

RHWYDWAITH CASGLU, DEFNYDDIO A STORIO CARBON I GYMRU

Llywodraeth Cymru

Rhif y Ddogfen: 1066651

Dyddiad: 2021-03-31



Llywodraeth Cymru
Welsh Government





Cynnwys

1	CRYNODEB GWEITHREDOL	4
1.1	Casgliadau	6
1.2	Argymhellion	9
2	CYFLWYNIAD	10
2.1	Cefndir y prosiect	10
2.2	Rôl Casglu, Defnyddio a Storio Carbon	11
2.3	Amcanion Allweddol CCUS yng Nghymru	11
3	ADBORTH RHANDDEILIAID	14
3.1	Ymgysylltu â Rhanddeiliaid	14
4	OPSIYNAU AR GYFER CCUS YNG NGHYMRU	17
4.1	Casglu, cludo a storio	17
4.2	Cludo CO ₂	18
4.3	Opsiynau amgen i CCS	23
4.4	Opsiynau Technoleg CCS ar gyfer Cymru	26
4.5	Seilwaith Presennol yn Ne Cymru	32
4.6	Opsiynau Allforio CO ₂	34
4.7	Adnabod Senario	39



5	DICHONOLDEB OPSIYNAU CCUS AR GYFER CYMRU	44
5.1	Achosion Rhwydwaith CCUS	44
5.2	Modelu Casglu CO ₂	45
5.3	Canlyniadau Modelu Casglu CO ₂	45
5.4	Modelu Hwb a Chludo CO ₂	47
5.5	Piblinell Alltraeth CO ₂ De Cymru	47
5.6	Crynodeb Modelu'r Opsiwn Allforio	48
5.7	Canlyniadau'r Gadwyn Gwerth CO ₂ Cyffredinol	51
6	MATERION YMARFEROL	52
6.1	Ariannu cyflwyniad CCUS - modelau busnes a dilyniannu clwstwr Llywodraeth y DU	52
6.2	Amseriad cyflwyniad CCUS - dilyniannu clwstwr	55
6.3	Cyfleoedd Economaidd i Gymru	57
6.4	Y Sgiliau sydd eu hangen i Weithredu Rhwydwaith CCUS	58
7	CASGLIADAU	60
8	GEIRFA	61
	ATODIAD A DOGFENNAU ALLWEDDOL A ADOLYGWYD	63

1 Crynodeb gweithredol

Argymhellodd y Pwyllgor ar Newid Hinsawdd (CCC) y dylai'r DU gyflawni allyriadau Nwyon Tŷ Gwyrdd (GHG) sero net erbyn 2050 er mwyn bodloni'r Cytundeb Paris, ac mae'r argymhelliad hwn bellach wedi cael ei basio'n gyfraith yn y DU.

Yn y cenhedloedd datganoledig, mae amrywiadau o ran y terfynau amser, gan fod y cyfloed ar gyfer datgarboneiddio'n wahanol ym mhob cenedl. Fis Mawrth 2021, deddfodd y Senedd darged sero net erbyn 2050 yng Nghymru, yn dilyn cyngor CCC a gyhoeddwyd fis Rhagfyr 2020.

Mae gan Gasglu, Defnyddio a Storio Carbon (CCUS) y potensial i alluogi datgarboneiddio mewn sawl rhan o'r economi gan gynnwys diwydiant, cynhyrchu pŵer, gwres a thrafnidiaeth. Gall leihau allyriadau'n sylweddol o hylsgiad tanwyddau ffosil, neu alluogi'r broses o gynhyrchu hydrogen carbon isel o ailffurfio methan.

O'i gymharu â rhannau eraill o'r DU, mae gan Gymru lai o gyfleoedd i storio carbon deuocsid (CO₂) oherwydd diffyg storfeydd daearegol addas. Fodd bynnag, mae gan safleoedd yng Ngogledd Ddwyrain Cymru opsiwn i gysylltu â'r prosiect storio CO₂ HyNet sy'n cael ei ddatblygu yng Ngogledd



Orllewin Lloegr, tra bod dim mynediad rhwydd i storfa CO₂ addas i safleoedd yn Ne Cymru, lleoliad y rhan fwyaf o'r diwydiant trwm. Felly, mae angen datblygu atebion gwahanol, wrth feddwl am sut i fwrw'r targed sero net ledled Cymru.

Diben yr adroddiad hwn yw cyflwyno cyfres o opsiynau i Lywodraeth Cymru eu hystyried wrth bennu'r llwybr at gyflawni sero net drwy weithrediad posibl strategaeth CCUS. Er nad yw'r strategaeth ar gyfer casglu, defnyddio a storio CO₂ (CCUS) wedi'i chadarnhau eto, gellid dadlau bod Cymru eisoes yn gwneud yn well na gweddill y DU o ran pwysleisio pa mor bwysig yw'r manteision iechyd ac amgylcheddol posibl o ddatgarboneiddio'r economi, a'r angen am drawsnewid cyfiawn. Fel enghraifft o hyn, mae Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol Cymru yn chwarae rhan bwysig o ran sicrhau trawsnewid cyfiawn at sero net ledled cymdeithas.

Mae gan Lywodraeth Cymru darged statudol i leihau allyriadau gan o leiaf 100% (sero net) yn 2050 o'i gymharu â 1990. Mae hefyd targedau dros dro sydd wedi'u gosod yn gyfreithiol ar gyfer 2030 (63%) a 2040 (89%), yn ogystal â chyllidebau carbon drwy gydol degawd 2020.¹

Yn ei Adroddiad Cyngor i Lywodraeth Cymru ym mis Rhagfyr 2020, roedd y CCC yn cydnabod y dylai Llywodraeth Cymru bellach osod targed Sero Net ar gyfer 2050. Yn yr un adroddiad, wrth gydnabod bod Llywodraeth Cymru wedi gwneud camau sylweddol a bod Cymru'n debygol o fwrw'i tharged ar gyfer 2020, nododd y CCC hefyd nad oedd Cymru'n debygol o fodloni'r targed lleihau gwreiddiol o 80% erbyn 2050, a bod llawer o waith i'w wneud er mwyn bodloni'r targed sero net erbyn 2050. Yn erbyn y cefndir hwn, ymgysylltwyd â DNV i adrodd ar ddichonoldeb rhwydwaith casglu, defnyddio a storio carbon i Gymru.

1. Mae Cyllideb Garbon 2 (2021-25) yn gofyn am leihad cyfartalog o 37% ac mae Cyllideb Garbon 3 (2026-30) yn gofyn am leihad cyfartalog o 58%.

Mae'r adroddiad hwn yn amlinellu sut allai CCUS helpu i fodloni'r targed sero net yng Nghymru. Mae'n ystyried ystod o lefelau defnyddio CCUS gwahanol, er mwyn modelu ystod o lwybrau datgarboneiddio sy'n gyrru anghenion technoleg amrywiol, opsiynau allforio CO₂ a chostau cysylltiedig.

Mae prif ffocws yr adroddiad yn ymwneud ag allyriadau CO₂ o allyrwyr mawr diwydiannol, cynhyrchu pŵer a masnachol (megis adeiladau bwrdeistrefol, canolfannau siopa ac ati). Nid yw'n mynd i'r afael â phob math o allyriadau CO₂, er enghraifft o ffynonellau trafndiaeth neu ddomestig, er y gallai'r sectorau hyn elwa ar ddatblygu seilwaith CCUS ar raddfa fawr yng Nghymru wrth gwrs. Er eu bod yn bwysig o bersectif newid hinsawdd, nid yw allyriadau methan o amaethyddiaeth neu ddiwydiant yn

rhan o sgôp yr ymchwil CCUS hwn.

Mae'r prosiect wedi gwerthuso opsiynau technoleg ledled y gadwyn gwerth CCUS gyfan. Mae defnyddio CO₂ yn bosibl, a dylid ei annog, fel opsiwn gwell na storio CO₂, ond ni fydd yn cael effaith sylweddol ar lefelau allyriadau CO₂ cyffredinol Cymru, felly bydd dal angen storio. Gan nad yw'n cael effaith faterol ar lefelau allyriadau yng Nghymru, nid yw defnydd wedi cael ei gynnwys yn y modelu yn hyn o beth.

Mae'r ymchwil wedi ystyried pedwar achos ar gyfer y galw posibl am gasglu CO₂ yng Nghymru, er mwyn rhoi ystod o senarios i Lywodraeth Cymru i'w hystyried ar gyfer polisïau yn y dyfodol.

ACHOS CCS LLEIAF	ACHOS CCS CANOLIG	ACHOS CCS UCHEL	ACHOS CCS UCHAF
- Dim ond y diwydiannau sydd angen CCUS ar gyfer datgarboneiddio prosesau sy'n ei ddefnyddio. - Ni ragdybir y bydd CCUS yn cael ei roi ar waith mewn gorsafoedd pŵer. - Tybir y bydd pob diwydiant arall yn datgarboneiddio drwy newid tanwydd neu drydaneiddio. - Tybir bod unrhyw hydrogen sy'n cael ei ddefnyddio ar gyfer datgarboneiddio yn wyrdd neu wedi'i fewnforio. - Tybir nad yw'r gwaith dur ym Mhort Talbot yn defnyddio CCUS.	- Yn defnyddio'r achos CCS Lleiaf a mwy: - Mae diwydiannau eraill sy'n addas ar gyfer datgarboneiddio drwy CCUS (oherwydd y prosesau sydd ynghlwm a/neu eu hagosrwydd at ddefnyddwyr CCUS hanfodol) yn defnyddio CCUS. - Mae pob proses cynhyrchu pŵer ar raddfa fawr (gan gynnwys biomas ac ynni o wastraff) yn cael ei datgarboneiddio drwy newid tanwydd i hydrogen a gynhyrchir yng Nghymru. Mae ffraciwn "glas" yr hydrogen hwnnw'n gofyn am CCUS. - Tybir nad yw'r gwaith dur ym Mhort Talbot yn defnyddio CCUS.	- Yn defnyddio'r Achos CCS Canolig a mwy: - Caiff Gwaith Dur Port Talbot ei droi'n broses creu dur gyda hydrogen a thrydan. Tybir bod hyn yn creu galw am CCUS (drwy hydrogen) o 25% o'r gwaith dur presennol hwnnw.	- Yn defnyddio'r Achos CCS Canolig a mwy: - Caiff Gwaith Dur Port Talbot ei adnewyddu i weithredu gyda'r llwybr Ffwrnais Chwyth - Ffwrnais Ocsigen Sylfaenol cyffredin gyda datgarboneiddio drwy gyfuniad o CCUS, hydrogen a thrydaneiddio.

Mae pob achos wedi cael ei fodelu i bennu'r allyriadau CO₂ a fyddai'n cael eu casglu a'u cludo, ac mae costau pob opsiwn ar gyfer pob prif safle allyrru wedi cael eu pennu. Os oes angen ystyried opsiynau allforio amgen ar gyfer storio, maent hefyd wedi cael eu gwerthuso a'u costio. Mae'r canlyniadau modelu wedi cael eu rhoi mewn grwpiau lle bo'n berthnasol er mwyn cynnal cyfrinachedd y safleoedd dan sylw.

Yr ymagwedd sydd wedi cael ei dewis ar gyfer y prosiect hwn yw canolbwyntio ar yr allyrwyr mwyaf sylweddol yng Nghymru, oherwydd bydd datblygiad rhwydwaith CCUS sy'n berthnasol i'r cyfleusterau hyn yn datgloi gallu allyrwyr llai i gysylltu â rhwydwaith sy'n datblygu. Bydd cadarnhau strategaeth CCUS ar gyfer y safleoedd allyrru mwyaf yn gweithredu fel catalydd, a fydd yn galluogi datgarboneiddio manwl ar draws economi Cymru.



