

Dal, Defnyddio a Storio Carbon (CCUS) yng Nghymru Papur briffio

Medi 2022



Senedd Cymru yw'r corff sy'n cael ei ethol yn ddemocrataidd i gynrychioli buddiannau Cymru a'i phobl. Mae'r Senedd, fel y'i gelwir, yn deddfu ar gyfer Cymru, yn cytuno ar drethi yng Nghymru, ac yn dwyn Llywodraeth Cymru i gyfrif.

Gallwch weld copi electronig o'r ddogfen hon ar wefan y Senedd:
ymchwil.senedd.cymru

Gellir cael rhagor o gopïau o'r ddogfen hon mewn ffurfiau hygyrch, yn cynnwys Braille, print bras, fersiwn sain a chopïau caled gan:

Senedd Cymru
Tŷ Hywel
Bae Caerdydd
CF99 1SN

Ffôn: **0300 200 6361**

E-bost: **Chloe.Corbyn@senedd.cymru**

Twitter: **[@SeneddYmchwil](https://twitter.com/SeneddYmchwil)**

Ymchwil y Senedd: **ymchwil.senedd.cymru**

Tanysgrifiwch: **[Diweddariadau mewn amser real](#)** | **[Diweddariadau wythnosol a misol](#)**

© **Hawlfraint Comisiwn y Senedd Cymru 2022**

Ceir atgynhychu testun y ddogfen hon am ddim mewn unrhyw fformat neu gyfrwng cyn belled ag y caiff ei atgynhychu'n gywir ac na chaiff ei ddefnyddio mewn cyd-destun camarweiniol na difriol. Rhaid cydnabod mai Comisiwn y Senedd Cymru sy'n berchen ar hawlfraint y deunydd a rhaid nodi teitl y ddogfen.

Dal, Defnyddio a Storio Carbon (CCUS) yng Nghymru

Papur briffio

Medi 2022

Awduron:

Michael High

Trosolwg:

Mae Ymchwil y Senedd yn cydnabod y gymrodoriaeth seneddol a roddwyd i Mighael High gan y Cyngor Ymchwil Peirianeg a Gwyddorau Ffisegol, a alluogodd yr Erthygl Ymchwil hon i gael ei chwblhau.



Cynnwys

1. Cefndir	1
2. Beth yw Dal, Defnyddio a Storio Carbon (CCUS) a sut mae'n gweithio?	2
Dal carbon	3
Cludiant	4
Storio	5
Defnyddio	5
Technolegau allyriadau negyddol: dal CO ₂ o'r aer	8
3. Targedau hinsawdd Cymru	9
Argymhellion Pwyllgor y DU ar Newid Hinsawdd	10
Cymru Sero Net Cyllideb Carbon 2 (2021-25)	11
4. Cyd-destun polisi a deddfwriaethol	13
Cymru	14
Cymru Sero Net Cyllideb Carbon 2 (2021-25)	14
Deddf yr Amgylchedd (Cymru) 2016	14
Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol (Cymru) (2015)	14
y DU	15
Strategaeth diogelwch ynni Prydain (2022)	15

Dal, defnyddio a storio carbon (CCUS): map ffordd buddsoddwyr (2022)	16
Map ffordd buddsoddwyr hydrogen: arwain y ffordd i sero net (2022)	17
Cynllun Deg Pwynt ar gyfer Chwyldro Diwydiannol Gwyrdd (2020)	19
Deddf Newid yn yr Hinsawdd (2008)	19
5. CCUS yng Nghymru	19
Sectorau diwydiannol	20
Pŵer	20
Dur	21
Sment	22
Gwydr a Serameg	22
Puro	22
Cemegau	23
Gweithgynhyrchu	23
Melinau papur	23
Diwydiant Hydrogen y Dyfodol	23
Storio CO ₂ ar y tir ac ar y môr	24
Cludo CO ₂	26
Defnyddio	28
6. Trydan adnewyddadwy a CCUS	28

1. Cefndir

Nwy tŷ gwydr yw carbon deuocsid (CO₂), a chaiff ei ryddhau drwy brosesau naturiol megis echdoriadau llosgfynyddoedd a gweithgareddau dynol, gan gynnwys llosgi tanwydd ffosil. Mae gweithgareddau dynol wedi **cynyddu'r crynodiad atmosfferig o CO₂ dros 50 y cant** ers dechrau'r chwyldro diwydiannol.

Mae'r crynodiadau cynyddol o CO₂ a nwyon tŷ gwydr eraill yn yr atmosffer **yn ysgogi newid hinsawdd** a chodi tymheredd cyfartalog byd-eang ac amllder a difrifoldeb **digwyddiadau tywydd eithafol. Prif ffynonellau allyriadau CO₂ yng Nghymru** yw'r defnydd diwydiannol a domestig o danwydd ffosil ar gyfer gwres a phŵer, amaethyddiaeth, trafniadaeth, a hedfannau rhyngwladol.

Ym mis Ebrill 2019, **datganodd Lywodraeth Cymru argyfwng hinsawdd**; Ym mis Mawrth 2021, gwnaeth y **Senedd ddeddfau ar gyfer cyfres o dargedau allyriadau** i gyrraedd allyriadau sero-net erbyn 2050 i frwydro yn erbyn newid hinsawdd. Yn ei **hail gynllun lleihau allyriadau**, nododd Llywodraeth Cymru bedwar prif lwybr tuag at leihau allyriadau CO₂ yng Nghymru:

- effeithlonrwydd adnoddau ac ynni;
- defnyddio tanwydd carbon isel yn lle tanwydd ffosil;
- cynyddu effeithlonrwydd adeiladau; a
- dal a storio allyriadau CO₂ sydd dros ben.

Mae dal, defnyddio a storio carbon yn gyfres o brosesau sy'n dal CO₂ o nwyon gwastraff a gynhyrchir gan brosesau diwydiannol (megis gwneud dur) a naill ai:

1. ei storio'n barhaol mewn safleoedd storio daearegol ar y môr (dal a storio carbon; CCS); neu
2. ei aildefnyddio i gynhyrchu cemegau, mwynau, a thanwydd synthetig (dal a defnyddio carbon; CCU).

Y Panel Rhynglywodraethol ar Newid Hinsawdd (IPCC) yw corff y Cenhedloedd Unedig ar gyfer asesu'r wyddoniaeth sy'n gysylltiedig â newid yn yr hinsawdd ac mae'n darparu sail wyddonol i lywodraethau ddatblygu polisiau hinsawdd. Mae'r Panel yn defnyddio **modelau asesu integredig (IAMs)** i ragweld senarios allyriadau'r dyfodol. Mae'r modelau hyn yn cyfuno modelau o dechnolegau ynni gyda modelau economaidd a hinsawdd. Mae'r modelau yn creu llwybrau ar gyfer cyrraedd targedau allyriadau a meintioli'r **canlyniadau os nad ydynt yn cael eu bodloni**. Mae CCS yn **dechnoleg hanfodol** yn y rhan fwyaf o lwybrau lleihau

allyriadau a fodelir gan y Panel.

Mae'r briff hwn yn darparu cefndir gwyddonol a thechnolegol i Ddal, Defnyddio a Storio Carbon (CCUS). Mae'n amlinellu'r rôl y gallai CCUS ei chwarae tuag at gyrraedd targedau allyriadau Cymru a'r cyfleoedd sy'n benodol i'r sector ar gyfer CCUS yng Nghymru. Mae hefyd yn crynhoi swyddogaeth cynhyrchu pŵer a alluogir gan CCUS mewn grid trydan carbon isel yn y dyfodol ac yn darparu cyd-destun polisi ehangach i Gymru a'r DU.

2. Beth yw Dal, Defnyddio a Storio Carbon (CCUS) a sut mae'n gweithio?

Nid un dechnoleg neu broses yw CCUS ond cyfres o brosesau i ddal, cludo a defnyddio neu storio CO₂.

Mae angen CO₂ purdeb uchel i ddefnyddio safleoedd storio yn effeithlon a lleihau gofynion cludo ynni. Mae CO₂ fel arfer yn ffurfio tua 10 i 40 y cant o nwyon gwastraff diwydiannol yn ôl cyfaint, felly mae angen uned ddal CO₂ i gynhyrchu CO₂ purdeb uchel drwy ei dynnu o nwyon gwastraff diwydiannol.

Mae'r camau canlynol yn digwydd ar gyfer cynhyrchu trydan a gaiff ei bweru gan nwy naturiol gyda CCS:

- Caiff CO₂ ei gynhyrchu pan gaiff nwy naturiol ei hylosgi i ddarparu gwres i gynhyrchu trydan;
- Mae CO₂ yn gadael yr hylogwr yn y nwy gwastraff, sy'n cynnwys nitrogen a CO₂ yn bennaf;
- caiff y nwy gwastraff ei fwydo i uned dal carbon i dynnu'r CO₂ drwy ei adweithio â thoddydd cemegol;
- caiff y toddydd sy'n llawn CO₂ ei gludo i atgynhyrchydd lle caiff ei gynhesu i adfywio'r toddydd a rhyddhau CO₂; a
- caiff y CO₂ ei gywasgu i hylif i'w gludo i safle storio lle caiff ei bwmpio i gronfa ddofn sy'n ddaearegol-ddiogel.

Ffigur 1: Egwyddor sylfaenol y system CCS



Ffynhonnell: Ymchwil Senedd Cymru o Bellona, [CCS](#)

Gall dal carbon leihau allyriadau CO₂ nwyon gwastraff diwydiannol rhwng 90 a 95 y cant. Fodd bynnag, mae gwir botensial CCUS o ran lleihau allyriadau yn sector-benodol ac yn dibynnu ar ddwystr ynni'r camau dal, cludo a storio CO₂.

Defnyddir asesiadau cylch bywyd (LCAs) i ddadansoddi gwir botensial y technolegau datgarboneiddio o ran lleihau allyriadau. Nid oes dull safonol, ac mae gwahaniaethau mewn rhagdybiaethau yn ei gwneud yn anodd cymharu asesiadau.

Dal carbon

Gellir datgarboneiddio llawer o sectorau drwy ddefnyddio CCS, gan gynnwys:

- pŵer: gellir cynhyrchu trydan carbon isel trwy dynnu CO₂ o'r nwy gwastraff yn dilyn hylosiad tanwydd ffosil neu fiomas;
- hydrogen: caiff hydrogen 'glas' ei gynhyrchu drwy ddiwygio methan â CCS a gellir ei ddefnyddio fel ffynhonnell ynni carbon isel ar gyfer diwydiant, trafndiaeth, storio ynni, a gwres; a
- diwydiant: gellir datgarboneiddio'r broses o gynhyrchu haearn a dur, sment, papur, gwydr, a gwrtiaith amaethyddol drwy dynnu CO₂ ar gamau penodol o bob proses.

Mae technolegau cyfredol uwch ar gyfer dal CO₂ yn cynnwys:

- toddyddion cemegol: caiff CO₂ ei dynnu o nwy gwastraff drwy ei amsugno'n gemegol i doddaid a'i ddal trwy wresogi'r toddaid;
- amsugnyddion solet: caiff CO₂ ei amsugno ar wyneb soled mandyllog a'i ddal drwy newid y tymheredd neu'r gwasgedd; a
- pilennau: defnyddir deunyddiau lled-hydraidd i alluogi nwyon penodol dewisol i fynd drwyddynt i ddal CO₂ o ffrwd wastraff.

