbarthu



Ffigur 13: Senario 'Dim Ailbwrpasu H2' – senario sensitifrydd a gynhaliwyd pan dynnwyd H2 mewn rhwydweithiau dosbarthu lleol, gan arwain at ddefnyddio cyn lleied o H2 â phosibl ar gyfer gwres ond cynyddu'r defnydd o H2 i gynhyrchu pŵer Nid yw'r senario hwn yn cyrraedd Sero Net.

MEWNWELEDIAD ALLWEDDOL 12. CYDLYNU SYSTEM YNNI CYMRU A PHENDERFYNIADAU BUDDSODDI

Mae angen swyddogaeth newydd i gynrychioli dyheadau Llywodraeth Cymru ac awdurdodau lleol, gan gydlynu â gweithredwyr rhwydweithiau, Gweithredwr System y Dyfodol (FSA) a rhanddeiliaid perthnasol eraill, ar benderfyniadau buddsoddi a chynllunio ar gyfer y dyfodol gan gynnwys Cynllun Strategol Canolog y Rhwydweithiau

Crynodeb o'r Dadansoddiad

- Ar hyn o bryd mae rhwydweithiau'n cynllunio ar sail senarios ar wahân ar gyfer nwy a thrydan, gan olygu bod ymgorffori dyheadau amrywiol a llywio penderfyniadau yn gryn her.
- Mae Llywodraeth Cymru yn ariannu Cynlluniau Ynni Ardaloedd Lleol (LAEPs) gan holl awdurdodau lleol Cymru i ysgogi cynllunio ynni ar lefel leol. Gall swyddogaeth gydlynu newydd hwyluso'r cynlluniau hyn, ymgysylltu â gweithredwyr rhwydweithiau perthnasol, a chefnogi penderfyniadau lleol yn absenoldeb Cynllunydd System Rhanbarthol (RSP) gweithredol.
- Wrth gynllunio, dylid ystyried sut mae gwahanol rwydweithiau yn rhyngweithio a nodi cynlluniau sy'n costio leiaf sy'n cyd-fynd ag anghenion rhanddeiliaid a thargedau Net Sero.

Ffactorau Dylanwadol a Dibyniaethau

- Byddai'r swyddogaeth arfaethedig yn hwyluso cydweithio rhwng Llywodraeth Cymru, awdurdodau lleol, DNOs, a GDNs er mwyn galluogi dull system gyfan o alinio a chydgrynhoi Cynlluniau Ynni Ardaloedd Lleol (LAEPs).
- Byddai'n helpu i wneud penderfyniadau cyflymach a mwy gwybodus ynghylch y seilwaith ynni yn seiliedig ar gynlluniau rhanbarthol a lleol Cymru.
- Gallai'r swyddogaeth hefyd gynghori Llywodraeth Cymru ar y sefyllfa ohoni o ran pontio i'r system ynni.

Argymhellion i Lywodraeth Cymru

Ystyried creu swyddogaeth annibynnol sy'n canolbwyntio ar hwyluso cydlyniant ar draws rhwydweithiau'r system gyfan yng Nghymru a phenderfyniadau buddsoddi.

Gallai'r swyddogaeth hwyluso'r gwaith o gydlynu LAEPs ac ymgysylltu â'r FSO, DSOs, a GDNs. Mae'n bosibl mai'r Cynllunydd System Rhanbarthol (RSP) arfaethedig fydd yn cyflawni'r rôl hon yn y pen draw, ond mae ei rôl dan ymgynghoriad ac felly'n parhau'n ansicr.