1.1 Casgliadau

1. Mae CCUS yn opsiwn technegol dichonadwy i gynorthwyo Cymru i gyflawni ei thargedau statudol ar gyfer lleihau allyriadau. Mae'r dechnoleg sydd ei hangen i greu rhwydwaith CCUS yng Nghymru ar gael, ac mae'r capasiti sydd angen ei gasglu, ei gludo a'i storio o fewn galluoedd technolegau profedig.
2. Er bod y dechnoleg i adeiladu rhwydwaith CCUS yn bodoli, fel sy'n wir am sawl datrysiad carbon is, mae'n ddatrysiad drud i'r her ddatgarboneiddio i bob allyrrydd yng Nghymru. Yn hyn o beth, mae'n bosibl mai dim ond rhan o'r datrysiad ydyw, a dylid ystyried mesurau eraill megis llai o alw am ynni, gwell effeithlonrwydd ynni, rhagor o ailgylchu a newidiadau i fectorau ynni amgen megis trydaneiddio neu hydrogen yn ddatrysiadau cynradd. Rhaid ystyried lleihau'r galw am ynni yn weithrediad â blaenoriaeth yn nhrefn teilyngdod datgarboneiddio. Pan na ellir defnyddio atebion eraill oherwydd anghenion prosesau, costau neu ymarferoldeb, yna bydd CCUS yn hanfodol ar gyfer trin gollyngiadau gweddilliol. O ganlyniad, bydd yn bwysig i Lywodraeth Cymru gynnal dull hyblyg o ddatgarboneiddio sy'n cefnogi ystod o fesurau datgarboneiddio ac yn caniatáu i atebion gael eu huwchraddio neu eu lleihau wrth i'r galw newid, neu wrth i atebion newydd ddod i'r amlwg.
3. Mae'r gwaith modelu a gwblhawyd fel rhan o'r prosiect hwn yn rhagweld bod pris casglu a storio carbon yn amrywio o £95 i £345 fesul tonnelli, gyda rhan fwyaf yr allyriadau yn dod o dan yr ystod prisiau is. Mae'r gwerthoedd hyn o fewn yr ystod a welir mewn prosiectau CCUS rhyngwladol eraill. Caiff amrywiaeth eang y costau ei gyrru gan leoliad y safle mewn perthynas â "hwb" allforio, natur y dechnoleg gasglu sydd ei hangen, dewis y prif lwybr allforio (piblinell neu long) a chyfanswm y CO₂ sy'n cael ei allforio. Yn unol â'r disgwyl, mae gan ffynonellau allyriadau mwy sy'n agos ar hybiau allforio gostau sylweddol is, tra bod safleoedd llai, sy'n bell i ffwrdd o'r hybiau allforio'n creu costau uchel iawn. Mae rhaniad y costau CCUS posibl ledled grwpiau allyrwyr gwahanol wedi'i gynnwys yn yr adroddiad hwn. Mae piblinellau allforio a rennir i hwb yn creu ychydig o arbedion allforio i rai safleoedd, ond grwpio allyriadau o safleoedd cyfagos a pherthnasol sy'n cynnig arbedion mawr. Unwaith eto, mae hyn yn cefnogi'r angen i Lywodraeth Cymru gynnal ymagwedd hyblyg a goruchwyllo datrysiadau sy'n amddiffyn capasiti diwydiannol a lefelau cyflogaeth.
4. Mae gan safleoedd yng Ngogledd Ddwyrain Cymru'r opsiwn i glymu i mewn i'r prosiect HyNet sy'n cael ei ddatblygu yng Ngogledd Orllewin Lloegr. Rhagwelir y bydd cost casglu a chludo i seilwaith HyNet rhwng £96 a £268 y tonnelli yn dibynnu ar leoliad y safle, datrysiad casglu a lefelau allyriadau. Nid yw cost cyrchu seilwaith HyNet yn hysbys ar hyn o bryd, a byddai angen ei

ychwanegu at y gwerthoedd hyn. Hefyd, byddai angen cael caniatâd a chymeradwyaeth cynllunio ar gyfer llwybrau'r piblinellau dros ffin Cymru/Lloegr; mae trafodaethau ynglŷn â hyn ar waith ar hyn o bryd gyda'r OGA a chyrrff rheoliadol eraill.

5. Mae'n annhebygol y byddai storio CO₂ ar y tir mewn safleoedd yng Nghymru, megis pyllau glo neu haenau glo, yn cael ei ganiatáu. Mae adolygiad o Bolisi Petrolewm a Pholisi Cynllunio Llywodraeth Cymru, a thrafodaethau gyda swyddogion Llywodraeth Cymru, wedi nodi na fyddai hyn yn debygol. O ganlyniad, byddai angen blaenoriaethu opsiynau storio y tu allan i Gymru.
6. Bydd sicrhau mynediad i gapasiti storio CO₂ yn hanfodol bwysig i Gymru yn gyffredinol, ac i safleoedd De Cymru yn benodol. Er ei bod hi'n debygol mai Cwmni Storio a Chludo CCS (T&SCo) fyddai'n gyfrifol am y gwaith gwirioneddol sydd angen ei wneud i symud a storio CO₂ yn ddiogel o Gymru, bydd hi'n bwysig bod Llywodraeth Cymru'n chwarae rhan yn y trafodaethau cychwynnol gyda'r lleoliadau storio posibl i sicrhau capasiti i'r dyfodol ar gyfer Cymru. Mae trafodaethau gyda rhanddeiliaid yn ystod y prosiect hwn gyda nifer o weithredwyr storio posibl wedi nodi bod lefelau sylweddol o ddiddordeb mewn sicrhau capasiti wedi cael eu mynegi eisoes, gyda rhai sefydliadau a llywodraethau eisoes wedi llofnodi'r Memoranda Dealltwriaeth (MOU) gyda storfeydd sydd wedi'u cynllunio ar hyn o bryd yn y DU a Gogledd Ewrop.
7. Rhywbeth sy'n allweddol er mwyn galluogi datrysiad effeithiol i adleoli CCUS yng Nghymru yw creu a dadleoli modelau busnes addas sy'n cefnogi allyrwyr CO₂ gyda'r CAPEX ac OPEX sy'n gysylltiedig ag adeiladu capasiti CCUS i gychwyn. Ar hyn o bryd, mae BEIS yn cadarnhau eu hymagwedd i fodelau busnes ac ym mis Rhagfyr 2020, gwnaethant gyhoeddi diweddariad manwl yn nodi opsiynau dewisol y Llywodraeth ar gyfer modelau busnes CCUS, gan gynnwys casglu carbon mewn pŵer, casglu carbon mewn diwydiant, cludo a storio CO₂, ac, mewn llai o fanylder, cynhyrchu hydrogen. Roedd y mater o gludo CO₂ ar longau yn amlwg yn absennol o gynigion BEIS, ac i Gymru'n benodol, mae angen mynd i'r afael â'r diffyg hwn ar unwaith.
8. Ar 10 Chwefror 2021, cyhoeddodd BEIS ei ymagwedd ddrafft i ddilyniannu clystyrau CCUS, ochr yn ochr ag ymgynghoriad a oedd ar waith tan 10 Mawrth 2021. Nod dilyniannu clystyrau diwydiannol yw bodloni'r uchelgais i fod â dau glwstwr ar waith erbyn canol y 2020au, a dau arall erbyn 2030, er bod y ddogfen yn nodi y bydd angen i bob clwstwr ddatgarboneiddio. Nid yw De Cymru'n cael ei ystyried yn rhan o'r clystyrau diwydiannol allweddol ar gyfer Trac 1, ac rydym yn credu ei bod hi'n bwysig bod Llywodraeth Cymru'n cymryd y camau angenrheidiol i sicrhau bod anghenion Cymru am CCUS yn y dyfodol yn cael eu cydnabod yn rhan o'r broses Trac 2. Fodd bynnag, mae Gogledd Cymru'n hanfodol i brosiect HyNet Gogledd Orllewin Lloegr, gyda phiblinell CO₂ ar draws i Gei Connah wedi'i threfnu ar gyfer Cam 1 (2025) a chynlluniau ar gyfer piblinell hydrogen yn ystod Cam 3 (2030 ymlaen). Gallai HyNet gael ei ddewis yn un o'r 2 glwstwr cyntaf.
9. Mae'r gwaith modelu wedi dangos mai llwybr piblinell ar y tir ar draws De Cymru o Aberdaugleddau i Gasnewydd, ac yna ar draws i Loegr i leoliad fel Immingham, yw'r opsiwn rhataf fesul tunnell o CO₂ i safleoedd yn Ne Cymru. Mae hyn yn unol â'r dadansoddiad a gyhoeddwyd yn astudiaeth costau cludo ar longau BEIS yn 2018², er bod y gwerthoedd cyffredinol a nodir yn yr adroddiad hwn ychydig yn uwch nag astudiaeth BEIS. Mae'r rheswm dros y gwahaniaeth hwn yn cael ei egluro'n nes ymlaen yn yr adroddiad. Fodd bynnag, mae'n rhaid cadw'r ffactorau canlynol mewn cof wrth ystyried goblygiadau'r casgliad hwn:
 - a. Byddai adeiladu piblinell ar draws De Cymru'n croesi sawl ardal o bwysigrwydd amgylcheddol.
 - b. Mae pellteroedd piblinell wedi cael eu hamcangyfrif "fel hed y fran". Y realiti ar gyfer unrhyw lwybr piblinell yw y byddai angen i bellteroedd hirach osgoi canolfannau poblogaeth, ardaloedd sy'n sensitif yn amgylcheddol a thirwedd anodd.
 - c. Nid yw cael caniatâd cynllunio angenrheidiol ar gyfer piblinell pellter hir yn hawdd, a chan y byddai'r llwybr piblinell hwn yn croesi ffiniau gwlad, sir ac awdurdod lleol, gellid disgwyl oedi sylweddol o ran sicrhau caniatâd cynllunio. Fel sy'n wir bob amser am brosiectau seilwaith mawr fel hyn, gellir disgwyl gwrthwynebiad lleol, ac mae'n debygol y bydd cyrrff anllywodraethol (NGO) yn rhan o'r gwrthwynebiad hwnnw.
 - d. Mae opsiwn piblinell yn cyfyngu ar hyblygrwydd Llywodraeth Cymru, ac allyrwyr Cymru. Mae goblygiadau masnachol niweidiol yn gysylltiedig â chlymu Cymru i un lleoliad storio CO₂, ac nid yw opsiwn piblinell yn darparu ar gyfer israddio wrth i'r galw am CO₂ newid yn y dyfodol. Byddai angen meintio'r piblinell o'r diwrnod cyntaf ar gyfer yr uchafswm capasiti a ragwelir ar gyfer Cymru, ac mae hynny'n cyflwyno'r risg i berchennog y piblinell (T&SCo) y gallai fod ag ased diangen ar ryw bwynt.
 - e. Fodd bynnag, mae hefyd yn wir y gallai adeiladu piblinell o'r fath fod yn ddeniadol i allyrwyr eraill sydd wedi'u lleoli yng Nghanolbarth neu Dde Orllewin Lloegr allai fod yn agos i lwybr y piblinell, a fyddai o bosibl yn awyddus i gymryd mantais ar yr opsiwn trafndiaeth a ddarperir gan y piblinell. Gallai hyn wneud opsiwn piblinell yn fwy deniadol i T&SCo.