Mae angen egni ychwanegol i ddal CO₂, sy'n gostwng effeithlonrwydd y broses ddiwydiannol gyffredinol ac yn cynyddu costau gweithredu a chyfalaf. Y gost yw un o'r **prif rwystrau** rhag defnyddio a masnacheiddio CCS ar raddfa fawr.

Oherwydd y costau uchel o ran cyfalaf ac ynni, dal CO₂ yw'r rhan ddrytaf o CCS. Mae'r gost o ddal CO₂ ar ei isaf ar gyfer ffrydiau gwastraff mawr gyda chrynodeadau uchel o CO₂. Bydd ymchwil a datblygu a phroses o ddysgu drwy wneud yn helpu i **leihau costau.**

Cludiant

Yn ddelfrydol, dylai CO₂ gael ei storio neu ei ddefnyddio lle caiff ei ddal. Mae cludo drwy biblinell, llong neu ar hyd y ffordd i safle ar gyfer storio neu ddefnyddio yn cynyddu'r costau cyffredinol.

Mae cludiant piblinellau wedi'i hen sefydlu. Yn fyd-eang, roedd dros **6,500 km o biblinellau CO₂ ar waith yn 2014** - defnyddiwyd y rhan fwyaf ar gyfer gwell adferiad olew (enhanced oil recovery) yn yr Unol Daleithiau. Caiff y CO₂ ei gludo gan ddefnyddio piblinellau fel hylif ar wasgedd uchel (>1000psi). Ystyrir cludiant piblinellau fel yr opsiwn cludiant mwyaf economaidd **o dan 1,500 km.**

Mae cludo CO₂ ar longau i safle storio yn opsiwn i ddiwydiannau ar arfordiroedd ac afonydd lle nad oes fynediad at bibellau. Mae cludo CO₂ ar longau yn broses gymharol aeddfed, **er ei bod wedi ei chyfyngu ar hyn o bryd i gyfansymiau bach.**

Costau gweithredu yw'r prif ffactor o ran **costau cludiant gyda llongau,** yn wahanol i gludiant piblinell, pan fo'r costau cyfalaf yn brif ffactor o ran cost. Lleihau'r gost hon yw'r rhwystr allweddol rhag ei defnyddio. Mae rhwystrau ychwanegol yn cynnwys rheoliadau, cyfyngiadau porthladdoedd a diffyg modelau busnes.

Mae'r diwydiant bwyd a diod yn defnyddio tanceri CO₂ i gludo CO₂ gradd bwyd ar hyd y ffyrdd. Oherwydd rhwystrau logistaidd a chostau, **mae'n bosibl y byddai cludiant ar y ffordd yn cael ei ddefnyddio gan safleoedd llai yn unig** lle nad oes opsiynau datgarboneiddio eraill ar gael.

Yn 2017, **ymrwymodd Llywodraeth y DU** i ddatblygu clystyrau diwydiannol i ddefnyddio CCS a hydrogen carbon isel yn y DU. Mae'r strategaeth clystyrau diwydiannol yn creu grwpiau o ddiwydiannau cyfagos sy'n ddwys o ran CO₂. Gall y clystyrau ddatblygu a defnyddio seilwaith cludiant a storio a rennir i ostwng y risgiau a'r costau cyffredinol sy'n gysylltiedig â phrosiectau CCS.

Storio

Ar gyfer tynnu'n hirdymor, rhaid i CO₂ gael ei storio'n barhaol o dan y ddaear mewn ffurfiannau daearegol addas, megis meysydd olew a nwy sydd wedi disbyddu neu ddyfrhaenau halenog. Mae dyfnderoedd storio fel arfer yn amrywio o un i bum km. Amcangyfrifir bod meysydd olew a nwy Môr y Gogledd wedi'u disbyddu yn **bodloni holl ofynion storio'r DU**.

Mae llawer o brosiectau CCS masnachol eisoes yn storio CO₂ ar gyfer gwell adferiad olew yn yr Unol Daleithiau, felly mae llawer o brofiad a gwybodaeth yn y maes hwn. Amcangyfrifir bod risgiau gollyngiadau o safleoedd storio yn isel iawn, gydag ymchwil yn dangos bod 98 y cant o'r CO₂ yn gallu **parhau i fod yn gaeth am 10,000 o flynyddoedd os caiff y safle ei ddewis yn briodol**.

Rheoliadau Storio Carbon Deuocsid (Terfynu Trwyddedau) 2011 oedd yn gosod y rhwymedigaethau'n gysylltiedig â monitro ôl-chwistrellu. Rhaid i ddeiliad y drwydded gynnal gwaith monitro priodol a gwaith angenrheidiol i sicrhau bod y safle storio yn cael ei ddychwelyd i'r cyflwr gofynnol. Ni fydd y cyfnod monitro ar ôl cau yn llai nag 20 mlynedd. Fodd bynnag, gall yr Awdurdod Olew a Nwy leihau'r cyfnod hwn os bodlonir yr amodau trosglwyddo.

Defnyddio

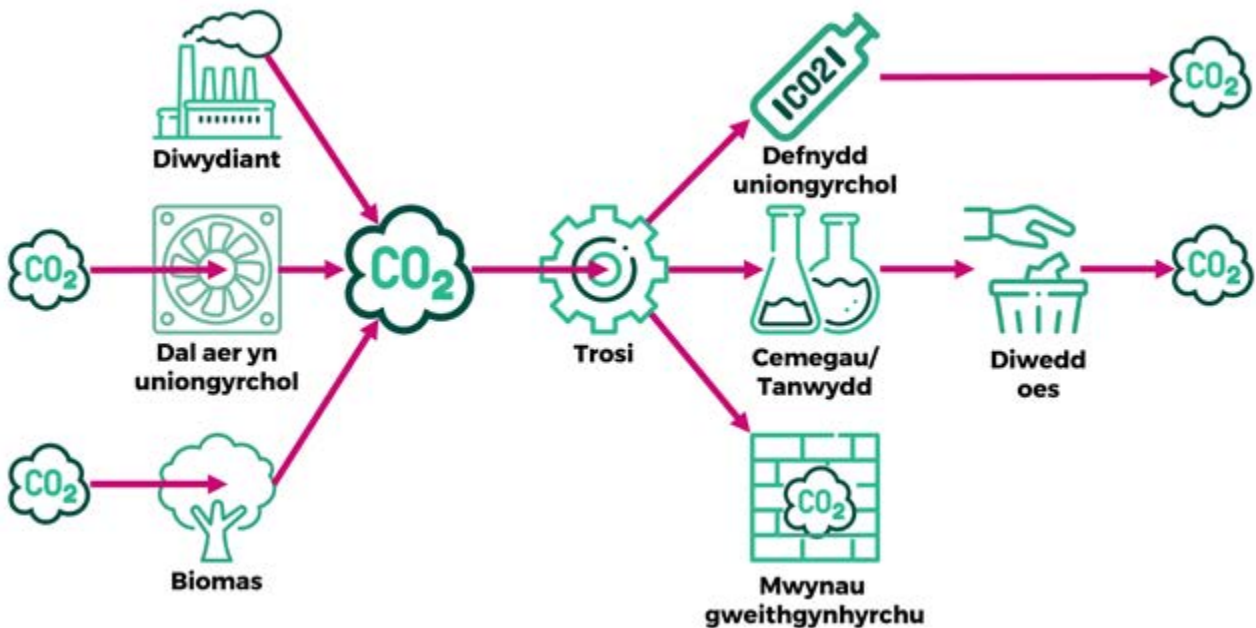
Yn CCU, defnyddir CO₂ wedi'i ddal i gynhyrchu 'cynnyrch â gwerth ychwanegol' yn hytrach na'i storio'n ddwfn o dan y ddaear. Fodd bynnag, anaml y mae'r rhan fwyaf o gynhyrchion CCU **yn storio CO₂ am gyfnodau hir**, ac mae **gofynion ynni mawr** llawer o brosesau CCU yn cynhyrchu allyriadau ychwanegol.

Gellir rhannu llwybrau CCU yn ddau gategori:

1. Defnydd uniongyrchol: defnyddir CO₂ yn uniongyrchol o fewn proses fasnachol, megis:
 - gwell adferiad olew (EOR): caiff CO₂ ei chwistrellu i gronfeydd olew er mwyn cynyddu cynhyrchiant ffynnon olew. Gellir storio'r CO₂ yn barhaol, ac mae'n bosibl gweithredu EOR i wella storio CO₂ dros adfer olew.

- bwyd a diod: defnyddir CO₂ i garbonadu diodydd, i rewi bwydydd, ac ar gyfer pecynnu. Ni chaiff y CO₂ ei storio'n barhaol.
 - garddwriaeth: gellir ychwanegu CO₂ at dai gwydr i wella'r gwaith o gynhyrchu cynydau. Ni chaiff y CO₂ ei storio'n barhaol.
2. Defnydd anuniongyrchol: caiff CO₂ sydd wedi'i ddal ei droi'n gynnyrch sy'n defnyddio proses gemegol neu fiolegol, megis:
- cemegau: gan gynnwys polymerau (plastigau) ac wrea (gwrtait). Ni chaiff y CO₂ ei storio'n barhaol.
 - mwynau gweithgynhyrchu: gellir defnyddio CO₂ i gryfhau concret neu garbonadu deunyddiau gwastraff diwydiannol i gynhyrchu agregau carbonedig y gellir eu defnyddio ar gyfer deunyddiau adeiladu. Gall y CO₂ gael ei storio'n barhaol.
 - tanwydd: Gellir cyfuno CO₂ gyda hydrogen i gynhyrchu tanwydd hydrocarbon ar gyfer trafniadaeth. Caiff y CO₂ ei ryddhau pan losgir y tanwydd.

Ffigur 2: Tynged CO₂ yn Llwybrau CCU



Ymchwil y Senedd o [Carbon capture and storage \(CCS\): the way forward](#)

Mae CO₂ yn hynod o sefydlog. Pan gaiff tanwydd ffosil ei hylosgi, mae'n rhyddhau'r ynni sydd yn y tanwydd a chaiff CO₂ ei adael fel cynnyrch gwastraff ynni isel. Felly mae angen llawer iawn o ynni carbon isel (ar ffurf gwres neu drydan) ac mae angen catalyddion i drosi CO₂ yn gynhyrchion defnyddiol. Mae hyn yn cynyddu cost y cynnyrch CCU o'i gymharu â'r cynnyrch confensiynol.

Rhaid gwerthuso pob llwybr CCU fesul achos gan ddefnyddio asesiadau cylch bywyd addas i bennu'r buddion allyriadau net gwirioneddol, os o gwbl, gan ddefnyddio **'dull systemau cyfan'**.

Blwch 1: Beth yw dull system gyfan?

Mae dull system gyfan yn ymchwilio i sut y gellir torri system i lawr i rannau, sut mae'r rhannau hyn yn dylanwadu ar ei gilydd a sut mae newidiadau yn effeithio ar ganlyniad.

Mewn cyd-destun sero-net, mae dull system gyfan yn ystyried cysylltiadau rhwng heriau cymhleth sero-net ac atebion posibl i ganfod mesurau sy'n fwy tebygol o lwyddo. Nod y dull gweithredu yw deall y rhyngweithio cymhleth rhwng atebion technegol a materion eraill, gan gynnwys materion economaidd ac ymddygiad.

Gall llunwyr polisiâu ddefnyddio'r dull er mwyn deall yn well sut mae sectorau, technolegau, ymddygiadau a pholisiâu yn rhyngweithio i benderfynu ar y newidiadau sydd eu hangen i gyflawni sero-net.