Crynodeb o Dystiolaeth ar gyfer Rôl Cydlynnydd Systemau

1. Mae prosiect ESC ac ymgysylltu â rhanddeiliaid yn rhoi tystiolaeth o'r angen am gynllunio cydlynol a buddsoddiadau rhagweladwy yn y system ynni, y gallai'r swyddogaeth a awgrymir ei chefnogi.
2. Mae bylchau sefydliadol a diffyg cydlynu rhwng gweithredwyr ynni is-genedlaethol yn rhwystr i fuddsoddiad rhagweladwy mewn system ynni sero net.
3. Mae angen ymagwedd hyblyg a strategol sy'n seiliedig ar farn wrth wneud penderfyniadau buddsoddi ar gyfer sero net er mwyn galluogi rhwydweithiau i hwyluso sero net.
4. Mae angen mwy o gynllunio a chydlynu ar lefel is-genedlaethol. Gallai hyn ddigwydd drwy gynllunio materion ynni lleol a rhwydweithiau mewn modd cydlynol, er mwyn datblygu seilwaith yn strategol sy'n sicrhau gwerth lleol ac sydd o fudd i rwydweithiau wrth wneud penderfyniadau. Mae OFGEM yn bwriadu mynd i'r afael â hyn drwy gynnal ymgynghoriadau ar Lywodraethu Rhwydwaith Lleol, a lansiwyd ym mis Mawrth 2023.
5. Gall y swyddogaeth a awgrymir gefnogi Llywodraeth Cymru drwy ddarparu arbenigedd am rwydweithiau technegol. Bydd yn dod â'r DSO, Llywodraeth Leol, a'r FSO ynghyd i drafod nodau strategol hirdymor, yn eu helpu i gydlynu'n well, a chynghori ardaloedd lleol ar fuddsoddiadau rhanbarthol i ysgogi hyder mewn buddsoddiadau mewn rhwydweithiau.

Goblygiadau i Rwydweithiau



GOBLYGIADAU I RWYDWEITHIAU

Goblygiad i Rwydweithiau - 1: Bydd cynnydd yn yr adegau pan mae'r galw am drydan ar ei uchaf yn golygu y bod atgyfnerthu'r rhwydwaith dosbarthu trydan

Mae'r dadansoddiad o'r system gyfan drwy ddefnyddio ESME, a gynhaliwyd yn y prosiect hwn, yn awgrymu y bydd cynnydd sylweddol pan fydd y galw am drydan ar ei uchaf. Mae hyn yn golygu y bydd angen atgyfnerthu'r rhwydwaith trydan yn sylweddol, yn enwedig ar y rhwydwaith dosbarthu. Er mwyn rhoi mwy o eglurder ar ble yn union y bydd angen atgyfnerthu ac i ba raddau, mae angen mwy o sicrwydd ynghylch lleoliad a chyfansoddiad o ran cynhyrchu, y galw o ran defnydd yn y pen draw, a'r adegau pan fydd y galw ar y rhwydweithiau ar ei uchaf yn y dyfodol. Mae dau faes sy'n arwyddocaol ac yn peri cryn ansicrwydd i rwydweithiau trydan, sef: i ba raddau y bydd opsiynau wedi'u trydaneiddio yn diwallu'r galw am wres pan mae ar ei uchaf; a faint o hydrogen a gynhyrchir gan electrolysis, a allai gael effaith o bwys ar y galw am drydan pan fydd ar ei uchaf. Bydd y maes cyntaf yn cael effaith fwy sylweddol yn y tymor byr yn ôl pob tebyg wrth i ragor o opsiynau gwres wedi'i drydaneiddio a cherbydau trydan gael eu defnyddio. Gallai'r ail faes ddechrau cael effaith yn y 2030au gan ei bod yn bosibl y gallai faint o hydrogen a gynhyrchir, a'r galw amdano, gynyddu'n sylweddol.