2. 'Cludo CO₂ - Astudiaeth o Amcangyfrif Costau'r DU' Adroddiad Terfynol gan Element Energy ac eraill ar ran yr Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol (BEIS), Tachwedd 2018

- f. Byddai ail-leoli rhan De Cymru'r biblinell drwy lwybr alltraeth (morol) yn ychwanegu oddeutu £5 fesul tunnell at gost yr opsiwn allforio piblinell.
10. Yn dibynnu ar leoliad yr allyrrydd, a graddfa'r allyriadau, mae'r model yn rhagweld y byddai'r opsiwn o gludo CO₂ gyda llong i leoliad storio addas yn costio rhwng £100 a £345 fesul tunnell gan gynnwys casglu. Rhagwelir y byddai'r costau cludo rhwng £5 a £20 fesul tunnell yn ddrytach na'r opsiwn piblinell cyfwerth. Er bod yr opsiwn cludo CO₂ gyda llong ychydig yn ddrytach yn ôl yr amcangyfrif, byddai'n rhoi llawer mwy o hyblygrwydd i Lywodraeth Cymru, o ran uwchraddio ac israddio posibl yn y dyfodol, wrth i'r galw am CCUS leihau. Fodd bynnag, nid yw'r opsiwn cludo gyda llong yn hollol syml, a bydd angen datrys yr heriau. Mae'r heriau'n cynnwys:
- a. Creu capasiti hylifiad a storio yn hybiau porthladdoedd. Bydd hefyd angen ystyried materion perchnogaeth, caniatâd a mynediad tir ymhellach.
 - b. Llwybrau'r piblinellau CO₂ o'r allyrwyr i'r porthladd.
- c. Y symudiadau llongau ychwanegol fyddai eu hangen ym mhob porthladd. Yn dibynnu ar faint y llong, symiau'r CO₂ sy'n cael eu hallforio o'r hwb, y lleoliad storio, ac argaeledd llongau, yn yr achos allbwn uchaf mae nifer symudiadau llongau yn amrywio o 150 y flwyddyn yn yr hwb lleiaf (Y Barri) i 246 y flwyddyn yn yr hwb mwyaf (Aberdaugleddau). Nid yw'r rhain yn niferoedd bychan o ymweliadau ychwanegol a gallent gael effaith andwyol ar fynediad porthladd/angora, llygredd lleoedd (allyriadau llongau), twristiaeth, pysgota a defnydd cymdeithasol/cymunedol lleol o borthladd. Mae'n debygol y byddai angen cefnogaeth carthu a thaliadau llywio hefyd i sicrhau llywio diogel. Nid yw costau ac effeithiau newidiadau o'r fath wedi cael eu cynnwys yn y model, ond bydd angen mynd i'r afael â nhw. Fodd bynnag, bydd manteision ynghlwm wrth ffioedd docio/taliadau llywio a chyfleoedd cyflogaeth ychwanegol ar gyfer datblygu seilwaith y porthladd i ddarparu cyfleuster allforio CO₂.
11. Roedd adborth rhanddeiliaid yn cadarnhau'r angen i Lywodraeth Cymru barhau i gydnabod bod pencadlysoedd prif allyrwyr Cymru y tu allan i Brydain Fawr. Byddai unrhyw gostau ychwanegol a grëir gan gymorthdaliadau yng Nghymru yn gallu eu gwneud nhw'n anghystadl euol, ym marn y rhiant gwmni, gan gynyddu'r risg o allyriadau alltraeth o ganlyniad.

1.2 Argymhellion



1. Gan ei bod hi'n edrych yn debyg mai allforio CO₂ gyda llong yw'r strategaeth orau i Dde Cymru, mae'n bwysig bod yr ymagwedd hon yn cael ei hadlewyrchu ym meddylfryd BEIS ar gyfer modelau busnes CCUS. Felly, dylai Llywodraeth Cymru ymgysylltu â BEIS cyn gynted ag sy'n bosibl, er mwyn pwysleisio pa mor bwysig yw cynnwys opsiwn allforio gyda llong yn y fframwaith model busnes.
2. Er bod HyNet yn brosiect Sero Net yng Ngogledd Orllewin Lloegr, mae dibyniaeth ar Ogledd Cymru ar gyfer y biblinell CCUS ac felly, gallai Gogledd Ddwyrain Cymru fod yn rhan o gynllun prosiect HyNet fel safle Trac 1 gyda diffiniad BEIS. Ar hyn o bryd, nid yw De Cymru'n cael ei ystyried gan BEIS ar gyfer Trac 1 y rhaglen dilyniannu clystrau CCUS gan fod yn rhaid i safleoedd Trac 1, yn ôl diffiniad BEIS, fod â storfa CO₂. Dylai Llywodraeth Cymru drafod y mater hwn gyda BEIS a phennu sut gellid cynrychioli De Cymru ym mhrosiectau Trac 2.
3. Er mwyn cyflawni'r targed sero net, bydd angen llawer o ddatrysiadau, ac mae angen i Lywodraeth Cymru gydnabod y gallai arloesedd parhaus ddatblygu datrysiadau newydd i ddatgarboneiddio fyddai'n effeithio ar yr anghenion cyffredinol ar gyfer storio CO₂. Mae'n bwysig bod pob datrysiad yn cael ei ystyried mewn ffordd holistaidd, ac nid mewn ffordd gystadleuol. Felly, dylai Llywodraeth Cymru sicrhau bod ei chynllun gweithredu ar newid hinsawdd sydd ar y gweill yn ddigon hyblyg i alluogi'r datblygiad o ystod o ddatrysiadau. Mae hyn yn benodol bwysig yn ystod y camau gweithredu cynnar, ble dylid annog arloesedd mewn datrysiadau datgarboneiddio ac ymgorffori gwydnwch yn y cynllun. Yn y cyd-destun hwn, mae'n bwysig ystyried CCUS yn rhan o becyn o ddatrysiadau, sydd hefyd yn cynnwys opsiynau megis effeithlonrwydd ynni, hydrogen a ffynonellau trydan adnewyddadwy.
4. Roedd ymgysylltiad DNV gyda'r storfeydd CO₂ sydd wedi'u cynllunio ar hyn o bryd yn nodi bod capasiti eisoes yn cael ei archebu gan allyrwyr diwydiannol, a llywodraethau mewn rhai achosion. Er ei bod hi'n annhebygol y byddai Llywodraeth Cymru yn gyfrifol am argaeledd storio i allyrwyr yng Nghymru, (T&SCo ddylai fod yn gyfrifol am hynny), rydym yn argymhell bod Llywodraeth Cymru'n ymgysylltu gyda'r storfeydd sydd wedi'u cynllunio ar hyn o bryd i sicrhau cytundebau mewn egwyddor ar gyfer capasiti storio sy'n cyfateb i anghenion allforio CO₂ posibl allyrwyr Cymru.
5. Gan y bydd allforio CO₂ gyda llongau'n hanfodol i gyflawniad rhwydwaith CCUS llwyddiannus yng Nghymru, rydym yn argymhell bod Llywodraeth Cymru'n pennu gweithgor CCUS gyda'r porthladdoedd yn Ne Cymru i ddechrau'r gwaith cynllunio angenrheidiol i sicrhau capasiti yn y porthladdoedd ar gyfer y cyfleusterau hylifiad a storio CO₂ angenrheidiol, yn ogystal â threfniadau docio ac anghenion capasiti mordwyo.
6. Dylai Llywodraeth Cymru ehangu ei chydweithrediad gyda'r prosiect HyNet yng Ngogledd Orllewin Lloegr i sicrhau capasiti digonol yn y prosiect i fodloni anghenion allyrwyr CO₂ yng Ngogledd Cymru.
7. Dylai Llywodraeth Cymru ddechrau rhaglen waith ragweithiol i ddatblygu'r sgiliau angenrheidiol a'r sail cadwyn gyflenwi yng Nghymru. Gellid magu profiad allweddol o ddatblygu rhaglenni cyflenwi integredig llwyddiannus gan y diwydiannau awyrofod a cherbydau modur.
8. Gan y bydd pob datrysiad CCUS yn gofyn am ddatblygu seilwaith piblinellau lleol o'r allyrwyr i'r hybiau allforio, mae'n bwysig bod Llywodraeth Cymru'n parhau i adeiladu ar y gwaith sydd eisoes wedi'i wneud i sicrhau bod cynllunio a systemau caniatáu'n cael eu halinio ar gyfer datblygiadau carbon isel megis CCUS, i atal tagfeydd posibl yn y broses weithredu.
9. Gan fod barn y cyhoedd yn allweddol i weithrediad llwyddiannus rhaglenni seilwaith megis CCUS, rydym yn argymhell bod Llywodraeth Cymru'n dechrau ar raglen gyfathrebu ragweithiol i adeiladu cefnogaeth ar gyfer datblygiad CCUS. Byddem yn argymhell canolbwyntio hyn i ddechrau mewn ardaloedd diwydiannol a phorthladdoedd ledled Cymru lle mae gan weithrediad datrysiadau CCUS y potensial i amddiffyn swyddi a chreu manteision cyflogaeth newydd a sylweddol. Fodd bynnag, mae'r mater o storio CO₂ hefyd yn gofyn am bersbectif tymor hir, felly bydd hi'n bwysig cydnabod hyn wrth ystyried lles cenedlaethau'r dyfodol.

2 Cyflwyniad

2.1 Cefndir y prosiect

Mae'r ddatl ar ddatgarboneiddio'n symud yn gyflym. Ym mis Tachwedd 2020, cyflwynodd Llywodraeth y DU ei Chynllun Deg Pwynt³ ar gyfer Chwyldro Diwydiannol Gwyrdd; a'i Phapur Gwyn Ynni⁴. Mae'r ddwy ddogfen yn amlygu pwysigrwydd CCUS o ran cyflawni Sero Net. Rhyddhaodd y Pwyllgor ar Newid Hinsawdd ei chweched fersiwn o gyngor cyllidebau carbon⁵ ym mis Rhagfyr 2020, a oedd yn argymhell targed i leihau allyriadau gwladol y DU gan o leiaf 78% erbyn 2035. Mae Llywodraeth Cymru hefyd yn ddiweddar wedi cyhoeddi llwybr hydrogen at sero net ar gyfer ymgynghori⁶.

Cyflwynodd y CCC ei Adroddiad Cyngor - Llwybr at Gymru Sero Net ym mis Rhagfyr 2020⁷. Argymhellir targed sero net ar gyfer 2050, gyda'r targedau ymestyn canlynol ar y llwybr at Gymru Sero Net:

- Rhaid i Ail Gyllideb Carbon Cymru (2021-2025) fod yn fwy llym ac alinio â lleihad o 37% o'i gymharu â lefelau 1990 fel isafswm er mwyn gwneud yn iawn am gau gorsaf bŵer Aberddawan (fel y'i nodir yn y cyngor a roddwyd yn 2017). Bydd angen i allyriadau leihau'n gyflymach na hyn er mwyn bodloni'r Drydedd Gyllideb Carbon.
- Dylid gosod y Drydedd Gyllideb Carbon (2026-2030) ar gyfartaledd o leihad o 58% o'i gymharu â lefelau 1990.
- Dylid gosod targedau dros dro ar gyfer 2030 a 2040 ar y Llwybr Cytbwys ar Sero Net ar 63% ac 89% o'u cymharu â lefelau 1990.