Dim ond ffracsiwn bach o'r CO₂ a gaiff ei allyrru bob blwyddyn sydd ei angen i fodloni gofynion CCU CO₂ a **ragfynegydd**. Mae'r **Asiantaeth Ynni Ryngwladol yn amcangyfrif** y bydd 8 y cant o'r CO₂ caiff ei ddal yn cael ei ddefnyddio ar gyfer CCU yn ei Senario Datblygu Cynaliadwy craidd, 2020-2070. Bydd tua 95 y cant o hynny'n cael ei ddefnyddio fel deunydd crai ar gyfer cynhyrchu tanwydd synthetig, sy'n newid mawr o heddiw, lle mae mwyafrif y CO₂ yn cael ei ddefnyddio ar gyfer gwell adferiad olew. Yn 2017, roedd **adroddiad a gomisiynwyd gan Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol Llywodraeth y DU (BEIS)**, yn asesu 25 llwybr CCU. Amcangyfrifir y byddai'r galw gan CCU yn 2030 yn llai nag 1 y cant o allyriadau carbon y DU.

Mae'r **rhwystrau** rhag defnyddio CCU yn cynnwys yr angen am CO₂ purdeb uchel, derbynadwyedd cyhoeddus, diffyg data ar faint posibl y farchnad CO₂, a diffyg ymchwil y farchnad i'r gost y byddai defnyddwyr yn barod ei dalu am gynhyrchion CCU.

Yn 2018, **datganodd** Pwyllgor Newid Hinsawdd Senedd y DU:

Whilst CCU could help to facilitate progress [on CCUS] in the 2020s, the volumes of CO₂ that can be utilised as a feedstock rather than permanently sequestered appear likely to be small relative to the necessary role for CCS in the long-term. However, CCU could be of benefit in particular niche areas (e.g. where CO₂ capture costs are relatively low but geological sequestration of the CO₂ is impractical).

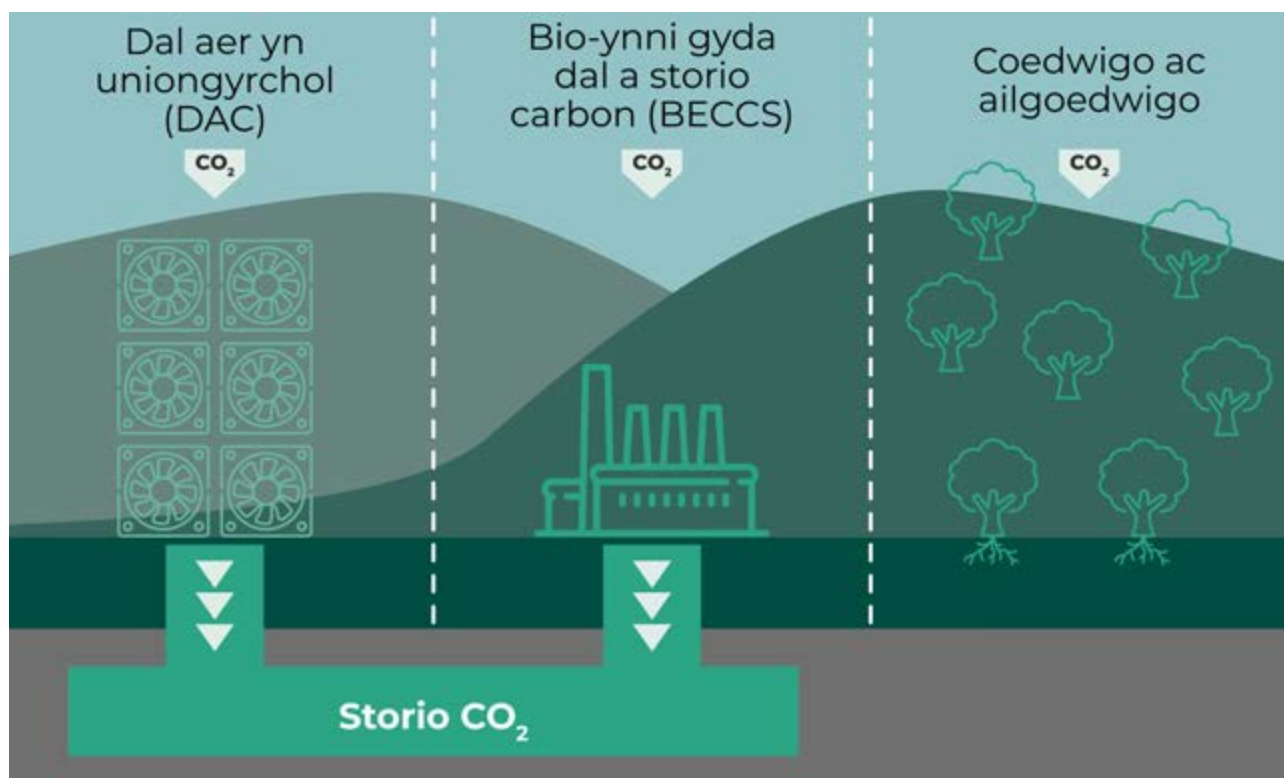
Technolegau allyriadau negyddol: dal CO₂ o'r aer

Mae **technolegau allyriadau negyddol (NETs)** yn tynnu CO₂ o'r aer a gellir ei ddefnyddio i wrthbwysu allyriadau mewn sectorau sy'n anodd eu datgarboneiddio. Mae NETs yn cynnwys bio-ynni gyda dal a storio carbon (BECCS) a dal aer yn uniongyrchol gyda dal a storio carbon (DACCS neu DAC). Mae technolegau tynnu nwyon tŷ gwydr (GGR) yn cynnwys NETs ac atebion eraill sy'n seiliedig ar natur fel plannu coedwigoedd ac adfer mawndiroedd.

Yn BECCS, mae cynydau neu goed (biomas) yn tynnu CO₂ o'r aer wrth iddynt dyfu a gellir eu hylosgi i gynhyrchu pŵer. Gellir cyflawni allyriadau negyddol drwy ddal a storio'r CO₂ o'r nwy gwastraff. Mae defnyddio BECCS ar raddfa fawr yn chwarae **rôl ganolog mewn llawer o fodelau asesu integredig**, ond mae **dadl fawr** am ei wir botensial i leihau allyriadau net. Gallai cynyddu cynhyrchiant biomas ar gyfer BECCS greu **allyriadau anfwriadol** oherwydd clirio tir a chynaeafu, gan gyfaddawdu diogelwch bwyd a bioamrywiaeth.

Mae DACCS yn tynnu CO₂ o'r aer gan ddefnyddio proses gemegol. Mae crynodiad CO₂ yn yr aer tua 300 gwaith yn llai o broses nag o broses ddiwydiannol. Mae hyn yn ei gwneud yn llawer anoddach ac yn llai effeithlon i ddal CO₂ ac yn golygu bod DACCS yn llawer drytach na'i ddal o nwyon gwastraff diwydiannol. **Amcangyfrifir bod y gost** rhwng \$300 y tCO₂, gan ddefnyddio trydan carbon isel rhad iawn, a \$1,000 fesul tCO₂. Gallai defnyddio gweithfeydd DACCS modiwl ar raddfa fwy a dysgu drwy wneud **ddod â'r costau hyn i lawr**. Hefyd, gellir lleoli DACCS ger safleoedd storio, gan ddileu costau cludiant a logisteg i bob pwrpas.

Gall y posibilrwydd o ddefnyddio NETs cost isel yn y dyfodol fod yn fwy deniadol na datblygu polisiau i ddarparu datgarboneiddio cyflym a dwfn heddiw. Fodd bynnag, os yw NETs yn methu â darparu'r nifer sylweddol o echdyniadau CO₂ a fodelir mewn modelau asesu integredig, naill ai drwy fethu â chael eu defnyddio ar y raddfa ofynnol neu gyflawni'r manteision amgylcheddol tybiedig, mae'r byd yn wynebu **risgiau sylweddol o fynd dros y llwybr 1.5°C a nodir yng Nghytundeb Paris**.

Ffigur 3: Opsiynau ar gyfer GGR

Ffynhonnell: Ymchwil y Senedd gan y Sefydliad CCS Byd-eang, [carbon removal approaches](#)

3. Targedau hinsawdd Cymru

Gosododd [Deddf yr Amgylchedd \(Cymru\) 2016](#) ddyletswyddau newydd ar Lywodraeth Cymru i sicrhau gostyngiad o ran allyriadau nwyon tŷ gwyr. Cyflwynodd hefyd ddull cyllidebu carbon i fesur cynnydd tuag at leihau allyriadau.

Gosododd y Ddeddf darged o ostyngiad o 80 y cant mewn allyriadau erbyn 2050 a dyletswydd i osod targedau interim ar gyfer 2020, 2030 a 2040. Yn 2019, cafodd [Llywodraeth Cymru ei chynghori gan y Pwyllgor Newid Hinsawdd](#) y dylai ddiwygio ei tharged 2050 a lleihau allyriadau 95 y cant. [Derbyniodd Llywodraeth Cymru y cyngor hwn](#) a datganodd ei huchelgais i sicrhau gostyngiad o 95 y cant mewn allyriadau erbyn 2050.

Ym mis Chwefror 2021, gosododd Llywodraeth Cymru [bedair cyfres arall o reoliadau](#), sef:

- diwygio targed allyriadau 2050 i sero-net;

- cynyddu targed 2030 i 63 y cant (o 45 y cant) a'r targed ar gyfer 2040 i 89 y cant (o 67 y cant); a
- gosod y drydedd gyllideb garbon (2026-2030).

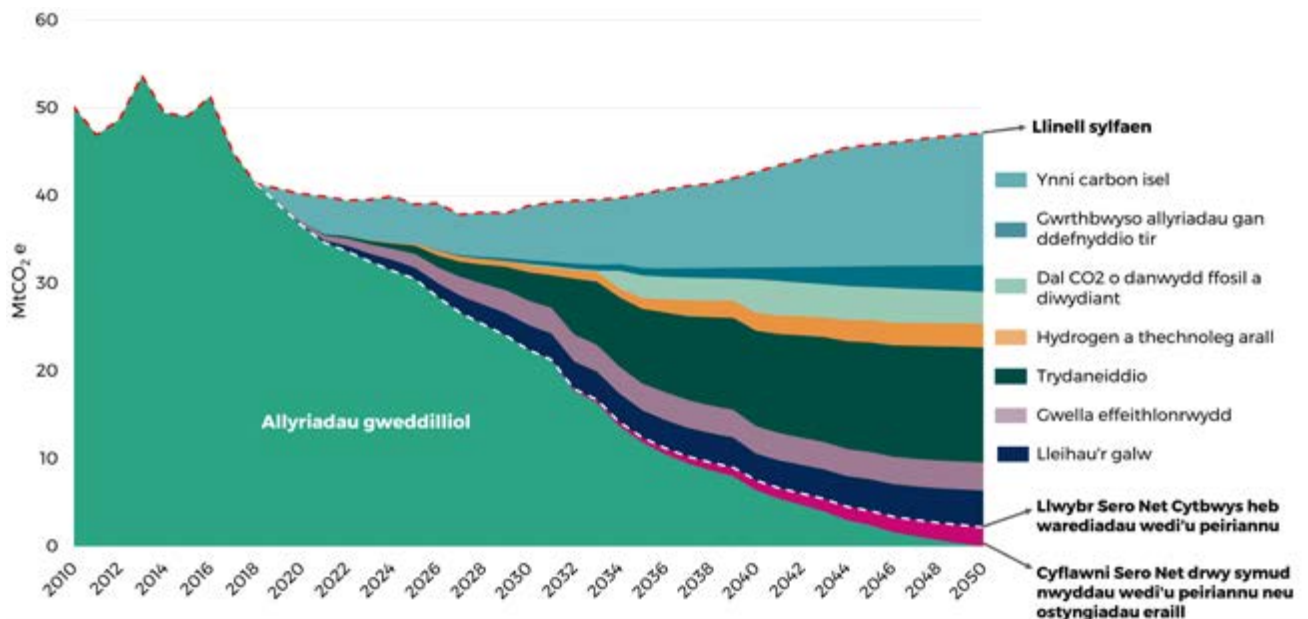
Mae'r adrannau canlynol yn crynhoi **argymhellion diweddaraf y Pwyllgor Newid Hinsawdd** ac yn amlinellu'r targedau allyriadau presennol, mesurau i liniaru allyriadau, a chynigion a nodir gan Lywodraeth Cymru yn **ei chyllideb garbon ddiweddaraf**.