Er bod gan weithredwyr y rhwydweithiau trydan gynlluniau i atgyfnerthu yn y tymor byr, trwy gyfnodau rheoli prisiau RIIO-ED2, proses Buddsoddiad Trosglwyddo Strategol Carlam Ofgem (ASTI) a datganiadau datblygu tymor hir (LTDS), mae cryn ansicrwydd o hyd ynghylch beth fydd y galw ar ei uchaf yn y dyfodol hyd at 2030 a thu hwnt, ac mae hyn yn effeithio ar allu rhwydweithiau i atgyfnerthu. Mae'r hyn sydd ei angen i ddiwallu'r galw y gellir ei ragweld yn y tymor byr (ee, cerbydau trydan, pypiau gwres) yn creu heriau i DNOs, ond mae mecanweithiau ansicrwydd RIIO-2 yn cynnig cyfle i ymateb, wrth i'r ansicrwydd hyn leihau. Bydd gwell dealltwriaeth o'r galw yn ôl tebyg pan fydd ar ei uchaf yn y dyfodol yn helpu i lywio'r gofyniad i atgyfnerthu rhwydweithiau, a bydd hyn, yn ei dro, yn helpu i alluogi rhwydweithiau i fuddsoddi ymlaen llaw. Dylid defnyddio'r mecanweithiau ansicrwydd hefyd i fynd i'r afael â'r her nawr ac yn y dyfodol o ddarparu cysylltiadau ychwanegol â'r rhwydweithiau, i ddsbarthu'r ynni newydd a gynhyrchir ac i ddiwallu'r galw ychwanegol. Dylai'r strwythur rheoli prisiau yn y dyfodol, sy'n destun ymgynghoriad gan Ofgem ar hyn o bryd (ar ôl RIIO-2, a thu hwnt) gael ei gynllunio i ddarparu dulliau pellach o sicrhau buddsoddiad ychwanegol, amserol a rhagweledol ar ôl 2030.

Goblygiad i Rwydweithiau - 2: Bydd trydaneiddio gwres yn chwarae rhan bwysig wrth bontio i ddull newydd o gynhyrchu gwres yng Nghymru. Fodd bynnag, dylid archwilio strategaethau eraill i reoli effaith ar y rhwydwaith dosbarthu trydan ar yr adegau pan mae'r galw ar ei uchaf.

Mae rhwydweithiau trydan wedi'u cynllunio i ddiwallu'r galw pan fydd ar ei uchaf, felly gallai hyn leihau'r angen am ofynion atgyfnerthu. Bydd trydaneiddio gwres a thrafnidiaeth ddomestig yn cyfrannu'n fawr at y galw pan fydd ar ei uchaf. Bydd hyn yn sbarduno atgyfnerthiad sylweddol, yn enwedig yn y rhwydwaith dosbarthu. Er y dylai gweithredwyr rhwydweithiau baratoi ar gyfer lefel sylweddol o drydaneiddio gwres, mae'n bwysig deall sut y gellir defnyddio technolegau a dulliau eraill i reoli'r galw pan mae ar ei uchaf, a sut y gall cyfuniad o'r technolegau hyn alinio o fewn ardal leol. Mae'r opsiynau hyn yn cynnwys storio thermol y tu ôl i'r mesurydd, ymateb ar ochr y galw, mesurau effeithlonrwydd ynni, newidiadau mewn ymddygiad, rhwydweithiau gwres a'r defnydd posibl o foeleri hydrogen hybrid mewn rhai lleoliadau. Mae'r rhain yn opsiynau pwysig i leihau costau system gyfan trwy leihau'r galw pan fydd ar ei uchaf, yn ogystal â faint o waith atgyfnerthu sydd ei angen. Dylai DNOs wneud y defnydd gorau posibl o ddulliau arloesol i leihau'r galw pan mae ar ei uchaf a chyflymu'r broses o bontio i DSO. Bydd hyn hefyd yn helpu i sicrhau'r cyflenwad a'r galw gorau posibl ar y lefel ddsbarthu.