3. Cynllun Deg Pwynt ar gyfer Chwyldro Diwydiannol Gwyrdd <https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution>

4. Papur Gwyn Ynni: Pweru ein Dyfodol Sero Net BEIS, 14 Rhagfyr 2020.

5. Chweched Gyllideb Carbon y Pwyllgor ar Newid Hinsawdd, Rhagfyr 2020

6. <https://llyw.cymru/datblygur-sector-ynni-hydrogen-yng-nghymru>

7. Adroddiad Cyngor y Pwyllgor ar Newid Hinsawdd - Y Llwybr at Gymru Sero Net, Rhagfyr 2020

2.2 Rôl Casglu, Defnyddio a Storio Carbon

Gallai CCUS chwarae rôl gynyddol bwysig o ran symud o uchelgais at weithredu yng Nghymru, sydd wedi'i adlewyrchu yn yr adroddiadau amrywiol yn nodi'r cyfraniad mawr fydd ei angen gan CCUS.

Mae gan CCUS y potensial i alluogi'r gwaith o ddatgarboneiddio llawer o rannau o'r economi gan gynnwys diwydiant, cynhyrchu pŵer, gwres a thrafnidiaeth. Gall leihau'n sylweddol allyriadau sy'n deillio o hylsgi tanwyddau ffosil neu gynhyrchu hydrogen carbon isel o ailffurfio methan. Fodd bynnag, mae'n bwysig nodi bod Llywodraeth Cymru'n cydbwysu'r uchelgais ar gyfer CCUS, a'r buddsoddiadau cysylltiedig fyddai eu hangen, yn erbyn y risgiau o gefnogi datblygiad asedau allai ddod yn ddiangen pe byddai diwydiant yn dewis datrysiadau amgen (megis hydrogen neu drydaneiddio) a allai olygu na fyddai angen datblygu datrysiadau CCUS ar yr un raddfa. Mae'r un mor bwysig ystyried y rhyngberthynas rhwng CCUS, hydrogen (a ffurfiau amgen megis amonia, methanol, neu gludwyr hydrogen organig hylifol) a thrydaneiddio.

At ddibenion sgôp yr adroddiad hwn, diffinnir CCUS fel a ganlyn:

- Cyfres o dechnolegau yw casglu, defnyddio a storio carbon (CCUS) all alluogi'r broses o gasglu carbon deuocsid o nwyon gwastraff mewn cyfleusterau diwydiannol, cynhyrchu pŵer neu fasnachol i gael ei neilltuo'n barhaus mewn safleoedd storio daearegol alltraeth (casglu a storio carbon – CCS), neu ei aildefnyddio mewn prosesau diwydiannol (casglu a defnyddio carbon – CCUS)
- Mae prif ffocws yr adroddiad hwn yn ymwneud ag allyriadau CO₂ o allyrwyr diwydiannol, cynhyrchu pŵer a masnachol. Nid yw'n mynd i'r afael â phob math o allyriadau, er enghraifft methan o amaethyddiaeth neu ddiwydiant, neu CO₂ o drafnidiaeth neu ffynonellau domestig.

2.3 Amcanion Allweddol CCUS yng Nghymru

Mae Llywodraeth Cymru wedi bod yn gweithio gyda'r CCC a Llywodraeth y DU i bennu beth fyddai'r dyheadau Sero Net yn ei olygu i Gymru a'i heconomi. Mae angen i'r penderfyniad hwn gadw mewn cof, er y gallai Gogledd Cymru gael mynediad i'r clwstwr HyNet, nid oes gan Dde Cymru, lle mae llawer o ddiwydiant trwm y wlad wedi'i leoli, gymaint o gyfleoedd i storio CO₂ â rhai ardaloedd diwydiannol eraill y DU.

Yn ei Adroddiad Cyngor i Lywodraeth Cymru ym mis Rhagfyr 2020, argymhellodd y Pwyllgor ar Newid Hinsawdd (CCC) y dylai Llywodraeth Cymru bellach osod targed Sero Net ar gyfer 2050. Ym mis Mawrth 2021, deddfodd y Senedd am darged sero net 2050, ochr yn ochr â thargedau dros dro ar gyfer 2030 (63%) a 2040 (89%), a chyllidebau carbon gydol degawd 2020.



OBJECTIVE



Mae'r prosiect hwn hefyd wedi cyferbynnu â'r uchelgais o raglen ddatgarboneiddio gyflymach gydag uchelgeisiau eraill Llywodraeth Cymru megis:

- Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol (Cymru) (2015)⁸ sy'n cynnwys saith o dargedau i wella llesiant cymdeithasol, economaidd, amgylcheddol a diwylliannol Cymru.
- Mae Adroddiad Ffyniant i Bawb: Cymru Carbon Isel (Mawrth 2019)⁹ yn cynnwys polisiau a chynigion sy'n disgrifio sut y dylid cyflawni'r gyllideb garbon gyntaf. Mae Cynnig 18 y cyhoeddiad yn cadarnhau na fyddai Cymru'n gallu cyflawni ei tharged is, blaenorol o leihad gan 80% erbyn 2050 o'i gymharu â 1990 heb gyfraniad sylweddol gan CCUS, heb sôn am ei tharged mwy uchelgeisiol sero net.

Mae'r adroddiad hwn yn amlinellu sut gallai CCUS helpu Cymru i fwrw'r targed sero net. Mae'n ystyried ystod o lefelau defnydd CCUS gwahanol er mwyn modelu ystod o lwybrau datgarboneiddio fydd yn eu tro'n gyrru anghenion technoleg amrywiol, allforio CO₂ ac opsiynau defnydd a chostau cysylltiedig. Mae'n archwilio ac yn adeiladu ar fentrau eraill yng Nghymru ac yn agos i Gymru, megis "Clwstwr Diwydiannol De Cymru (SWIC)", y consortiwm ymchwil FLEXIS, amcanion datgarboneiddio Bwrdd Uchelgais Economaidd Gogledd Cymru, a'r prosiect HyNet cyfagos. Fodd bynnag, rydym hefyd wedi archwilio'r gwersi i'w dysgu o brosiectau perthnasol eraill megis Northern Lights yn Norwy i archwilio'r broses o gasglu a chludo CO₂ ar longau, prosiect Sero Net Teeside i archwilio datgarboneiddio manwl o glwstwr diwydiannol, a'r prosiect Greensand yn Denmarc i arfarnu datrysiadau storio is-arwyneb CO₂.

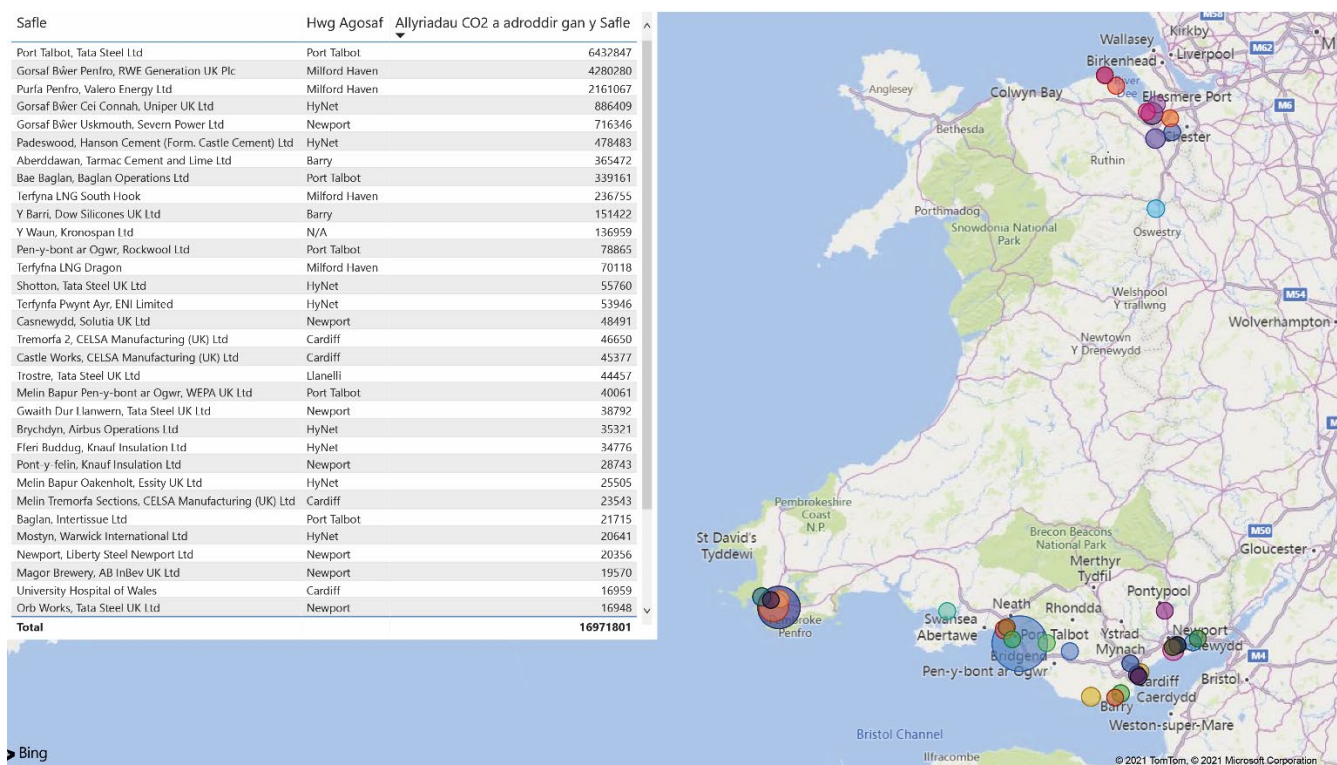
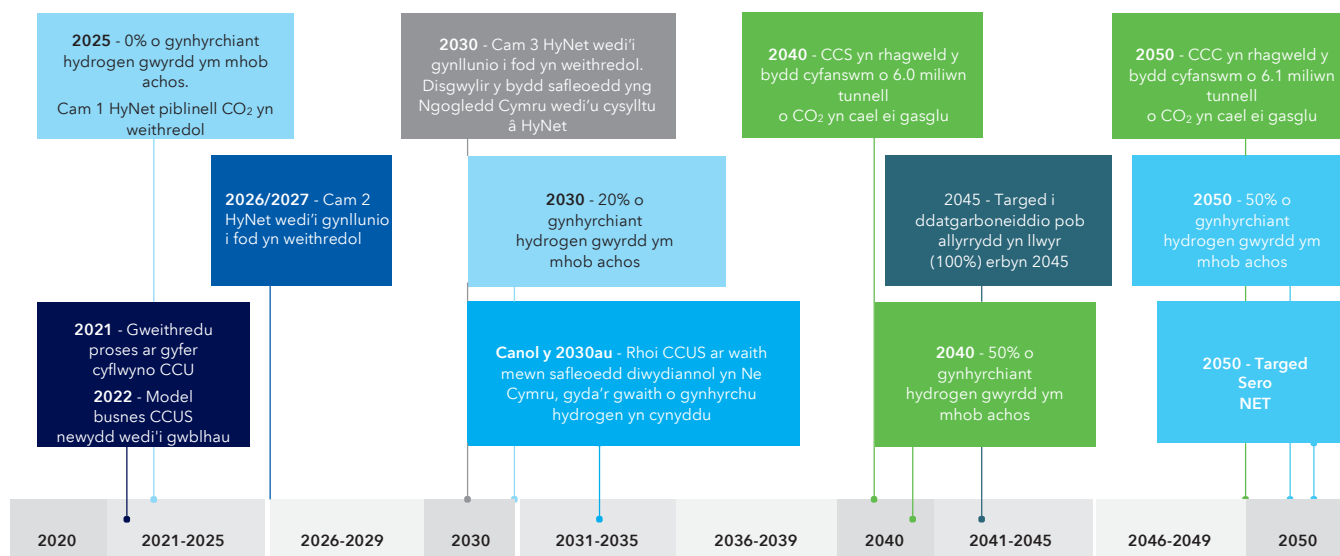
Cafodd map o allyriadau CO₂ yng Nghymru ei greu gan ddefnyddio adnodd Microsoft Power BI ar sail data allyriadau Cyfoeth Naturiol Cymru, ac mae ar gael i'w weld isod yn Ffigur 2-1. Defnyddiwyd data o 2019, y data diweddaraf sydd ar gael, ar gyfer creu'r map.