Argymhellion Pwyllgor y DU ar Newid Hinsawdd

Yn 2020, **amlinellodd y Pwyllgor Newid Hinsawdd 'Lwybr Cytbwys'** i Gymru i fodloni allyriadau sero net erbyn 2050. Roedd yn cynnwys argymhellion ar gyfer mesurau lleihau allyriadau mewn pedwar maes allweddol:

- datgarboneiddio'r sector pŵer yn llwyr;
- trosglwyddo'n llwyr i werthu cerbydau trydan;
- gosod gwresogi carbon isel; a
- datgarboneiddio gweithgynhyrchu.

Ffigur 4: Mathau o leihad yn y Llwybr Sero Net Cytbwys i Gymru



Ffynhonnell: Ymchwil y Senedd gan y Pwyllgor Newid Hinsawdd, **Y Llwybr i Gymru Sero Net a chynnydd o ran lleihau allyriadau yng Nghymru** (2020)

Yn y Llwybr Cytbwys, mae CCS yn dechrau chwarae rhan wrth leihau allyriadau o 2030-2035. Defnyddir CCS i ddatgarboneiddio diwydiant, cynhyrchu trydan ac, o bosibl, cynhyrchu hydrogen.

Mae BECCS a DACCS yn dechrau cyfrannu at ddatgarboneiddio trwy dynnu carbon erbyn canol y 2030au. Argymhellodd y Pwyllgor Newid Hinsawdd y dylai'r DU a Chymru ddechrau adeiladu cadwyni cyflenwi ac uwchraddio technolegau ar gyfer defnyddio CCS.

Tabl 1: Metrigau allweddol yn y Llwybr Cytbwys i gwrdd â thargedau sero net 2050

Maes	2018	2025	2030	2035	2050
Allyriadau nwyon tŷ gwydr Cymru (MtCO ₂ e)	41	31	22	12	0
CCS mewn gweithgynhyrchu yng Nghymru (MtCO ₂)	0	<0.1	0.1	1.6	1.9
CCS mewn sectorau eraill yng Nghymru (MtCO ₂) (Heb gynnwys wrth gynhyrchu hydrogen)	0	0	1	2	4
Galw am hydrogen carbon isel (TWh)	<0.1	0.1	1.6	6.5	11.5
Echdyniadau Nwyon Tŷ Gwydr yn y DU (MtCO ₂)	0.0	<0.1	5	23	58

Ffynhonnell: y Pwyllgor Newid Hinsawdd, **Y Llwybr i Gymru Sero Net a chynnydd o ran lleihau allyriadau yng Nghymru**

Nodyn: MtCO₂ = miliwn tunnell o allyriadau CO₂; MtCO₂e = miliwn tunnell o allyriadau CO₂ cyfatebol

Cymru Sero Net Cyllideb Garbon 2 (2021-25)

Yn 2021, fe nododd Llywodraeth Cymru **ei chynllun** i fodloni ei hail gyllideb garbon, gosod y sylfeini ar gyfer y Drydedd Gyllideb Garbon a chyrraedd targedau allyriadau 2030 a 2050. Mae'r cynllun Cymru Sero Net yn dilyn argymhellion y Pwyllgor Newid Hinsawdd i gyfyngu ar y cynnydd yn nymheredd y byd i 1.5°C, sy'n gyson â Chytundeb Paris.

Mae cynllun Cymru Sero Net yn amlinellu pedwar maes eang o ran lliniaru allyriadau:

- effeithlonrwydd ynni ac adnoddau: newid cynnyrch, amnewid deunydd, lleihau gwastraff, effeithlonrwydd ynni – offer, adfer gwres, clystyru;
- newid tanwydd: newid i danwydd carbon isel, gan gynnwys hydrogen;
- CCUS: gweithfeydd CCS, BECCS, a hydrogen; ac
- adeiladau masnachol: cynyddu effeithlonrwydd stoc adeiladau masnachol.

Adolygodd Llywodraeth Cymru ddichonoldeb rhwydwaith CCUS yng

Nghymru a'i gyfraniad posibl at gyrraedd targedau sero net. Canfu'r adroddiad bod CCUS yn opsiwn ymarferol i gefnogi datgarboneiddio yng Nghymru, ond mae ansicrwydd sylweddol yn gysylltiedig â chost a chyflymder y defnydd. Mae llawer o'r pwerau sy'n gysylltiedig â CCS wedi'u cadw yn ôl gan Lywodraeth y DU ar hyn o bryd.

Mae'r cynllun Cymru Sero Net yn cynnwys y cynigion canlynol i ganfod ffyrdd o leihau costau a defnyddio CCUS ar gyflymder:

Cynnig 17 – Parhau i adeiladu ar ein sail dystiolaeth ar gyfer Dal, Defnyddio a Storio Carbon dros Gyllideb Garbon 2.

Yn gynnar yng nghyfnod yr ail gyllideb garbon bydd Llywodraeth Cymru yn adeiladu ar ei sail dystiolaeth bresennol, gan wneud ymchwil bellach yn cynnwys:

- asesiad effaith economaidd o'r defnydd o hydrogen a CCUS; a
- datblygu cynllun seilwaith posibl i hwyluso cludo a storio CO₂ yng Nghymru, wedi'i lywio gan anghenion a phenderfyniadau diwydiant.

Cynnig 18 – Clystyrau Diwydiannol – Dal, Defnyddio a Storio Carbon (CCUS)

Ymrwymodd Llywodraeth Cymru i weithio gyda Chlwstwr Diwydiannol De Cymru a rhanddeiliaid ar newid tanwydd a CCUS. Gan fod llawer o'r pwerau sy'n ymwneud â CCS wedi'u cadw yn ôl, bydd Llywodraeth Cymru yn gweithio gyda Llywodraeth y DU i gefnogi'r gwaith o ddatblygu Clwstwr De Cymru a defnyddio cyllid o Her Datgarboneiddio Diwydiannol y DU i ddefnyddio prosiectau ar gyfer:

- cynhyrchu a dosbarthu pŵer hydrogen;
- cynhyrchu trydan carbon-isel sy'n defnyddio technolegau dal carbon;
- datgarboneiddio diwydiant mawr drwy newid tanwydd; a
- chynhyrchu tanwyddau cludo carbon isel.

Bydd y **Prosiect HyNet** yng Ngogledd Orllewin Lloegr yn cynhyrchu, storio a

dosbarthu hydrogen wrth ddal a storio CO₂ mewn meysydd nwy ac olew sydd wedi disbyddu ym Mae Lerpwl a bydd yn cynorthwyo gyda phroses ddatgarboneiddio diwydiannol Gogledd Cymru.

Cynnig 19 - Echdynnu nwyon tŷ gwydr

Mae BECCS a DACCS wedi cael eu cynnig fel dulliau mwy technolegol o echdynnu CO₂ o'r atmosffer. Fe wnaeth Llywodraeth Cymru gydnabod bod angen osgoi gorddibyniaeth ar dechnolegau echdynnu nwyon tŷ gwydr yn y dyfodol er mwyn atal oedi diangen i ddatgarboneiddio yn y degawd hwn.

Nododd y cynllun Cymru Sero Net faterion i fynd i'r afael â nhw o ran cynaliadwyedd cyflenwi biomas, ymwybyddiaeth y cyhoedd a derbynadwyedd, a monitro, adrodd a dilysu.

Er mwyn i ddull tynnu nwyon tŷ gwydr fod yn gredadwy (cael gwared ar fwy o nwyon tŷ gwydr nag y mae'n ei gynhyrchu), **canfu Grŵp Gorchwyl a Gorffen Llywodraeth y DU ar fonitro, adrodd a dilysu** y bydd angen:

- gallu mesur, yn gadarn ac yn dryloyw, swm a sefydlogrwydd echdynniadau;
- datblygu protocolau monitro, adrodd a dilysu priodol ar gyfer ystod o ddulliau tynnu nwyon tŷ gwydr; a
- sicrhau manteision gwirioneddol o ran yr hinsawdd ac aliniad ag anghenion ymaddasu hinsawdd y DU.

Mae Llywodraeth Cymru **yn bwriadu ymgysylltu** mewn trafodaeth ledled y DU ar dynnu nwyon tŷ gwydr a chynnal astudiaeth ddichonoldeb i ddeall lle mae tynnu nwyon tŷ gwydr yn gorwedd yn ei strategaeth sero-net.

4. Cyd-destun polisi a deddfwriaethol

Bydd angen cymorth cyfalaf sylweddol ar **gamau cynnar defnyddio CCS** i adeiladu unedau dal a seilwaith cludo a storio. Mae **angen cymorth polisi i leihau'r risgiau technolegol, economaidd a rheoleiddio** i gymell buddsoddiad yn y diwydiant.

Mae'r adrannau canlynol yn crynhoi'r polisi a'r ddeddfwriaeth bresennol yn ymwneud â thargedau allyriadau, mesurau lliniaru allyriadau, a chynigion eraill sy'n berthnasol i CCUS a nodir gan Lywodraeth Cymru a Llywodraeth y DU.

Cymru

Cymru Sero Net Cyllideb Garbon 2 (2021-25)

Yn 2021, **amlinellodd Llywodraeth Cymru ei chynllun** i gyflawni ei hail gyllideb garbon, gosod y sylfeini ar gyfer y Drydedd Gyllideb Garbon a chyrraedd targedau allyriadau 2030 a 2050. Mae'r cynllun yn derbyn argymhellion y CCC i leihau allyriadau i gyrraedd nodau a nodir yng Nghytundeb Paris.

Roedd y cynllun yn nodi 123 o bolisiau a chynigion i gyrraedd targedau yn unol â ***Deddf yr Amgylchedd (Cymru) 2016 a Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol (Cymru) 2015***. Mae'r cynigion yn cynnwys defnyddio CCUS ar gyfer datgarboneiddio trydan, diwydiant a hydrogen.

Caiff tua 60 y cant o'r newidiadau a nodwyd eu dylanwadu gan bwerau sydd wedi'u cadw'n bennaf gan San Steffan. Galwodd Llywodraeth Cymru ar Lywodraeth y DU i weithredu i ddatgloi "dyfodol gwyrdd yng Nghymru".