GOBLYGIADAU I RWYDWEITHIAU

Goblygiad i Rwydweithiau - 3: Er mwyn datgarboneiddio diwydiant yng Nghymru, mae angen cefnogaeth gydlynol ar gyfer cynllunio a gweithredu

Bydd y dewisiadau a wneir o ran datgarboneiddio gan asedau diwydiannol mawr yng Nghymru yn effeithio ar y broses o bontio rhwydwaith ynni Cymru. Mae cyfle i gwmnïau rhwydweithiau, ar draws fectorau a lefelau trosglwyddo, weithio gyda Diwydiant Sero Net Cymru (NZIW), cyrff eraill yn y diwydiant a Llywodraeth Cymru i asesu'r opsiynau o ran datgarboneiddio diwydiant. Rhaid i gystyrau diwydiannol gydlynw mwy gyda rhwydweithiau ac awdurdodau lleol wrth weithredu Cynlluniau Ynni Ardaloedd Lleol (LAEPs) i wneud eu cynlluniau yn glir i randdeiliaid eraill

Goblygiad i Rwydweithiau - 4: Bydd angen seilwaith rhwydwaith newydd ar gyfer trosglwyddo trydan er mewn cynyddu faint o ynni adnewyddadwy a gynhyrchir yn sylweddol.

Bydd angen cynhyrchu llawer mwy o ynni adnewyddadwy wrth i Gymru ddatgarboneiddio. Mae'r dadansoddiad a gynhaliwyd yn y prosiect hwn yn awgrymu mai defnyddio gwynt ar y môr yw'r opsiwn rhataf ar gyfer cyflenwi pŵer mewn swmp. Fodd bynnag, pe bai technolegau ynni adnewyddadwy eraill fel gwynt ar y tir, solar ffofoltaidd (PV) a'r llanw yn cael mecanweithiau cefnogi ychwanegol fel gwell Contractau er Gwahaniaeth neu amgylchedd cynllunio mwy cadarnhaol ar draws Prydain Fawr, gallent gael eu defnyddio fwy yn system ynni Cymru (a'r DU) yn y dyfodol.

Bydd angen seilwaith ychwanegol ar gyfer rhwydweithiau trosglwyddo i ddod â thrydan ar y môr yn ôl i'r tir (neu drosglwyddo'r trydan a gynhyrchir drwy ddefnyddio mwy o ynni adnewyddadwy ar y tir) ac mae gwaith cynllunio manwl ar y gweill. Mae hyn yn cynnwys y cyswllt trosglwyddo rhwng y gogledd a'r de (gweler Argymhelliad 7 ac adran 11). Er mwyn galluogi'r defnydd helaeth o ynni gwynt ar y môr sydd ei angen, neu gapasiti cynhyrchu adnewyddadwy arall, mae angen cyflymu'r broses o ddarparu seilwaith newydd ar gyfer rhwydweithiau trosglwyddo. I wneud hyn, bydd angen fframwaith rheoleiddio sy'n caniatáu buddsoddiad strategol a rhagweledol. Mae adroddiad HND NGESO yn cadarnhau hyn.

Goblygiad i Rwydweithiau - 5: Bydd datblygiad parhaus a chyflym ynni adnewyddadwy ledled Cymru yn ychwanegu at yr heriau sy'n gysylltiedig â sicrhau sefydlogrwydd mewn rhwydweithiau dosbarthu trydan a chydbwysu ar draws y rhwydweithiau trosglwyddo

Bydd defnydd mawr o ynni adnewyddadwy, sy'n creu cyflenwad pan mae'r galw'n uchel ac yn isel, yn cynyddu'r angen i reoli heriau gweithredu lleol fel foltedd a lefel namau, yn ogystal â chydbwysu ar draws y rhwydwaith trydan cyfan. Mae dadansoddiad ESC gan ddefnyddio ESME yn awgrymu y bydd cyfanswm y defnydd adnewyddadwy (yn enwedig ynni gwynt ar y môr yn y Môr Celtaidd) yn parhau i godi o 3GW yn 2020 i 5.7GW a 6.6GW yn 2030, ac ymhellach i 16.1GW a 18.2GW erbyn 2050, ar gyfer senarios Technoleg-Optimistaidd a Chymdeithasol Optimistaidd yn y drefn honno. Bydd angen i weithredwyr rhwydweithiau allu cynllunio ar gyfer ystod o dechnolegau marchnad, gan gynnwys tyrbinau sy'n cael eu tanio gan hydrogen, cynhyrchu niwclear, ymateb ar ochr y galw a batris i fynd i'r afael â'r heriau hyn, trwy gaffael gwasanaethau cydbwysu gan weithredwyr storio a chynhyrchu, yn ogystal â darparu'r hyblygrwydd fel agregwyr.