Nodir amserlen amlinellol ar gyfer gweithredu CCUS yn Ffigur 2-2.

Mae rhestr o'r dogfennau allweddol a adolygwyd fel rhan o'r astudiaeth hon yn Atodiad A.

8. Mae Llywodraeth Cymru wedi cyhoeddi Canllawiau i'r Ddeddfwriaeth hon gan y DU: <https://llyw.cymru/llesiant-cenedlaethau-dyfodol-canllawiau>

9. Ffyniant i Bawb: strategaeth genedlaethol https://llyw.cymru/sites/default/files/publications/2019-06/cynllun-cyflawni-carbon-isel-cy_0.pdf

Ffigur 2-1 Map Allyriadau CO₂ o Gymru (Data 2019, Tunelli CO₂ fesul Blwyddyn)

Ffigur 2-2 Amserlen CCUS yng Nghymru

3 Adborth Rhanddeiliaid

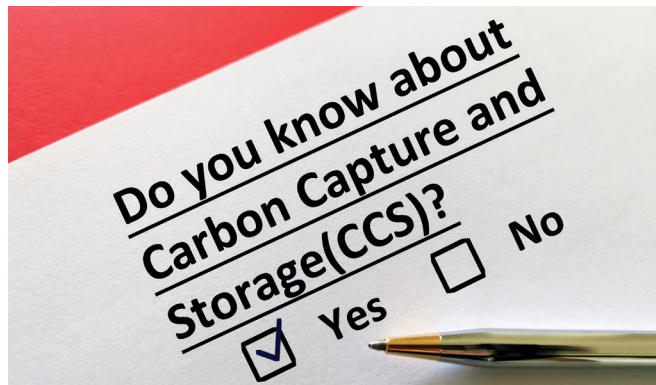
3.1 Ymgysylltu â Rhanddeiliaid

Mae'r adran hon yn rhoi trosolwg o'r adborth a dderbyniwyd o'r ddau weithdy rhanddeiliaid fis Ionawr 2021.

Roedd tua 50 o bobl yn bresennol ym mhob un, gyda dros 20 o drafodaethau un i un neu grwpiau bychan - yn trafod diwydiant mawr, y sector pŵer, arweinydd clystyrau, gweithredwyr cludo a storio CO₂ posibl, rheoleiddwyr, rhwydweithiau nwy a'r byd academiaidd. Mae'r sylwadau isod yn adlewyrchu barn y rhanddeiliaid, nid barn awduron yr adroddiad na Llywodraeth Cymru. Roedd y prif bwyntiau o'r adborth gan rhanddeiliaid yn cynnwys:

Casglu - Bydd angen casglu CO₂, ond nid dyma'r unig opsiwn i lawer o allyrwyr:

- **Safleoedd casglu:** Ar gyfer cynhyrchu pŵer, gallai hydrogen fod yn opsiwn mwy deniadol na CCUS ôl-hylosgiad i ffactorau llwythi is. Mae rhan fwyaf yr allyriadau ffatrioedd sment yn deillio o'r broses, lle does dim llawer o opsiynau amgen i CCUS. Ar gyfer dur, roedd y farn yn amrywio, gydag ychydig o amheuaeth ynghylch gallu CCUS i gyflawni sero net yn y sector, ond roedd barnau eraill yn nodi bod CCUS yn gam hanfodol, gyda datrysiadau arloesol a ddatblygir yn y DU yn gallu cael eu hallforio. Mae casglu CO₂ a hydrogen yn opsiynau ar gyfer purfeydd, ac ar gyfer terfynfeydd LNG, roedd opsiynau eraill megis lleihau gollyngiadau methan a newid tanwyddau'n fwy ffafriol na CCUS.
- **Modelau busnes:** Dywedodd pob allyrwydd wrthym fod modelau busnes BEIS yn hanfodol i fuddsoddiad mewn CCUS neu dechnolegau datgarboneiddio eraill megis hydrogen.
- **Trydaneiddio:** I rai o'r allyrwyr mawr, ystyriwyd bod trydaneiddio'n rhy ddrud, gyda chostau gweithredu'n uwch na nwy, ac mae rhai safleoedd eraill angen ffynhonnell garbon ar gyfer y broses, felly dim ond ychydig o'r ffordd y gallai trydaneiddio fynd â nhw ar y llwybr datgarboneiddio.
- **Hyblygrwydd:** Ar y cyfan, nid dim ond CCUS oedd yn cael ei ystyried fel opsiwn, a byddai newid tanwydd yn fwy ffafriol i rai. Byddai datrysiadau'n ddibynnol iawn ar ffatrioedd, gan gynnwys materion megis gofod ar gael ar gyfer offer newydd. Cytunwyd mai goblygiad yr uchod yw bod angen seilwaith CCUS hyblyg a modiwlaid, ac ni fydd y raddfa gywir yn amlwg ar y dechrau.



Trafnidiaeth - mae cysylltiad piblinell amlwg gyda HyNet yng Ngogledd Ddwyrain Cymru, a gall cludo ar longau gynnog hyblygrwydd yn Ne Cymru:

- **Porthladdoedd:** Mae sawl porthladd yn Ne Cymru sydd â photensial ar gyfer cludo CO₂, gan gynnwys Casnewydd, Caerdydd, y Barri, Port Talbot ac Aberdaugleddau, er y byddai angen cynnal astudiaethau diogelwch ac eraill er mwyn pennu addasrwydd. Hoffai gweithredwyr porthladdoedd drin CO₂, er bod angen i'r cyfeintiau fod yn y cannoedd o filoedd o dunelli i'w wneud yn werth chweil, ac mae angen i fodelau busnes fod ar waith. Gallai'r datblygiad Freeport neu Greenport fod yn gyfle, er y gallai tir ym mherchnogaeth y porthladdoedd fod â chyffleoedd datblygu cystadleuol.
- **Cludo:** Gallai opsiynau cludo gynnwys sawl terfynfa lai, gyda chludiant llongau bach posibl i derfynfeydd mwy, neu un neu ddwy derfynfa fwy yn unig, gyda chludiant ar y tir i'r terfynfeydd mwy hynny. Ni ystyrir bod cludo CO₂ ar longau ar raddfa fawr yn debygol cyn 2025, er y cytunwyd y gallai cludo ar longau wella hyblygrwydd.
- **Piblinellau:** Gallai Cam 2 HyNet, o 2026-27 ymlaen, gysylltu â phrosesau casglu CO₂ o ffatrioedd yng Ngogledd Ddwyrain Cymru. Mae hen biblinellau'n bodoli yng Ngogledd a De Cymru, er y byddai angen eu hasesu i bennu addasrwydd a diogelwch ar gyfer ailddefnyddio. Cytunwyd yn gyffredinol bod piblinell CO₂ newydd o Dde i Ogledd Cymru yn annhebygol am sawl rheswm gan gynnwys sicrhau caniatâd cynllunio a hawliau tramwy ledled ardaloedd gwledig, ac ansicrwydd ynghylch maint y biblinell oherwydd amheuan ynghylch cynlluniau prif allyrwyr De Cymru yn y dyfodol.

- **Modelau busnes:** Hyd yma, does dim llawer o atebion ar gyfer cludo CO₂ ar longau yng ngwaith modelau busnes BEIS, gan gynnwys y cwestiwn ynghylch atebolrwydd ar gyfer CO₂ yn gollwng. Mae'r farn yn amrywio ar a yw hyn yn broblem, gyda rhai'n ffafrio contract gydag un darparwr T&S fyddai'n cymryd y risg oddi arnyn nhw.

Storio - mae rhai storfeydd eisoes yn llawn, ond mae llawer o opsiynau storio yn y DU:

- Mynegodd sawl storfa arfaethedig yn y DU ddiddordeb mewn ymgysylltu â Llywodraeth Cymru fel adnodd posibl i'w ddefnyddio i storio CO₂ a gludwyd mewn llongau neu drwy biblinell o Gymru.
- **Storfeydd posibl - tramor:** Mae disgwyl i Northern Lights yn Norwy ddechrau yn 2024, er bod y rhan fwyaf o'i gapasiti eisoes wedi'i archebu. Nid oes gan Porthos yn yr Iseldiroedd gapasiti ar gael ar gyfer mewnfurion CO₂ ar hyn o bryd, er bod storfeydd posibl eraill oddi ar arfordir yr Iseldiroedd yn cael eu hystyried. Mae gan Iwerddon storfa bosibl yn Kinsale, ond mae'n bwriadu cludo CO₂ ar longau ei hun, felly ar hyn o bryd mae'n gyrchfan annhebygol ar gyfer CO₂ Cymru.
- **Cymru:** Er y gallai fod opsiynau storio yng Nghymru, gan gynnwys yn Sianel Sant Siôr ac mewn hen byllau glo/haenau glo, yn yr achos cyntaf nid yw'r rhain wedi cael eu mapio'n dda, a hefyd byddai datblygu'r rhain yn groes i bolisiâu eraill Llywodraeth Cymru ar ddatblygiadau petrolewm a chynllunio, ac felly dylid eu hystyried yn llawer llai tebygol.

Defnyddio - mae defnyddio CO₂ yn gyfle pwysig, ond mae ar raddfa miloedd o dunelli, nid miliynau o dunelli:

- **Manteision:** Mae llawer o waith yn cael ei wneud drwy'r cynllun clwstwr SWIC ar ddefnydd. Gallai defnyddio fod yn rhatach na storio, gall greu swyddi gwerth uchel, a byddai'n hyfyw gyda buddsoddiadau llai (e.e. £20 miliwn). Mae defnyddio hefyd yn cael ei ystyried yn opsiwn mwy ffafriol na storio mewn rhai sectorau o gymdeithas.
- **Anfanteision:** Fodd bynnag, nid yw'r defnydd ar raddfa fawr, gyda chyfeintiau o efallai 1,000 o dunelli o un safle, a bydd yn cymryd amser i ddatblygu tanwyddau jet, asetadau neu gemegion eraill ar sail carbon allai olygu cyfeintiau defnydd CO₂ llawer mwy. Ar gyfer sment, nid yw defnydd carbon yn berthnasol iawn - bydd yn costio mwy i gasglu allyriadau o'i gymharu â ffatrioedd amonia, ac ni fyddai ond yn cynrychioli ychydig o bwyntiau canran o'r ffrwd CO₂.