Deddf yr Amgylchedd (Cymru) 2016

Mae ***Deddf yr Amgylchedd (Cymru) 2016*** ei gwneud yn ofynnol i Weinidogion Cymru gyrraedd targedau ar gyfer lleihau allyriadau nwyon tŷ gwydr yng Nghymru. Mae'r Ddeddf hefyd yn ei gwneud yn ofynnol i Weinidogion osod targedau lleihau allyriadau a gosod cyllidebau carbon i sicrhau bod allyriadau'n cael eu gostwng o leiaf 80 y cant erbyn 2050 o'i gymharu â lefelau ym 1990. Ym mis Chwefror 2021, **gosododd Llywodraeth Cymru bedair cyfres arall o reoliadau** sy'n diwygio targed allyriadau 2050 i sero net

Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol (Cymru) (2015)

Mae ***Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol (Cymru) 2015*** yn nodi saith nod cydgysylltiedig ar gyfer datblygu cynaliadwy yng Nghymru:

- Cymru lewyrchus
- Cymru gydnerth
- Cymru iachach
- Cymru sy'n fwy cyfartal
- Cymru o gymunedau cydlynus
- Cymru â diwylliant bywiog, lle mae'r Gymraeg yn ffynnu

- Cymru sy'n gyfrifol ar lefel fyd-eang

Mae'r Ddeddf yn ei gwneud yn ofynnol i gyrff cyhoeddus:

- ystyried effeithiau tymor hir eu penderfyniadau;
- mabwysiadu dull integredig o weithio;
- ystyried a chynnwys pobl o bob oed ac amrywiaeth;
- cydweithio i fodloni amcanion llesiant; a
- helpu i atal problemau rhag digwydd neu waethygu.

Yn 2021, fe gomisiynodd Llywodraeth Cymru **arfarniad annibynnol o gynaliadwyedd** i werthuso a yw ei chynllun Cymru Sero Net yn bodloni'r ymrwymadau yn Neddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol. Cafodd pob cynnig ei werthuso gan ddefnyddio fframwaith cynaliadwyedd a system sgorio ansoddol. Cafodd y tri chynnig sy'n berthnasol i CCUS eu gwerthuso a chanfu nad oedd unrhyw effeithiau negyddol ar y nodau llesiant, ar wahân i "Cynnig 19 - Tynnu nwyon tŷ gwydr", a chanfuwyd ei fod yn cael effaith gadarnhaol a negyddol ar Gymru lewyrchus.

y DU

Strategaeth diogelwch ynni Prydain (2022)

Cyhoeddodd Llywodraeth y DU ei **strategaeth diogelwch ynni** ar gyfer Cymru, Lloegr a'r Alban ym mis Ebrill 2022. Mae'r strategaeth yn cynnwys ymrwymadau ar gyfer hydrogen, ynni adnewyddadwy, olew a nwy, niwclear a CCUS. Y rhannau o'r strategaeth sy'n ymwneud â CCUS yw:

- £1 biliwn mewn buddsoddiad cyhoeddus i ddatgarboneiddio clystyrau diwydiannol;
- defnyddio'r ddau glwstwr CCUS diwydiannol cyntaf yn Teesside, Humber a Glannau Mersi;
- cam dau y **Gronfa Trawsnewid Ynni Diwydiannol**, a fydd yn dyrannu £60 miliwn i dechnolegau datgarboneiddio (gan gynnwys CCUS), gyda £100 miliwn pellach wedi ei ddsbarthu ar draws mis Mai a mis Hydref 2022;
- clystyrau CCUS i ddiogelu Môr y Gogledd at y dyfodol;
- 1 GW o hydrogen wedi'i alluogi gan CCUS i fod yn weithredol neu wrthi'n cael ei adeiladu erbyn 2025; a'r
- contractau model busnes cyntaf i'w dyfarnu i brosiectau hydrogen electrolytig

ac wedi'u galluogi gan CCUS erbyn 2023.

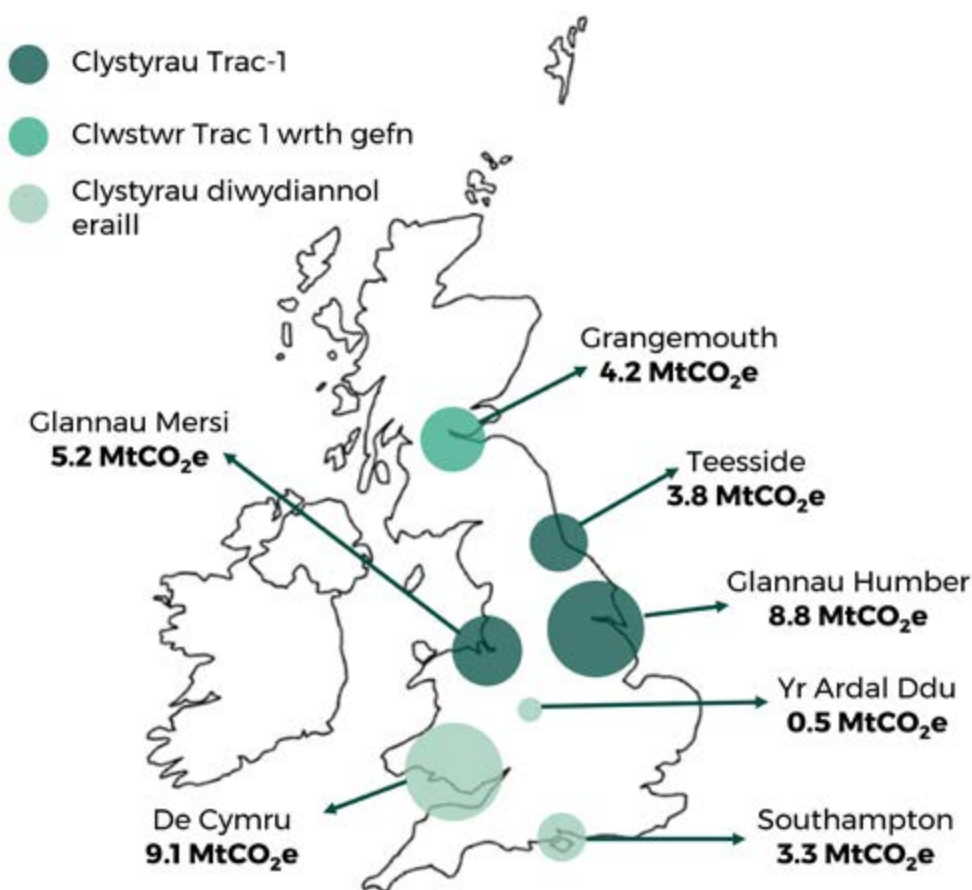
Dal, defnyddio a storio carbon (CCUS): map ffordd buddsoddwyr (2022)

Mae **map ffordd CCUS** yn amlinellu ymrwymiadau Llywodraeth y DU a diwydiant i ddefnyddio CCUS yn y DU. Mae pedwar clwstwr diwydiannol CCUS wedi'u trefnu i'w defnyddio erbyn 2030, gan ddal 20-30MtCO₂ y flwyddyn. Bydd hyn yn golygu adeiladu seilwaith cludiant a storio a rennir ym mhob safle clwstwr.

Clystyrau sydd wedi'u trefnu ar gyfer gweithredu yng nghanol y 2020au yw 'Trac-1' a **gyhoeddwyd ym mis Medi 2021**, ac mae clystyrau 'Trac-2' wedi'u trefnu ar gyfer 2030.

Ni chadarnhawyd **Clwstwr De Cymru** fel clwstwr Trac-1. Gall ardal ddiwydiannol Gogledd Cymru ddefnyddio seilwaith clwstwr Glannau Mersi ar gyfer storio.

Ffigur 5: Dilyniannu clystyrau diwydiannol y DU

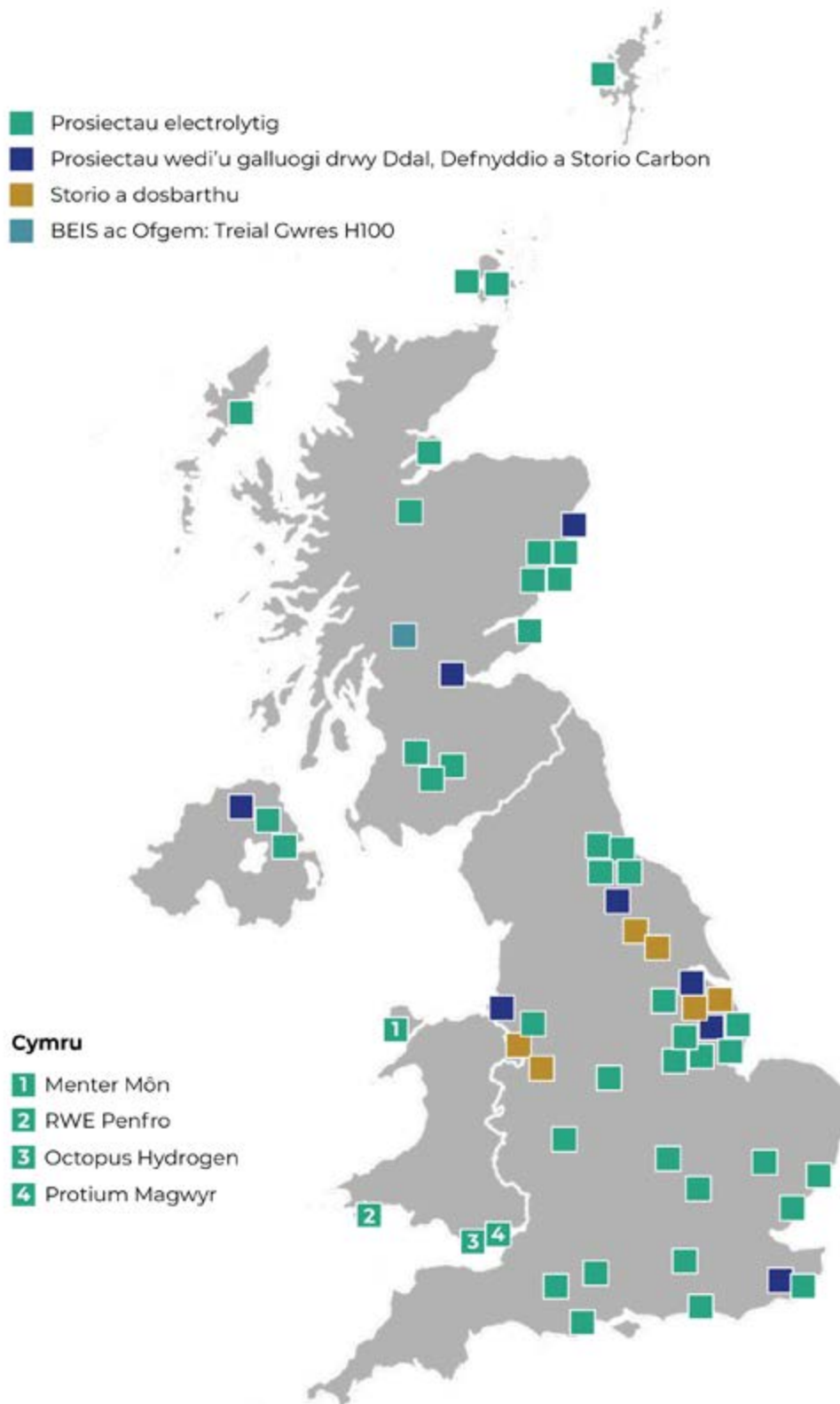


Ffynhonnell: Ymchwil y Senedd gan Lywodraeth y DU, **Carbon capture, usage and storage (CCUS): investor roadmap**

Map ffordd buddsoddwyr hydrogen: arwain y ffordd i sero net (2022)

Mae'r **map hydrogen** hwn yn amlinellu'r polisiau a ddyluniwyd gan Lywodraeth y DU i gefnogi economi hydrogen carbon isel yn y DU. Mae'r map ffordd wedi dyblu targedau cynhyrchu hydrogen carbon isel **blaenorol** i 10GW erbyn 2030, gydag o leiaf hanner yn cael ei gynhyrchu o electrolysis. Nododd y map ffordd bedwar safle posibl yng Nghymru ar gyfer cynhyrchu hydrogen electrolytig.