GOBLYGIADAU I RWYDWEITHIAU



Goblygiad i Rwydweithiau - 6: Gallai maint, a dulliau cynhyrchu, hydrogen gael effaith sylweddol ar rwydweithiau trydan, nwy naturiol a hydrogen yng Nghymru

Mae ansicrwydd ynghylch ar ba raddfa y cynhyrchir hydrogen yng Nghymru yn y dyfodol, yn ogystal â'r dechnoleg sy'n ei gynhyrchu. Mae'r dadansoddiad a wnaed yn y prosiect hwn yn awgrymu y gallai defnyddio llawer iawn o electrolyswyr rhwng 2045 a 2050, i'w hallforio i weddill Prydain Fawr yn bennaf, gynyddu'r galw blynyddol am drydan yng Nghymru tua 18TWh. Gallai hyn arwain at oblygiadau o bwys o ran atgyfnerthu'r rhwydwaith trydan, a'r angen am rwydwaith trosglwyddo hydrogen i'w allforio. Fodd bynnag, bydd y model technolegol a busnes a ddefnyddir (ee, cynhyrchu hydrogen yn ogystal â chynhyrchu ynni gwynt ar y môr) yn benderfynnydd o bwys o'r math o fuddsoddiad sydd ei angen mewn rhwydweithiau. Os cynhyrchir hydrogen glas yng Nghymru, fel y gwelir mewn blynyddoedd interim mewn rhai senarios, bydd hyn yn creu rhywfaint o alw am nwy naturiol fydd yn effeithio ar yr angen i gadw rhannau o'r rhwydwaith nwy naturiol. Bydd angen defnyddio hydrogen i ddiwallu'r galw yn ôl pob tebyg, yn bennaf ar gyfer diwydiant a chludo ar longau, yn y tymor canolig i'r tymor hwy. Felly, dylai gweithredwyr rhwydweithiau ddeall faint o hydrogen a gynhyrchir a'r mathau o ddulliau cynhyrchu yn y dyfodol, ac addasu wrth i ddyfodol hydrogen ddod yn fwy pendant. Dylai gweithredwyr rhwydweithiau weithio gyda Llywodraeth Cymru a Llywodraeth y DU hefyd i leihau ansicrwydd ynghylch hydrogen yn y dyfodol.

Goblygiad i Rwydweithiau - 7: Dylai gweithredwyr rhwydweithiau nwy naturiol archwilio'r angen am rwydwaith trosglwyddo hydrogen yng Nghymru, a'i werth.

Dylai perchnogion rhwydweithiau nwy naturiol ddal ati i ymchwilio i'r angen am rwydwaith trosglwyddo hydrogen yng Nghymru, ei ddyluniad a'i ddichonoldeb. Fel y nodwyd yn y Goblygiad i Rwydweithiau - 6, mae ansicrwydd ynghylch beth fydd y dulliau cynhyrchu hydrogen a rôl hydrogen yng Nghymru a gweddill system ynni'r DU yn y dyfodol.

Fodd bynnag, mae'r prosiect hwn wedi canfod y gallai ddechrau bod yn gost-effeithiol ar gyfer y system ynni i rannau o ddiwydiant ac y gallai cael ei ddefnyddio wrth gynhyrchu pŵer y gellir ei anfon o ddechrau i ganol y 2030au.