Hydrogen - mae gan hydrogen botensial a gall fod yn ddatrasiad mwy ffafriol i rai sectorau:

- **Potensial cynhyrchu hydrogen:** Mae gan hydrogen y potensial i gefnogi datgarboneiddio dwfn ledled sawl sector yng Nghymru, gan gynnwys trafndiaeth, diwydiant, gwres domestig a phŵer. Gallai defnyddio hydrogen fel cludwr ynni leihau'r galw am gasglu CO₂, gan ei fod yn llosgi i gynhyrchu dim ond dŵr. Mae potensial sylweddol ar gyfer cynhyrchu a dyrannu hydrogen mewn sawl rhan o Gymru, gan gynnwys hydrogen glas a gwyrdd yng Ngogledd Ddwyrain Cymru, a hydrogen gwyrdd ar Ynys Môn. Mae'r morlyn llanw arfaethedig ym Mhorth Mostyn hefyd yn ffynhonnell bosibl o bŵer adnewyddadwy y gellid ei defnyddio i gynhyrchu hydrogen gwyrdd. Byddai unrhyw hydrogen glas a gynhyrchir yng Nghymru wrth gwrs angen CCUS i leddfu ei allyriadau carbon. Mae hydrogen a gynhyrchir gan bŵer niwclear drwy'r Adweithyddion Modiwlaid Bychan (SMR) cenhedlaeth nesaf hefyd yn opsiwn yng Ngogledd Cymru. Mae'n bosibl y bydd adeiladu piblinell hydrogen newydd yn anodd, o ystyried y materion cynllunio a welwyd yn y gorffennol ar gyfer adeiladu piblinellau nwy newydd. Felly, mae'n bosibl y bydd angen i'r hydrogen gael ei ddefnyddio'n agos at ei ffynhonnell gynhyrchu at ddibenion diwydiannol a phŵer lleol.
- **HyNet:** Byddai Cam 3 HyNet, y mae disgwyl iddo fod ar waith erbyn 2030, yn golygu ymestyn y broses gynhyrchu hydrogen ac ymestyn y biblinell hydrogen i Ogledd Ddwyrain Cymru.
- **Lleihau'r risg:** Gall hydrogen leihau'r risg i gwsmeriaid mawr. Mae cwmnïau'n poeni am atebolrwydd CO₂ ac nid ydynt yn gwybod sut i brisio'r risg, ac maent hefyd yn poeni am bris cludo CO₂. Gellid datrys y materion hyn iddynt drwy'r opsiwn o gyflawni hydrogen glân.

Mae angen i Lywodraeth Cymru gefnogi CCUS yng Nghymru'n fwy cryf, yn rhan o becyn integredig, gan gadw cystadleurwydd diwydiannol mewn cof:

- **SWIC:** Bydd llawer o opsiynau De Cymru, gan gynnwys ar gyfer allyrwyr a phorthladdoedd penodol, yn cael eu hastudio'n fanylach drwy brosiectau amrywiol dan faner SWIC. Ym mis Mawrth 2021, cyhoeddodd yr Adran Busnes, Ynni a Strategaethau Diwydiannol y byddai £171 miliwn o gyllid ar gael i gefnogi 5 prosiect drwy'r Gronfa Ddatgarboneiddio Diwydiannol. Cafodd SWIC bron i £20m o gyllid cam dau yn dilyn

cwblhau asesiadau cam un yn llwyddiannus, gan edrych ar gynlluniau datgarboneiddio a'r seilwaith sydd ei angen ar gyfer economi hydrogen yn Ne Cymru. Mae Cam Dau y prosiect yn cynnwys astudiaethau peirianeg i archwilio'r llwybrau at ddatgarboneiddio, gan gynnwys defnydd a chynhyrchu cyflenwad hydrogen, casglu a storio carbon (CCUS) a chludo CO₂ ar longau o Dde Cymru.

- **CCUS yn rhan o becyn integredig:** Bydd angen CCUS i gyflawni sero net yng Nghymru, a byddai'n creu cyfleoedd i ddenu gweithgynhyrchu carbon isel. Mae angen i Lywodraeth Cymru ddarparu llais cryf i Gymru gyda BEIS, yn benodol ar y mater cludo CO₂ ar longau, a dylai gynyddu cydweithrediad gyda SWIC. Dylid gwneud hyn yn rhan o becyn integredig, gan gynnwys CCUS, hydrogen a gwynt alltraeth yn y Môr Celtaidd.
- **Cystadleurwydd diwydiannol:** Mae risgiau cystadleurwydd drwy'r costau uchel ar gyfer dur, sment, coethi ac ati yn y DU o'i gymharu â gwledydd eraill, felly mae angen meddwl yn ofalus am gyllid CCUS a phrisiau carbon cysylltiedig, yn ogystal â dyrannu trwyddedau allyriadau. Mae gan y rhan fwyaf o'r allyrwyr mwy yng Nghymru bencadlysoedd y tu allan i'r DU, felly mae angen i ddatgarboneiddio yng Nghymru ddigwydd yng nghyd-destun marchnad fyd-eang. Bydd addasiadau ffiniau carbon yn helpu mewn theori, ond maent yn gymhleth i'w gweithredu.

- **Sgiliau a'r gadwyn gyflenwi:** Mae sgiliau'n hanfodol, ac mae angen manteisio i'r eithaf ar y sgiliau diwydiannol presennol. Mae enghreifftiau da o waith datblygu'r gadwyn gyflenwi yn y sectorau niwclear, cerbydau ac awyrod, all lywio datblygiad cadwyni cyflenwi CCUS lleol. Mae angen dysgu gwersi o'r twf yng ngwynt alltraeth, ble ni lwyddodd y DU i sicrhau cynnwys lleol digonol ar gyfer y gadwyn gyflenwi.
- **Ystyriaethau pwysig eraill:** Mae ystyriaethau cynaliadwyedd eraill, gan gynnwys y Ddeddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol a Rheoli Adnoddau Naturiol yn Gynaliadwy, yn awgrymu y dylid lleihau storio CO₂ os yn bosibl ac mai hydrogen gwyrdd ddylai fod y dyhead tymor hir, gyda storio CO₂ yn chwarae rhan dros dro, a bydd angen CCS ar gyfer CO₂ cemegol a BECCS yn y tymor hirach. Mae'n hanfodol sicrhau bod haenau cynllunio gwahanol a chaniatâd yn cael eu cydlynw'n briodol, ac mae gwaith yn mynd rhagddo i fapio'r map ffordd rheoliadol. Mae barn y cyhoedd hefyd yn broblem o bosibl, gydag ardaloedd poblog iawn yn agos i lawer o leoliadau CCUS, a phobl yn awyddus i weld bod buddsoddiad CCUS yn darparu gwerth am arian.



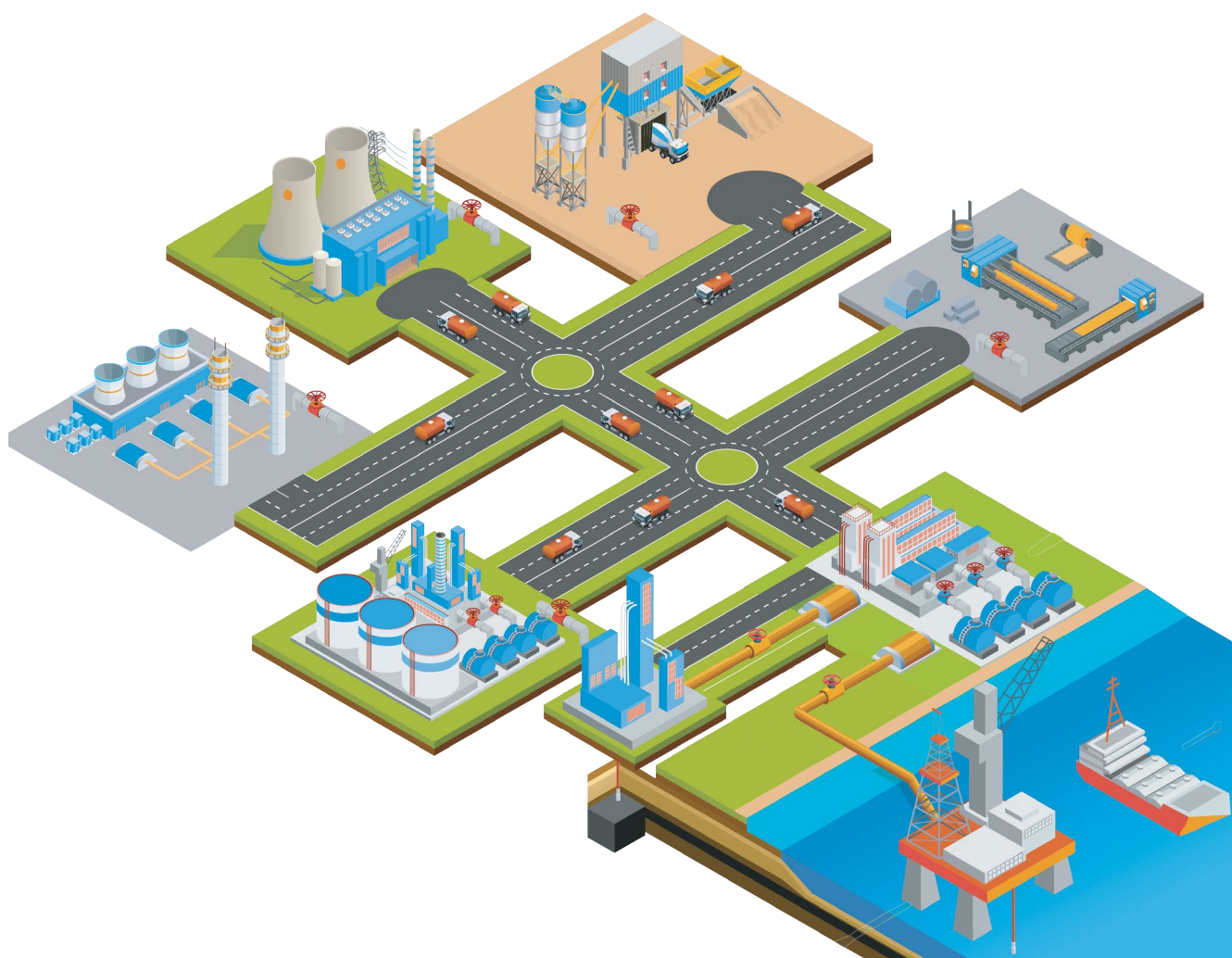
4 Opsiynau ar gyfer CCUS yng Nghymru

4.1 Casglu, cludo a storio

Mae manylion technegol sy'n gysylltiedig â phriodweddau CO₂, technolegau casglu, prosesu a thrin CO₂ yn bwysig wrth ystyried yr opsiynau ar gyfer CCUS. Mae technolegau casglu yn creu'r ffrwd CO₂ ddwys a thechnolegau aeddfed yw'r rhain yn bennaf. Mae prosesu'r CO₂ a gesglir yn pennu'r purdeb,

y tymheredd a'r gwasgedd sydd, yn ei dro, yn pennu'r opsiynau cludo ar gyfer ei drosglwyddo i'r safle storio.

Mae Ffigur 4-1 yn dangos opsiynau ar gyfer cynhyrchu, casglu, cludo a storio CO₂ ar ffurf sgematig, o blith amrywiaeth o wahanol ffynonellau diwydiannol, gan gynnwys cynhyrchu pŵer, sment a gweithgynhyrchu. Mae opsiynau trafndiaeth yn cynnwys piblinell, ffyrdd a llongau.