Ffigur 6: Prosiectau hydrogen carbon isel posibl ledled y DU



Ffynhonnell: Ymchwil y Senedd gan Lywodraeth y DU, [Hydrogen investor roadmap: leading the way to net zero](#)

Cynllun Deg Pwynt ar gyfer Chwyldro Diwydiannol Gwyrdd (2020)

Yn ei **chynllun deg pwynt**, ymrwymodd Llywodraeth y DU i ddefnyddio CCUS mewn dau glwstwr diwydiannol erbyn canol y 2020au a dau arall erbyn 2030, gyda thargedau i ddal hyd at 10MtCO₂ y flwyddyn erbyn 2030.

Deddf Newid yn yr Hinsawdd (2008)

Mae **Deddf Newid yn yr Hinsawdd 2008** yn sefydlu targed sy'n gyfreithiol rwymol i leihau allyriadau nwyon tŷ gwyrdd y DU o leiaf 100 y cant yn 2050 o 1990. Mae'r Ddeddf yn ei gwneud yn ofynnol i Lywodraeth y DU:

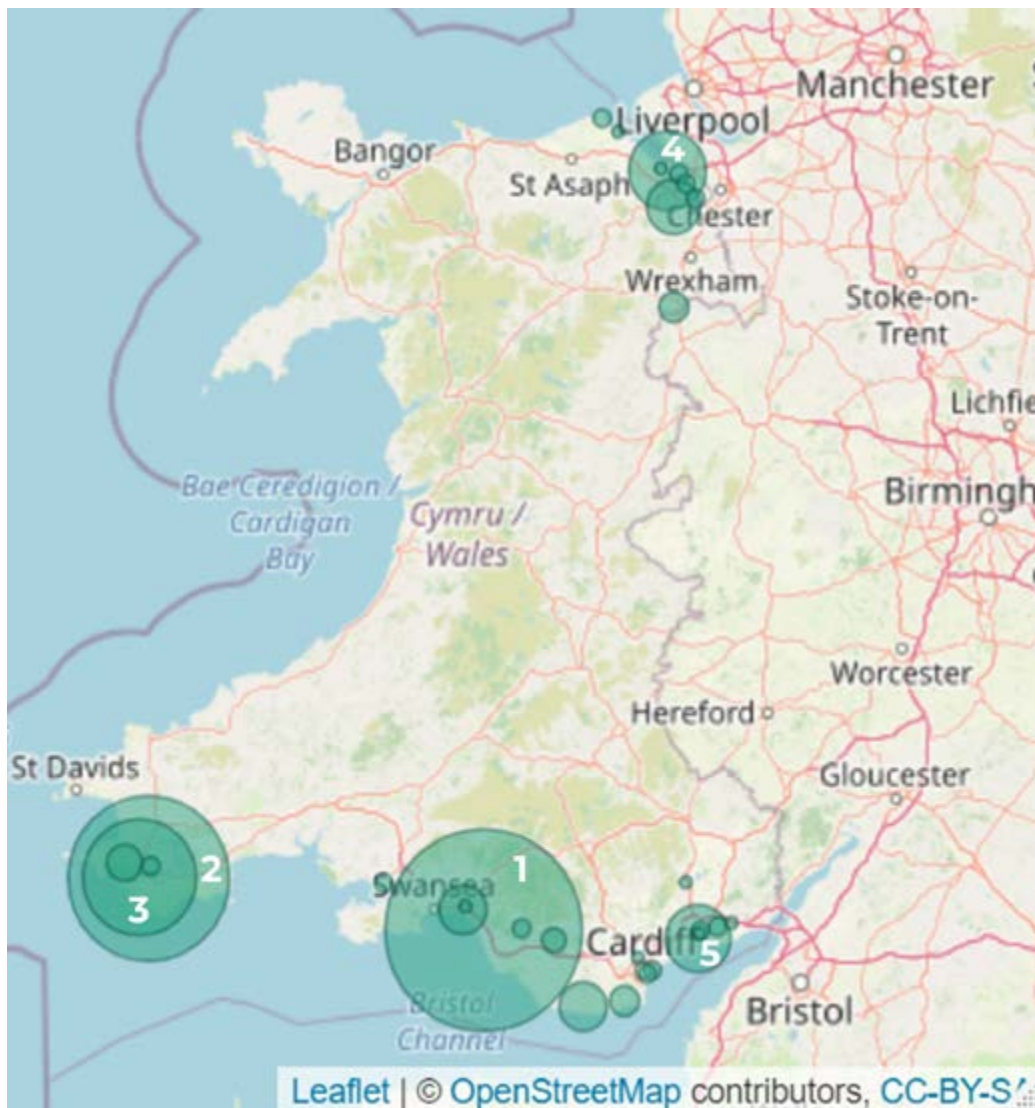
- asesu'n rheolaidd y risgiau i'r DU o effaith bresennol a'r hyn a ragwelir o ran newid yn yr hinsawdd;
- nodi ei hamcanion ymaddasu i newid yn yr hinsawdd; a
- nodi ei chynigion a'i pholisïau ar gyfer cyflawni'r amcanion hyn.

5. CCUS yng Nghymru

Ym mis Hydref 2021, **rhyddhaodd Llywodraeth Cymru adroddiad** yn gwerthuso rôl CCUS o ran cyrraedd ei tharged sero net. Amlinellodd yr adroddiad wahanol lwybrau datgarboneiddio sy'n ystyried lefelau amrywiol o ddefnydd CCUS, anghenion technoleg, opsiynau a chostau cludo a storio CO₂.

Awgrymodd yr adroddiad y dylai diwydiannau wella effeithlonrwydd ynni ac adnoddau yn gyntaf er mwyn lleihau gofynion ynni, gwastraff ac allyriadau CO₂. Y tu hwnt i'r mesurau cychwynnol hyn, mae'r adrannau canlynol yn amlinellu'r opsiynau symlach sy'n sector-benodol ar gyfer datgarboneiddio diwydiannol yng Nghymru. Mae'r rhain yn cynnwys CCUS, amnewid tanwydd (i hydrogen) a thrydaneiddio.

Ffigur 7: Map Allyriadau CO₂ Cymru 2019



Ffynhonnell: Ymchwil y Senedd gan Lywodraeth Cymru, **Rhwydwaith casglu, defnyddio a storio carbon i Gymru: adroddiad**

Nodyn: (1) Tata Steel Cyf, Port Talbot, 6.43 MtCO₂ y flwyddyn; (2) Gorsaf bŵer Penfro, 4.28 MtCO₂ y flwyddyn; (3) Purfa Penfro, 2.16 MtCO₂ y flwyddyn; (4) Gorsaf bŵer Cei Connah, 0.89 MtCO₂ y flwyddyn; (5) Gorsaf bŵer Aber-wysg, 0.72 MtCO₂ y flwyddyn.

Sectorau diwydiannol

Pŵer

Bydd angen i bob gorsaf bŵer fawr gael eu **datgarboneiddio** i gwrdd â thargedau sero net. Ar wahân i ddatgomisiynu'r orsaf bŵer, y ddau brif opsiwn datgarboneiddio yw:

CCS, gan ddefnyddio:

1. dal carbon ôl-hylosgi: caiff CO_2 ei ddal o'r nwy gwastraff ar ôl hylosgi; neu
2. dal carbon cyn-hylosgi: caiff y cyflenwad nwy tanwydd ei drosi i hydrogen a CO_2 . Defnyddir hydrogen fel tanwydd ar ôl dal CO_2 .
3. Newid tanwydd i hydrogen, gan ddefnyddio:
 - hydrogen glas a gynhyrchir yn lleol; neu
 - caiff hydrogen glas neu wyrdd ei gyflenwi gan y rhwydwaith nwy neu ei fewnforio gan long.

Bydd cyfyngiadau seilwaith yn dylanwadu ar ba opsiwn a llwydda. Mae'r rhain yn cynnwys argaeledd cyflenwad hydrogen carbon isel o'r rhwydwaith nwy neu storio lleol, argaeledd seilwaith cludo a storio CO_2 , parodrwydd technoleg, prisiau nwy a hydrogen yn y dyfodol, ffactor capasiti a ragwelir a chost.

Blwch 2: Ffactor capasiti - beth ydyw a pham mae'n berthnasol?

Y ffactor capasiti yw faint o drydan a gaiff ei gynhyrchu gan orsaf bŵer, wedi'i rannu â'r allbwn trydan posibl os yw'r orsaf bŵer yn rhedeg ar gapasiti llawn. Mae'r ffactor capasiti yn fetrig defnyddiol i gymharu generaduron gwahanol.

Er enghraifft, byddai gan dyrbin gwynt â chapasiti o 1MW uchafswm allbwn o 8,760MWh y flwyddyn, gan fod 8,760 awr mewn blwyddyn. Mewn gwirionedd, mae'r gwynt yn amrywio, ac mae'r tyrbin yn cynhyrchu llai o ynni. Os yw'r tyrbin gwynt yn cynhyrchu 3230MWh o ynni dros y flwyddyn, mae ganddo gapasiti o 38 y cant ($3230/8760 \times 100$).

Fel arfer mae gan orsafoedd pŵer tanwydd ffosil confensiynol ffactorau capasiti llawer uwch, ond mae hyn yn dibynnu ar eu swyddogaeth ar y grid.

Dur

Defnyddir llwybr ffwrnais chwyth-ffwrnais ocsigen sylfaenol (BF-BOF) i **gynhyrchu tua 70 y cant o ddur ledled y byd** ac mae'n cynhyrchu lefelau uchel o allyriadau CO_2 oherwydd:

- mae'n ddwys o ran ynni;
- y ddibyniaeth ar lo ar gyfer cynhyrchu golosg i droi mwyn haearn yn haearn crai; a'r
- swm mawr o ddur a gynhyrchir.

Gellir cyflawni datgarboneiddio llwybr BF-BOF trwy ôl-osod **technolegau newydd** megis ailgylchu nwy uchaf gyda dal CO₂ o nwyon gwastraff y ffwrnais chwyth, ffwrnais ocsigen sylfaenol, o dyn calch, gwaith sintro, gwaith ffwrn golosg, a stofiau.

Mae trydaneiddio'n bosibl drwy ddisodli BF-BOF gyda Ffwrneisi Arc Drydan sgrap (EAFs). Fodd bynnag, **nid oes digon o gyflenwad o sgrap dur** i ateb y galw byd-eang.

Mae lleihau haearn yn uniongyrchol (DRI) yn dechnoleg gymharol newydd a all gynhyrchu haearn sbwng o fwyn haearn a chael ei fwydo i ffwrnais arc drydan yn lle sgrap. Gallai **newid tanwydd o nwy naturiol i hydrogen** ar gyfer lleihau haearn yn uniongyrchol gael ei ddefnyddio i gynhyrchu dur carbon isel os defnyddir trydan carbon isel yn y ffwrnais arc drydan.