Mae'n bosibl cynhyrchu hydrogen o ystod o ffynonellau gan gynnwys electrolyswyr, nwy naturiol gyda CCUS (hydrogen glas), gwres niwclear a biomas. Erbyn 2050, bydd y system fwyaf cost-effeithiol yn cynnwys hydrogen gwyrdd yn ôl pob tebyg, a rhyw gyfuniad o'r ffynonellau eraill. Bydd angen dadansoddiad lleol manwl i gynllunio'r union lwybrau, ond bydd angen cludo hydrogen at y dibenion hyn i ffwrdd o ganolfannau cynhyrchu posibl yng ngogledd Cymru yn ôl pob tebyg (ee, rhanbarthau Glannau Dyfrdwy, Cei Connah neu Wylfa), ac ym Mhenfro yn ne Cymru.

Byddai angen storio hydrogen ar raddfa fawr i gynnal tyrbinau hydrogen yn ne Cymru. Disgwylir y bydd angen y rhain i ddarparu hyblygrwydd, gwasanaethau system ac i fodloni'r galw am wres trydanol domestig pan mae'r galw ar ei uchaf. Er y dylid parhau i ystyried opsiynau storio hydrogen ar raddfa fawr yng Nghymru, bydd gofynion lleoli daearegol yn golygu y bydd angen storio hydrogen yn Lloegr yn ôl pob tebyg i gefnogi'r galw yng Nghymru. I wneud hyn bydd angen rhwydwaith trosglwyddo hydrogen sy'n cysylltu'r cyfleusterau storio posibl yn Lloegr â'r galw yng Nghymru. Fodd bynnag, os gellir datblygu opsiynau storio hydrogen ar raddfa fawr ac mewn modd cost-effeithiol yng Nghymru, gallai fod o fudd economaidd cael rhwydwaith trosglwyddo i allforio hydrogen o Gymru i Loegr.

GOBLYGIADAU I RWYDWEITHIAU

Goblygiad i Rwydweithiau - 8: Gall Hyblygrwydd ar Ochr y Galw leihau effaith y galw pan mae ar ei uchaf ar rwydweithiau dosbarthu trydan, ond ni all ei dileu.

Gall opsiynau ymateb ar ochr y galw, yn enwedig gwefru cerbydau trydan clyfar, a gwresogi clyfar sy'n galluogi storio thermol, hwyluso'r galw am drydan, gan helpu i gyfyngu ar effaith pan mae'r galw ar ei uchaf yng Nghymru. Gallai hyn arwain at 400MW yn llai o alw pan mae ar ei uchaf, ~ 10% erbyn 2050, yn seiliedig ar y modelu a wnaed yn y prosiect hwn (gweler adran 12.2). Gall hyn effeithio ar sut mae DNOs yn rheoli'r galw pan mae ar ei uchaf, felly bydd dealltwriaeth gynyddol o lefelau gwefru clyfar a gwresogi yn bwysig. Dylai hyn gyfrif am ansicrwydd megis cyflwyno'r technolegau gofynnol, ymgysylltu â defnyddwyr, datblygu modelau busnes addas (ee, agregwyr) a defnyddio'r seilwaith digidol sydd ei angen i hwyluso ymateb effeithlon ar ochr y galw.

Dylai DNOs harneisio hyblygrwydd ar ochr y galw i gynorthwyo'r gwaith o weithredu'r rwydweithiau dosbarthu yn effeithlon. Bydd hyn hefyd yn golygu bod angen llai o atgyfnerthu yn gyffredinol a, thrwy hynny, bydd yn lleihau costau. Fodd bynnag, mae mynd ati yn ddiymdroi i ddatblygu Gweithredwyr Systemau Dosbarthu (DSOs) a'r marchnadoedd a'r seilwaith digidol cysylltiedig sy'n ofynnol i fanteisio ar yr hyblygrwydd sydd eisoes yn y system ynni, yn hanfodol i gyflawni hyn. Felly, dylai hyn gael ei flaenoriaethu a'i wneud ar fyrder. Gall Marchnadoedd Ynni Lleol, sy'n ceisio sefydlu marchnad i gydlynu'r ynni a ddefnyddir a'r galw amdano mewn ardal leol, fod yn un ffordd o hyrwyddo opsiynau defnyddio ar ochr y galw. Gall DNOs/DSOs fynd ati wedyn i brynu gwasanaethau hyblygrwydd a ddarperir gan y Farchnad Ynni Leol.