Ffigur 4-1 Cynhyrchu, casglu, cludo a storio carbon deuocsid

4.2 Cludo CO₂

4.2.1 Dewis o opsiynau cludo

Roedd astudiaeth yn 2018¹⁰ ar gyfer BEIS yn edrych yn fanwl ar gludo CO₂. Roedd yr adroddiad yn awgrymu mai dim ond os yw'r CO₂ ar ffurf hylif neu gyflwr dwys dan wasgedd uchel y mae cludo cyfansymiau mawr o CO₂ dros bellteroedd hir drwy biblinell neu long yn ddeniadol

Ceir crynodeb o'r dulliau cludo, opsiynau a'r prosesu CO₂ sydd ei angen yn Nhabl 4-1.



Dull Cludo	Opsiynau	Prosesu CO ₂ gofynnol
Piblinell	Nwy gwasgedd isel – cost isel i rwydweithiau CO ₂ lleol a ddim yn golygu llawer o drin. Gall fwydo i system gwasgedd uchel a fydd yn golygu rhagor o brosesu. Nwy gwasgedd uchel – angen rhagor o driniaeth llym a lefelau sychu yn ogystal â chywasgiad Hylif – lefelau trin uchaf a chostau ynni ar gyfer cywasgiad ac oeri ar gyfer hylifiad. Gellid cyflawni hyn drwy hen biblinellau wedi'u hadnewyddu.	Sychu Gwaredu amhureddau Cywasgiad Mesuryddion Hylifiad
Ar ffurf swmpus ar ffyrdd, rheilffyrdd neu'r môr	Nwy cywasgedig, gwasgedd isel, gwasgedd canolig neu wasgedd uchel CO ₂ ar ffurf hylif	Cywasgiad, mannau llwytho a storio lleol Cludo ar longau'n gofyn am gyfleusterau oeri, hylifiad, storio a llwytho (dwysedd storio'n rhy isel i'w gludo fel nwy)
Arall	Wedi'i arsugno i solet cludadwy ac adnewyddadwy Wedi'i amsugno mewn cludwr hylif adnewyddadwy Fel CO ₂ solet	Cyfleusterau arsugno, amsugno ac adnewyddu'r cludwr solet Trin llwytho/dadlwytho arbenigol

Tabl 4-1 Crynodeb o opsiynau cludo CO₂

10. 'Cludo CO₂ - Astudiaeth Amcangyfrif Costau'r DU' Adroddiad gan Element Energy ar gyfer yr Adran Busnes, Ynni a Strategaethau Diwydiannol Tachwedd 2018 https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/761762/BEIS_Shipping_CO2.pdf
f Sylwch y gallai Tabl 3-1 yn yr adroddiad beri dryswch gan ei fod yn awgrymu bod carbon deuocsid yn bodoli yn y cyflyrau hylif a nwy ar y tymereddau a'r gwasgeddau a nodir, ond nid yw hynny'n hollol wir.

4.2.2 Piblinellau



Mae adeiladu a gweithredu piblinellau CO₂ yn dechnoleg sydd wedi hen ennill ei phlwyf. Nododd adroddiad IEAGHG yn 2014¹¹ fod dros 6,500 km o biblinellau CO₂ ledled y byd. Roedd y rhan fwyaf o'r rhain yn cludo CO₂ ar gyfer prosiectau adfer olew uwch¹² yn yr Unol Daleithiau ac yn pasio drwy ardaloedd heb neb yn byw ynddynt ar y cyfan, ond roedd nifer cynyddol hefyd yn gysylltiedig â chludo CO₂ i'w aildddefnyddio neu ei storio yn Ewrop.

Un o briodweddau allweddol CO₂ yw bod presenoldeb amhureddau yn cael effaith sylweddol ar ei ymddygiad. Mae'r gwasgedd sydd ei angen i hylifo'r gymysgedd yn cynyddu, ac mae hyn yn effeithio deunyddiau, addasrwydd a gweithrediad y biblinell. Mae cludo CO₂ eithaf pur fel hylif neu nwy yn ddewis ffafriol o'i gymharu â rheoli piblinell gyda chymysgedd dau gyflwr. Mae hyn yn golygu ei bod hi'n well cludo CO₂ un ai mewn cyflwr nwy hyd at oddeutu 35 bar neu mewn cyflwr hylif dwys dros 100 bar, ymhell dros yr ystod dau gyflwr.

Caniatáu piblinellau CO₂

Ym Mhrydain Fawr, mae CO₂ wedi'i ddosbarthu'n 'sylwedd peryglus i iechyd' dan Reoliadau Rheoli Sylweddau Peryglus i Iechyd 2002 (COSHH). Mae'r broses cais cynllunio'n arwyddocaol ac yn gofyn am sail dystiolaeth gryf. Fodd bynnag, mae adroddiad ar gyfer BEIS¹³ yn nodi bod y sail dystiolaeth a ddarparwyd drwy'r prosiect White Rose, a gafodd ei ganslo, yn profi drwy'r broses ganiatâd bod modd cludo CO₂ drwy biblinellau yn ddiogel.

Heriau o ran adeiladu piblinellau

Gall adeiladu piblinellau mawr fod yn ddadleuol iawn, yn enwedig os bydd y biblinell yn rhedeg drwy dirwedd sensitif neu'n agos at ardaloedd adeiledig. Y biblinell fawr fwyaf diweddar a adeiladwyd yng Nghymru oedd y biblinell nwy naturiol 317 km, 48" gwasgedd uchel o'r terfynfeydd LNG yn Aberdaugleddau i gysylltiad Trosglwyddo Nwy y Grid Cenedlaethol yn Swydd Gaerloyw. Roedd hon yn pasio drwy 25 km o Barc Cenedlaethol Bannau Brycheiniog ac fe wynebodd gyfres o brotestiadau lleol ar hyd ei llwybr, gan

achosi i National Grid, ar un pwynt, ddatgan Force Majeure ar ddyddiad cwblhau'r system¹⁴. Yr amcangyfrif cost gwreiddiol oedd £700 miliwn, ond credir bod y gost wirioneddol yn £1.08 biliwn.



Ail-dddefnyddio piblinellau presennol

Er bod ail-dddefnyddio piblinellau a chyfleusterau eraill yn ddeniadol ar yr wyneb, mae llawer o rwystrau posibl all wneud hyn yn anymarferol un ai at ddibenion diogelwch neu economaidd. Cyhoeddodd DNV bapur gwyn ar bwnc ail-dddefnyddio seilwaith presennol¹⁵, wnaeth amlygu:

1. Mae systemau cludo nwy naturiol ar y tir a phiblinellau'n bennaf wedi cael eu dylunio i weithredu ar dymheredd y tir neu'r amgylchedd lleol ac ar wasgeddau rhwng 40 ac 85 bar.
2. Mae piblinellau sy'n cludo hylifau cyflwr dwys neu hylifau gwasgedd anwedd uchel yn ymatebol i doriadau yn y piblinellau, ac mae'n rhaid eu hasesu o ran a yw'r dyluniad yn ddigon cadarn.
3. Mae CO₂ fel hylif cyflwr dwys yn hydoddydd ardderchog ar gyfer deunyddiau organig. Yn hyn o beth, rhaid talu sylw arbennig i addasrwydd cydrannau fel seliau, falfiau, gasgedi ac ireidiau all ddod i gyswllt gyda CO₂.
4. Oherwydd bod priodweddau a pheryglon posibl CO₂ yn wahanol iawn i rai nwy naturiol, bydd y risgiau sy'n gysylltiedig â throsglwyddo CO₂ yn amrywio hefyd. Felly, bydd lleoliad piblinell sy'n cael ei hail-dddefnyddio angen cael ei ail-dddiffinio i adlewyrchu gofynion parthau piblinellau CO₂.
5. Rhwystr ychwanegol posibl arall i ail-dddefnyddio piblinell yw dogfennaeth goll allai oedi neu atal yr asesiadau sydd eu hangen i adnabod addasiadau, megis glanhau, disodli falfiau ac adnabod y mesurau sydd eu hangen i sicrhau bod y biblinell sy'n cael ei hail-dddefnyddio yn cael ei gweithredu'n ddiogel ac yn ddibynadwy.

11. 'Seilwaith Piblinellau CO₂', Adroddiad 2013/18 gan Ecofys a SNC-Lavallin ar gyfer IEAGHG, Ionawr 2014.

12. Mae Adfer Olew Uwch yn dechneg o chwistrellu carbon deuocsid i gronfa ddŵr olew i echdynnu hydrocarbonau na fyddai modd eu hadfer fel arall.

13. Adroddiad a rannwyd gan BEIS <https://www.gov.uk/government/collections/carbon-capture-and-storage-knowledge-sharing>

14. <https://www.marketwatch.com/story/national-grid-declares-force-majeure-on-milford-haven-lng-pipe/>

15. Ail-dddefnyddio Seilwaith yn Ddiogel ar gyfer Cludo a Storio CO₂, DNV, Medi 2019.

Mae Ffigur 4-2 yn dangos ffotograff o'r awyr o biblinell CO₂ a gafodd ei thorri'n fwiadol yn DNV Spadeadam; defnyddir arbrofion fel hyn i ddeall y peryglon a'r mesurau lliniaru sydd eu hangen i weithredu

piblinellau CO₂ fel y gallant gael eu dylunio, eu lleoli a'u gweithredu'n ddiogel. Mae'r tebygolrwydd o unrhyw fethiannau'n isel iawn, ond mae ymchwil fel hyn yn ein galluogi i wella ein dealltwriaeth o ganlyniadau posibl.



Ffigur 4-2 Ffotograff o'r Awyr o Brawf Torri Piblinell CO₂ yn DNV Spadeadam

4.2.3 Cludo llwyth CO₂ ar raddfa fach

Cludo ar y Ffordd

Gall tanceri CO₂, sydd fel arfer yn gweithredu ar bwysau 20 bar a -20°C gario 20-26 tonnelli o CO₂ fel hylif. Cânt eu defnyddio ar hyn o bryd i gludo CO₂ gradd bwyd i'w ddefnyddio yn y diwydiant bwyd a diod. Mae cyfyngiadau o ran y dewis o lwybrau gan fod CO₂ o bosibl yn sylwedd peryglus ac

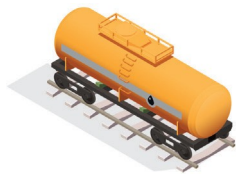


mae nifer fawr o symudiadau loris yn creu tagfeydd a llygredd sŵn, gweledol ac aer.

Mae'n siŵr mai dim ond ar gyfer safleoedd llai lle roedd CCS yn hanfodol am resymau prosesu y byddai cludo CO₂ ar y ffyrdd i hwb allforio yn cael ei ystyried. Mae nifer o safleoedd bychan yng Nghymru sy'n allysru llai na 10,000 tonnelli o CO₂ y flwyddyn. Byddai'r safleoedd hyn yn gofyn am 400 symudiad tancer y flwyddyn, cyfwerth ag un neu ddau bob dydd. Yn ogystal â gosod prosesau casglu carbon, byddai angen i'r safle fuddsoddi mewn cyfleusterau hylifiad CO₂, a chyfleusterau storio a llwytho CO₂. Byddai'r safle derbyn mewn porthladd neu derfynfa piblinell CO₂ hefyd yn gofyn am gyfleusterau dadlwytho a storio.

Cludo ar Reilffyrdd

Gall wagenni tanceri rheilffyrdd cryogeneg gario oddeutu 60 tonnelli o CO₂ yr un, felly byddai trên llawn gyda 25 wagen yn gallu cario 1,500 o dunelli.