Sment

Caiff y rhan fwyaf o CO₂ a gynhyrchir wrth greu sment ei **gynhyrchu yn y "rhag-galchynnydd" a'r olyn**. Mae'r broses gemegol waelodol ar gyfer cynhyrchu sment yn rhyddhau **tua 60-70 y cant o gyfanswm yr allyriadau CO₂**, felly mae datgarboneiddio llawn yn amhosibl heb CCS. Y **prif opsiynau ar gyfer datgarboneiddio** yn y diwydiant sment yw:

- newid i danwydd carbon isel;
- cymhwyso CCS i nwy gwastraff o dynau sment; ac
- amnewid defnydd crai â mwynau eraill sydd ag allyriadau CO₂ is.

Gwydr a Serameg

O ran gweithgynhyrchu gwydr, caiff 80 i 90 y cant o allyriadau CO₂ eu cynhyrchu ar y safle **drwy wresogi o dynau gan ddefnyddio nwy naturiol**. Mae dal CO₂ o'r nwy gwastraff yn heriol oherwydd cydrannau ffyrnig yn y nwy. Gallai **technolegau dal newydd** oresgyn yr heriau hyn.

Byddai **newid tanwydd i hydrogen** yn caniatáu i wneuthurwyr ôl-osod y ffwrneisi presennol, ond bydd hyn yn dibynnu ar gostau hydrogen y dyfodol. Mae'r diwydiant gwydr hefyd yn ystyried **trydaneiddio**.

Puro

Prif ffynonellau CO₂ yn y sector puro yw hylosgi tanwydd ar gyfer cynhyrchu gwres a thrydan a diwygio metan ar gyfer cynhyrchu hydrogen. **CCS a hydrogen carbon**

isel yw'r prif opsiynau ar gyfer y diwydiant. Gan fod hydrogen eisoes yn cael ei ddefnyddio'n helaeth fel defnydd crai wrth buro, gellid ei ddefnyddio i gyflenwi diwydiannau lleol.

Cemegau

Yn debyg i'r diwydiant puro, daw prif ffynonellau CO₂ yn y diwydiant cemegau o anghenion gwresogi ac allyriadau prosesu. Mae datgarboneiddio yn broses benodol a gellid ei gyflawni **drwy ddefnyddio CCS, newid tanwydd i hydrogen, a thrydaneiddio.**

Gweithgynhyrchu

Mae angen gwres tymheredd is ar gyfer y mwyafrif o safleoedd gweithgynhyrchu, y gellir eu **datgarboneiddio'n hawdd drwy drydaneiddio.** Gall rhai safleoedd ddewis newid tanwydd yn rhannol i **newid tanwydd yn rhannol gyda hydrogen,** er enghraifft, gweithfeydd injan gyda ffowndri.

Melinau papur

Mae sawl melin bapur yn ne Cymru ac yng ngogledd-ddwyrain Cymru. Daw'r mwyafrif yr allyriadau o ofynion gwres a gellid **eu dal gan ddefnyddio CCS.** Mae **BECCS hefyd yn opsiwn** oherwydd y deunyddiau crai tebyg a gall fod yn gyfle am allyriadau negyddol.

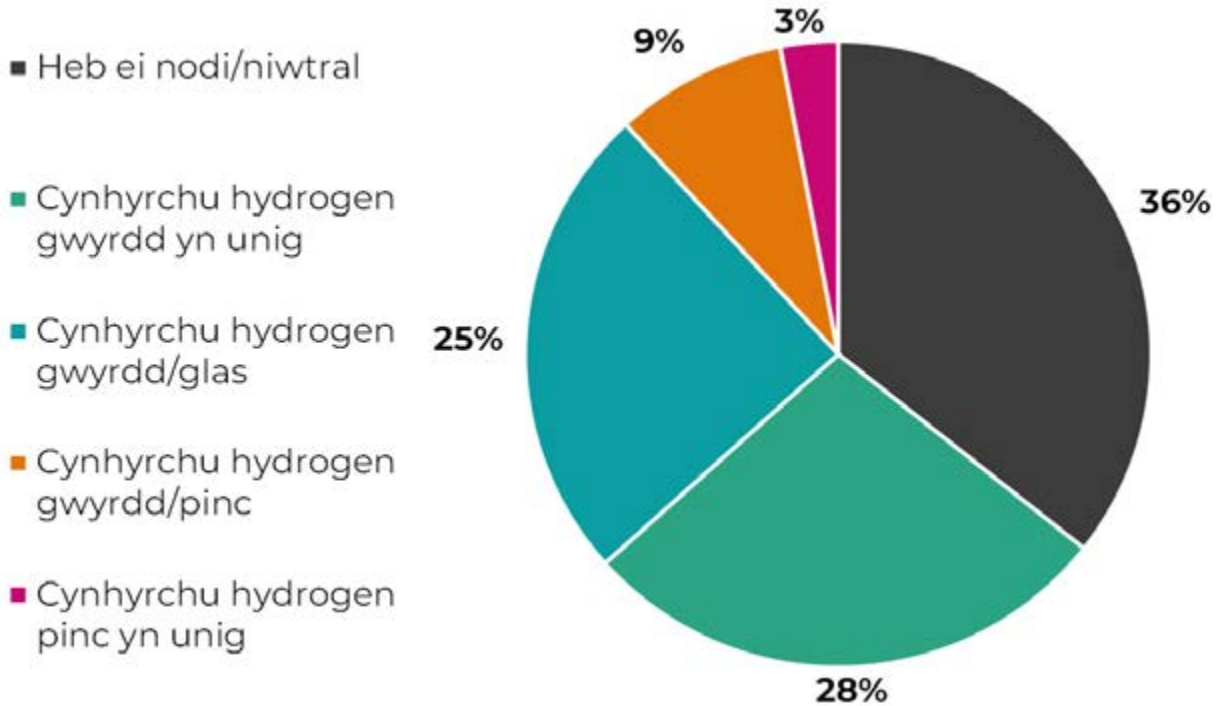
Diwydiant Hydrogen y Dyfodol

Mae nifer y gwledydd sydd â pholisiau'n cefnogi datblygiad technolegau hydrogen wedi **cynyddu dros y pum mlynedd diwethaf.** Gellir defnyddio hydrogen ar gyfer trafndiaeth a gwres ac o bosibl fel system storio ynni ar gyfer pŵer sy'n weddill o ynni adnewyddadwy.

Er mwyn i hydrogen gyfrannu at ddatgarboneiddio diwydiannol mae'n rhaid iddo fod yn garbon isel. Mae technolegau ar gyfer **cynhyrchu hydrogen carbon isel** yn cynnwys ailffurfio nwy naturiol gyda CCS (hydrogen glas) ac electrolysis gan ddefnyddio trydan carbon isel (hydrogen gwyrdd).

Ym mis Mehefin 2022, canfu ymgynghoriad gan Lywodraeth Cymru ar **ddatblygu'r sector ynni hydrogen** gefnogaeth sylweddol i hydrogen gwyrdd a dim cefnogaeth i gynhyrchu hydrogen glas yn unig.

Ffigur 8: Cyfran yr ymatebwyr yn ffafrio gwahanol fathau o gynhyrchu hydrogen carbon isel yng Nghymru



Ffynhonnell: Ymchwili y Senedd gan Llywodraeth Cymru, **Datblygu'r sector ynni hydrogen yng Nghymru.**

Nodyn: Caiff hydrogen gwrdd ei gynhyrchu o drydan adnewyddadwy gan ddefnyddio electrolysis. Caiff hydrogen glas ei gynhyrchu o nwy naturiol gyda CCS. Caiff hydrogen pinc ei gynhyrchu o drydan niwclear gan ddefnyddio electrolysis.

Storio CO₂ ar y tir ac ar y môr

Mae Ffigur 9 yn dangos map o safleoedd storio posibl ar y môr o amgylch y DU. Ni chafodd yr ardal i'r gorllewin ac i'r de o Gymru ei hymchwilio ar gyfer storio CO₂ ym **Mhrosiect Arfarnu Storio'r DU a gomisiynwyd gan y Sefydliad Technolegau Ynni.** Mae'n debygol mai'r rheswm am hyn yw oherwydd diffyg chwilio am olew a nwy ym Môr Iwerddon o'i gymharu â Môr y Gogledd.

Yn 2006, comisiynodd Adran Masnach a Diwydiant y DU (DTI) ar y pryd **adroddiad** i ymchwilio i botensial Cymru ar gyfer storio CO₂ ar y tir ac ar y môr.

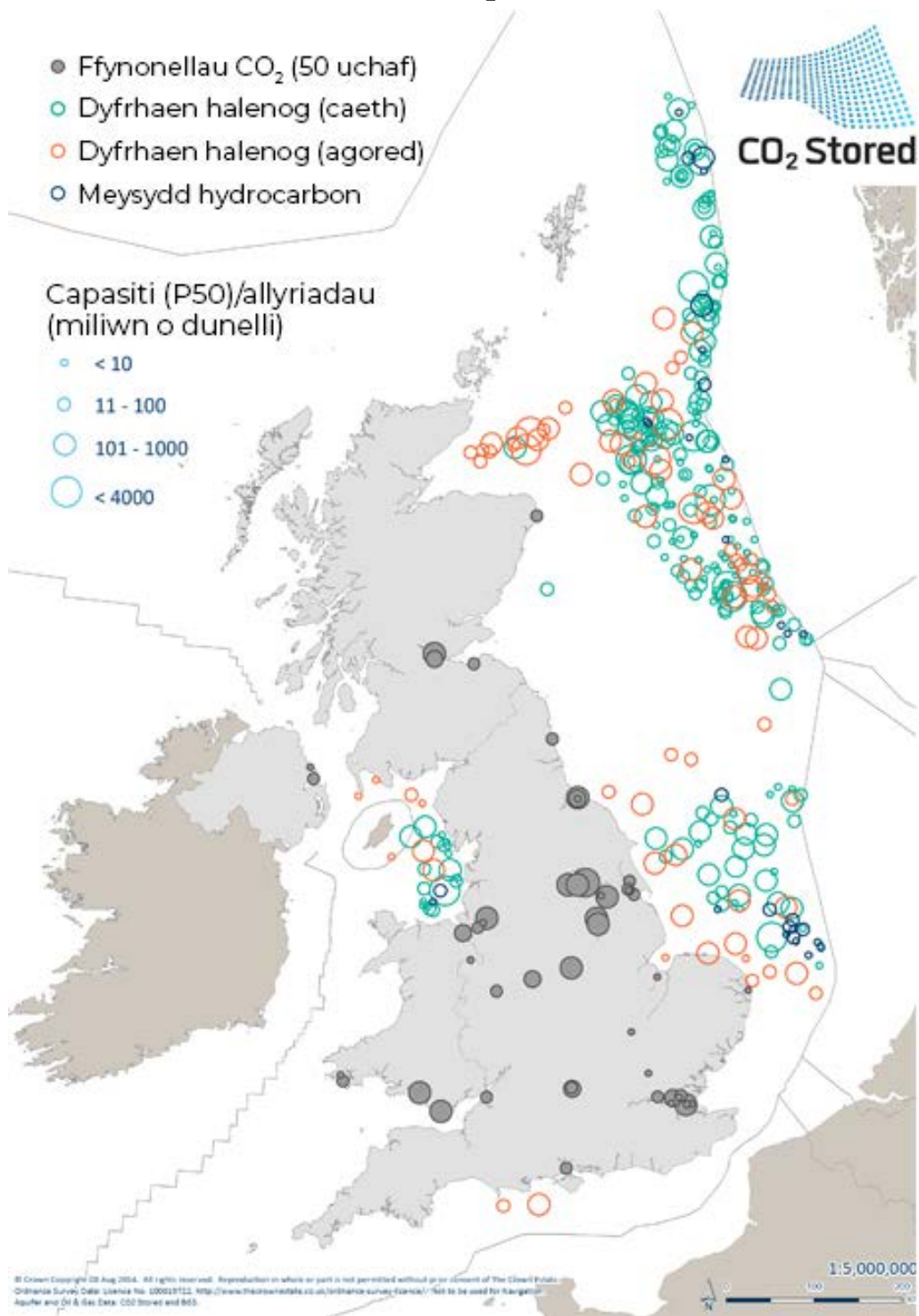
Canfu'r adroddiad bod modd storio ar y tir drwy ddefnyddio'r dyddodion glo yn Ne Cymru, sydd â'r capasiti wedi'i brofi i storio 70Mt o CO₂ a chapasiti posibl o hyd at 152Mt – tua 15 mlynedd o anghenion storio. Fodd bynnag, mae derbynadwyedd cyhoeddus isel yn golygu bod yr opsiwn hwn yn annhebygol.