Goblygiad i Rwydweithiau - 9: Dylid cynllunio system ynni ar sail system gyfan, gan alinio gweithgareddau rwydweithiau lleol, rhanbarthol a chenedlaethol. Os caiff y rôl ei dylunio a'i rhoi ar waith yn gywir, gallai'r Cynllunydd System Rhanbarthol (RSP) chwarae rhan hanfodol yn y tymor canolig, gan alinio gweithgareddau rwydweithiau lleol, rhanbarthol a chenedlaethol.

Mae gweithredwyr rwydweithiau eisoes yn ymgysylltu'n agos â Llywodraeth Cymru. Fodd bynnag, mae angen arbenigedd i ddeall goblygiadau llawn gweithgarwch rwydweithiau cymhleth i system ynni Cymru. Byddai dull sy'n edrych ar y system gyfan er mwyn cydlynu'n effeithiol rhwng nodau Llywodraeth Cymru, cynlluniau lleol a chynlluniau buddsoddi mewn rwydwaith, yn cynyddu'r tebygolrwydd o greu system ynni gost-effeithiol ac wedi'i hoptimeiddio yng Nghymru o gymharu â threfniadau sefydliadol presennol.

Nid yw union rôl yr RSP wedi'i diffinio eto (ac efallai y bydd angen swyddogaeth ar wahân yn y cyfamser – gweler Argymhelliad 12). Fodd bynnag, os yw'r RSP yn gallu cydlynu'n effeithiol rhwng nodau Llywodraeth Cymru, cynlluniau lleol a chynlluniau buddsoddi mewn rwydweithiau, gallai hyn gynyddu'r tebygolrwydd o gael system ynni yng Nghymru sy'n gost-effeithlon ac wedi'i hoptimeiddio o'i chymharu â'r trefniadau sefydliadol presennol.



GOBLYGIADAU I RWYDWEITHIAU

Goblygiad 10: Dylai pob rhwydwaith ynni ystyried sut y gall cynllunio rhwydweithiau ar gyfer y system gyfan leihau costau pontio

Amlygodd yr astudiaeth hon sut mae gwahanol fectorau ynni yn rhyngweithio, ee, effaith ffynonellau gwres eraill ar y galw am wres trydanol. Mae hefyd yn amlygu bod angen i ystod o randdeiliaid ynni gydlynu ac ymgysylltu, gan gynnwys Llywodraeth Cymru, awdurdodau lleol, gweithredwyr rhwydweithiau, diwydiant a dinasyddion Cymru. Mae hyn yn dangos bod angen cynllunio rhwydweithiau ar gyfer y system gyfan, gan ystyried pob fector a chyfranogwr wrth gynllunio seilwaith y rhwydwaith ynni, er mwyn lleihau costau pontio. Mae'r gwaith hwn, Gwaith Ymchwil Manwl Llywodraeth Cymru am Ynni Adnewyddadwy, ac ymgynghoriadau diweddar Ofgem, i gyd yn ategu'r angen am gynllunio rhwydweithiau ar gyfer y system gyfan. Yr her nawr yw gwireddu hyn. Mae Llywodraeth Cymru mewn sefyllfa unigryw i gefnogi'r gwaith o gynllunio rhwydweithiau ar gyfer y system gyfan drwy gefnogi Cynlluniau Ynni Ardaloedd Lleol (LAEPs) ar draws pob awdurdod lleol yng Nghymru. Dylai gweithredwyr rhwydweithiau ymgysylltu â'i gilydd, Llywodraeth Cymru ac awdurdodau lleol (ar Gynlluniau Ynni Ardaloedd Lleol (LAEPs) ac yn fwy cyffredinol) â rhanddeiliaid ynni ehangach i helpu i sicrhau bod eu cynlluniau ar gyfer rhwydweithiau a'u proses fuddsoddi yn ystyried y system gyfan.

Goblygiad i Rwydweithiau - 11: Mae rôl bwysig i rwydweithiau gwres mewn system ynni Sero Net i Gymru

Gall rhwydweithiau gwres wneud cyfraniad ystyrlon at gyfanswm y galw am wres yn y dyfodol, mewn system ynni gost-effeithiol yng Nghymru yn y dyfodol, yn enwedig mewn ardaloedd trefol â dwysedd poblogaeth uchel neu ardaloedd ger ffynhonnell wres fawr (ee, safle cydgynhyrchu a bwerir gan bŵer niwclear). Mae dadansoddiad o'r prosiect hwn yn awgrymu y gallai defnyddio'r rhwydwaith gwres gyflymu drwy gydol y 2030au a diwallu tua 15% (2TWh) o'r galw blynyddol am wres adeiladau yng Nghymru erbyn 2050. Gallai hyn arwain at fwy o weithredwyr rhwydweithiau gwres yn ogystal â mwy o alw am y sgiliau sydd eu hangen i'w gosod a'u gweithredu. Mae rhwydweithiau o'r fath hefyd yn destun amrywiadau o ran cyflenwad a galw oherwydd galwadau gwahanol yn ystod y flwyddyn. Yn yr un modd â'r system drydan, rhaid i ddatrysiad o ran y rhwydwaith gwres allu ymdopi â chyfnodau oer eithafol. Yr adnoddau lleol sydd ar gael – er enghraifft, boed yn safle thermol neu'n bwmp gwres – fydd yn llywio natur y datrysiad i'r rhwydwaith gwres, a bydd angen storfeydd gwres a boeleri wrth gefn ("ar gyfer y galw pan mae ar ei uchaf") yn ôl pob tebyg.



CYDNABYDDIAETHAU

Cydnabyddiaethau

Hoffai Energy Systems Catapult (ESC) gydnabod ymgysylltiad:

- Llywodraeth Cymru,
- Swyddfa'r Marchnadoedd Nwy a Thrydan (Ofgem),
- National Grid Electricity Systems Operator (NGESO),
- National Grid Electricity Transmission (NGET),
- National Gas Transmission (NGT),
- National Grid Electricity Distribution (NGED),
- SP Energy Networks (SPEN),
- Wales & West Utilities (WU).

Mae'r sefydliadau hyn wedi bod yn gefnogol wrth lunio'r dadansoddiad, y mewnwelediadau a'r argymhellion sydd yn yr Adroddiad Technegol hwn a'r adroddiad cryno sy'n gysylltiedig. Hoffai ESC gydnabod adolygiad cymheiriaid yr Athro Jianzhong Wu (Prifysgol Caerdydd) a'i fewnbwn i'r gwaith.

Rhestr Termau:

- ASHP Pwmp Gwres Ffynhonnell Aer
- CCS Dal a Storio Carbon
- DSO Gweithredwr y System Ddosbarthu
- DSR Ymateb ar Ochr y Galw
- ERH Gwresogi Trydan Gwrthiannol
- ESME Amgylchedd Modelu Systemau Ynni
- ESC Energy Systems Catapult
- EV Cerbyd Trydan
- GDNO Gweithredwr y Rhwydwaith Dosbarthu Nwy
- FEW Gridiau Ynni'r Dyfodol i Gymru
- HND Dylunio Rhwydwaith Cyfannol
- ICE Injan Hylosgi Mewnol
- LAEPs Cynlluniau Ynni Ardaloedd Lleol
- NGET National Grid Electricity Transmission
- RSP Cynlluniwr System Rhanbarthol
- SWIC Clwstwr Diwydiannol De Cymru
- SMR Adweithydd Modiwlaid Bach (niwclear)