Mae'r potensial i storio ar y môr o amgylch Cymru hefyd yn isel. Cafodd safleoedd eu sgrinio ym Môr Hafren, y Môr Celtaidd a Sianel San Siôr, sy'n gorwedd i'r de, y de-orllewin a'r gorllewin o dde Cymru, yn y drefn honno. Canfu'r astudiaeth gyfleoedd cyfyngedig ar gyfer storio CO₂ yn ddaearegol ym Môr Hafren, a nodwyd mai Basn Sianel San Siôr oedd â'r potensial gorau o ran safle storio. Fodd bynnag, ni chynhaliwyd ymchwiliad i faint o CO₂ y gallai'r basnau eu dal.

Canfu **adroddiad Arolwg Daearegol Prydain ar wahân** bod y potensial i storio ar y môr o amgylch Cymru yn isel, gyda rhywfaint o botensial ym masn deheuol y Môr Celtaidd.

Fe allai safleoedd newydd ar y môr sy'n agosach at ddiwydiannau yn ne Cymru gael eu hymchwilio ar gyfer storio. Fel arall, bydd angen i CO₂ sydd wedi'i ddal gael ei gludo i safleoedd storio presennol.

Ffigur 9: Amcangyfrif o gapasiti storio CO₂ y DU a safleoedd storio posibl



Ffynhonnell: Cymdeithas Ddaearegol Prydain, **CO₂ storage capacity estimation**

Cludo CO₂

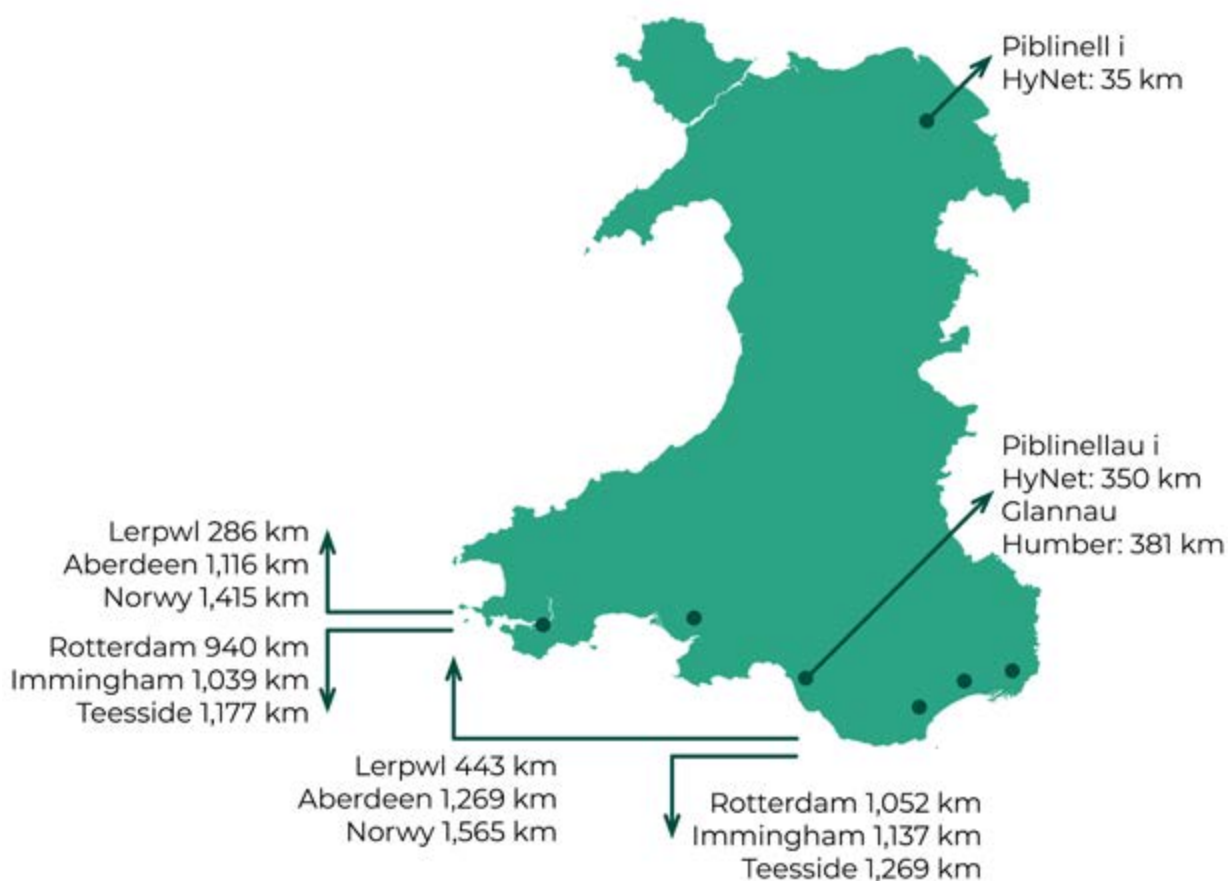
Mae angen cludiant os nad yw'r safleoedd dal CO₂ a'r safleoedd storio wedi'u cydleo. Mae hyn yn cynyddu cost gyffredinol CCS a gall wneud atebion

datgarboneiddio eraill yn fwy cystadleuol o ran costau.

Mae graddfa fawr allyriadau CO₂ yn golygu mai rhwydweithiau piblinellau dan wasgedd a chludiant llongau **yw'r unig opsiynau ymarferol ar gyfer cludiant yng Nghymru**. Mae'r opsiwn a ffeirir yn dibynnu ar faint o CO₂ sydd a'r pellter i'r safle storio. Cludiant llongau yw'r opsiwn cost isaf dros bellteroedd mawr iawn.

Isod mae **crynodeb** o'r llwybrau posibl a'r pellteroedd i safleoedd storio CO₂. Gall gogledd Cymru gael mynediad uniongyrchol i **safleoedd storio HyNet** gan ddefnyddio pibell 35km. Bydd de Cymru'n dibynnu ar gludiant llongau i safle neu safleoedd storio HyNet ym Môr y Gogledd ac Ewrop. Cafodd y rhwystr rhag cludiant CO₂ trawsffiniol â llongau ym **Mhrotocol Llundain** ei **ddileu** yn 2019, gan alluogi symudiad CO₂ yn draws-ffiniol .

Ffigur 10: Opsiynau a llwybrau ar gyfer storio CO₂



Ffynhonnell: Ymchwil y Senedd gan Lywodraeth Cymru, **Rhwydwaith casglu, defnyddio a storio carbon i Gymru: adroddiad**

Defnyddio

Cafodd rhwydweithiau'r CCS yn yr **Adroddiad rhwydwaith CCUS i Gymru** eu gwerthuso ar gyfer CCS ac nid oeddent yn mesur cyfleoedd ar gyfer defnyddio CO₂ "gan na fydd yn cael effaith sylweddol ar lefelau allyriadau CO₂ cyffredinol Cymru". Cafodd defnydd ei annog fel dewis arall yn lle storio ond dim ond ar gyfer cynhyrchion sy'n storio CO₂ yn barhaol.

6. Trydan adnewyddadwy a CCUS

Rhagwelir y bydd trydaneiddio eang o ran trafndiaeth, gwresogi a diwydiant ar gyfer datgarboneiddio **yn dyblu'r galw am drydan yng Nghymru erbyn 2050. Gweithredwyr Systemau Trydan (ESOs)** sy'n gyfrifol am gynnal y system drydan mewn amser real. Mae angen rhywfaint o hyblygrwydd ar y grid trydan i gynnal y balans rhwng cyflenwad (allbwn pŵer) a'r galw. Gall y Gweithredwyr ddefnyddio gwasanaethau wrth gefn neu wasanaethau ategol i gydbwysu'r cyflenwad a'r galw.

Gall generaduron trydan adnewyddadwy ysbeidiol gydag allbynnau pŵer amrywiol osod **heriau newydd ar fecanweithiau cydbwysu grid a roddwyd ar waith gan y Gweithredwyr**. Gall anallu ynni adnewyddadwy i gynyddu allbwn pŵer fod angen systemau storio ynni mawr neu **wasanaethau ategol mwy helaeth** i ymdrin ag amrywiadau sydyn yn y galw.

Gall Gweithredwyr newid arferion gweithredol i wella hyblygrwydd generaduron adnewyddadwy. Mae'r mesurau hyn yn **cynnwys**:

- gwell rhagolygon solar a gwynt;
- cwtogi ar gynhyrchu ynni adnewyddadwy er mwyn osgoi cau generaduron baslwyth confensiynol;
- rhyng-gysylltiad (rhyngwladol) â gridiau eraill; a
- systemau storio trydan ar raddfa fawr fel batris neu hydro wedi pwmpio.

Bydd grid trydan yn y dyfodol yn debygol o gynnwys **portffolio o dechnolegau i ddarparu trydan carbon isel mewn ffordd gynaliadwy**. Fel yr unig fath o dechnoleg cynhyrchu pŵer sy'n gallu codi allbwn pŵer a darparu gwasanaethau cydbwysu a gwasanaethau wrth gefn gydag allyriadau CO₂ isel, bydd gweithfeydd pŵer sy'n cael eu galluogi gan CCS yn werthfawr i'r system bŵer.

Mae angen persbectif systemau cyfan i ddeall effeithiau canran uchel y cynhyrchu ynni adnewyddadwy ar y grid trydan. Y metrigau allweddol sydd i'w hystyried yw

cost-effeithiolrwydd, cynaliadwyedd, dibynadwyedd, hyblygrwydd a sefydlogrwydd y grid. Rhaid cynnwys yr allyriadau a'r costau o weithgynhyrchu a gweithredu gwasanaethau cymorth ychwanegol hefyd, megis systemau storio ynni.

Ym mis Medi 2021, **rhyddhaodd y Gweinidog Newid Hinsawdd ddatganiad ysgrifenedig** ar esblygu gridiau ynni ar gyfer (Cymru sero-net). Tynnodd y Gweinidog sylw at yr angen i ail-feddwl am y seilwaith sydd ei angen i ddatgarboneiddio yn gyflym ac yn effeithiol yng Nghymru. Cyhoeddodd y byddai holl weithredwyr y rhwydwaith ynni yng Nghymru, Ofgem a Llywodraeth Cymru yn cydweithio i ddatblygu cynllun hirdymor ar gyfer rhwydweithiau ynni yng Nghymru.