Byddai storio CO₂ rhwng symudiadau trenau'n gofyn am gapasiti storio ychwanegol yn y safle casglu. Gellid cyflawni hyn drwy ddefnyddio wagenni rheilffyrdd ychwanegol, ond bydd hyn ar gost colli CO₂ drwy ferwi, gan nad yw'r wagenni fel arfer wedi'u hoeri, dim ond wedi'u hinswleiddio. Yn ymarferol, gellid cyfyngu ar y berwi hyn drwy drefnu trosglwyddiadau trên mwy aml o niferoedd llai o wagenni.

Cychod camlas

Yn ddiweddar, mae cychod camlas nwy gyda chapasiti hyd at 5,538m³ wedi cael eu hadeiladu gan INEOS i'w defnyddio ar afon Rhein¹⁶. Yr unig leoliad yng Nghymru lle byddai defnyddio cychod o'r fath yn opsiwn yw Aber Dyfrdwy, lle mae cychod camlas yn cael eu defnyddio ar hyn o bryd gan Warwick Chemicals ac Airbus ar gyfer cludo rhai nwyddau.

Cludo ar Raddfa Fawr

Cynhaliodd Brownsort¹⁷ arolwg llenyddiaeth manwl o gludo CO₂ ar longau a daeth i'r casgliad er bod cludo CO₂ yn gyfyngedig i raddfeydd bach ar hyn o bryd, mae lefel dda o ddealltwriaeth a diffiniad o ran beth fyddai angen ei wneud i uwchraddio capasiti i fod yn addas ar gyfer CCS.

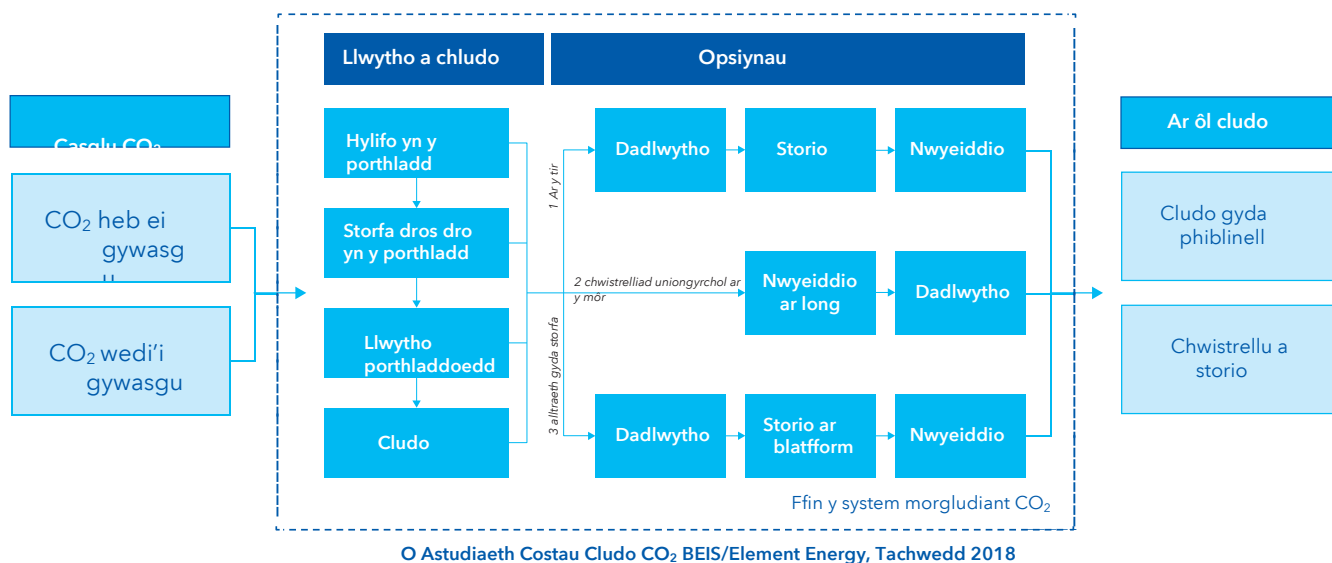
Mae addasu llongau LPG at ddibenion cludo CO₂ yn ddichonadwy, ond nid yw'n hollol syml oherwydd y gwahaniaeth yn nwysedd y cargo, all arwain at broblemau strwythurol oni bai fod capasiti'r llong yn cael ei leihau¹⁸.

Cyfleusterau'r porthladd

Argymhellir bod o leiaf cyfaint un llong llawn (mae rhai awduron yn awgrymu hyd at 1.5 gwaith)¹⁹ yn cael ei storio'n barod ar gyfer ei lwytho er mwyn sicrhau trosiant cyflym llongau yn y porthladd. Fel y'i nodwyd uchod, dylai'r storfa leol hon fod oddeutu -50°C i alluogi ychydig o ffin rhwng y tymheredd hylif a solet, ac felly bydd angen iddo fod 7 bar neu'n uwch. Ar gyfer llwytho llongau, gall y CO₂ fod wedi'i gywasgu ymhellach os oes angen gan y pypiau sy'n llwytho'r llong.

Systemau llwytho a dadlwytho

Gellid llwytho llong CO₂ gan ddefnyddio breichiau llwytho cymalog (sydd ar hyn o bryd yn cael eu defnyddio'n aml ar gyfer hylifau cryogeneg eraill megis LPG ac LNG) neu gan ddefnyddio peipiau dŵr hyblyg wedi'u hinswleiddio. Mae breichiau llwytho'n fwy ffafriol oherwydd dibynadwyedd a chyfanrwydd. Caiff yr hylif ei drosglwyddo drwy biblinell wedi'i hinswleiddio, wedi'i haddasu ar gyfer y gwasgedd a'r tymheredd dewisol, o'r storfa i'r fraich llwytho a'r llong, gan ddefnyddio pypiau sydd wedi'u lleoli ger y storfa. Fel sy'n wir am llwytho hylifau cryogeneg eraill, bydd angen llinell ddychwelyd er mwyn symud y nwy wedi'i ferwi, a grëir yn nhanciau'r llong yn ystod y broses hon, yn ôl i'r tanciau storio ar y tir neu ffatri hylifiad. Mae Ffigur 4-3, o astudiaeth BEIS/Element Energy yn crynhoi opsiynau llwytho a dadlwytho'r porthladd.



Ffigur 4-3 Opsiynau llwytho a dadlwytho mewn porthladdoedd

16. <https://www.ineos.com/news/shared-news/ineos-builds-new-efficient-class-of-barges-to-supply-raw-materials-on-the-rhine/>

17. Brownsort, P. Cludo CO₂ ar Longau ar gyfer Adferiad Olew Uwch – Arolwg Llenyddiaeth Casglu a Storio Carbon yr Alban, Ionawr, 2015

18. 'Cludo CO₂ - Astudiaeth Amcangyfrif Costau'r DU' Adroddiad gan Element Energy ac eraill ar gyfer BEIS, Tachwedd 2018

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/761762/BEIS_Shipping_CO2.pdf

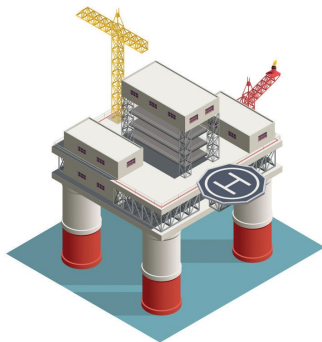
19. Brownsort, P. Cludo CO₂ ar Longau ar gyfer Adferiad Olew Uwch – Arolwg Llenyddiaeth Casglu a Storio Carbon yr Alban, Ionawr, 2015

4.2.4 Atafael ac Ail-ddefnyddio CO₂

Gellir storio carbon deuocsid o dan y ddaear mewn sawl ffordd wahanol gan gynnwys mewn hen feysydd olew, nwy a glo, mewn dyfrhaenau halwynog. Gellir hefyd ei ail-ddefnyddio ar gyfer adferiad olew uwch.

Hen feysydd olew a nwy

Mae storio CO₂ mewn hen feysydd olew a nwy yn gyfatebol i'w defnydd at ddibenion storio nwy naturiol – awgryma adroddiad IEAGHG yn 2009²⁰ bod dros 600 o storfeydd o'r fath yn bodoli. Yn ddiweddar, mae BEIS wedi cynnal ymgynghoriad ar ail-ddefnyddio seilwaith alltraeth presennol ar gyfer CCS²⁵.



Mae prosiectau amrywiol yn y DU a Môr y Gogledd yn

cynnig defnyddio hen feysydd hydrocarbon ar gyfer storio CO₂, ac maent wedi ffurfio rhan o'r broses o ymgysylltu â rhanddeiliaid ar gyfer y prosiect hwn:

- HyNet/Sero Net NW – maes nwy Hamilton
- Spirit Energy – Maes nwy De Morecambe
- Sero Net Humber V – Hen faes/meysydd nwy amrywiol heb eu datgelu yn Ne Môr y Gogledd
- Acorn – Goldeneye a meysydd eraill yng Nghanol Môr y Gogledd
- Athos a Porthos – Hen feysydd nwy amrywiol ym Môr y Gogledd yr Iseldiroedd.

Dyfrhaenau Halwynog

Mae dyfrhaenau halwynog yn gorwedd o dan lawer o feysydd olew a nwy ac o bosibl yn cynnig cronfeydd dŵr ar raddfa fwy ar gyfer storio CO₂ na meysydd nwy. Fodd bynnag, oherwydd eu natur, mae'r strwythurau daearegol wedi cael eu hastudio'n llai trylwyr, ac felly bydd mwy o ansicrwydd o ran cyfanswm y CO₂ all gael ei storio a'r gwydnwch o ran gollwng. Hefyd, ni fydd unrhyw gyfleusterau presennol ar gael i'w hail-ddefnyddio. Mae'r prosiectau Northern Endurance a Northern Lights yn ceisio defnyddio dyfrhaenau halwynog.

Dangosir crynodeb o'r opsiynau, gofynion a chyfleusterau atafael yn Nhabl 4-2.

Opsiwn	Gofynion	Cyfleusterau
Dyfrhaen halwynog	Gwasgedd penodol, cyfraddau chwistrellu a gofynion purdeb	Depo derbynfa gan gynnwys cyfleusterau mesur a dadlwytho
Hen feysydd nwy/olew	Gwasgedd penodol, cyfraddau chwistrellu a gofynion purdeb	Cyfleusterau chwistrellu piblinell lleol gan gynnwys ailnwyeiddio (os caiff ei gludo fel hylif), cywasgu, piblinellau dan y môr (os yw'n cael ei storio alltraeth) a ffynhonnau chwistrellu
Adferiad olew uwch	Gwasgedd penodol, cyfraddau chwistrellu a gofynion purdeb, ac mae'n bosibl nad yw'n ddigon trylwyr o ran casglu carbon	
Defnydd	Manylebau purdeb a gwasgedd diwydiannol At ddefnydd bwyd - cyfeintiau isel, wedi'i gywasgu a gofynion purdeb uchel. Ar gyfer cynhyrchu nwy synthetig ar y cyd â hydrogen. Ar gyfer cynhyrchu tanwyddau synthetig e.e. tanwyddau awyrennau.	Depo derbynfa gan gynnwys cyfleusterau mesur a dadlwytho

Tabl 4-2 Crynodeb o opsiynau atafael

20. 'Storio CO₂ mewn Hen Feysydd' Adroddiad gan Poyry, Element Energy a'r Arolwg Daearegol Prydeinig ar gyfer Rhaglen Ymchwil a Datblygu IEA GHG, Mawrth 2009.

21. Ymateb i'r ymgynghoriad BEIS ar ail-ddefnyddio asedau olew a nwy alltraeth ar gyfer CCS
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/909642/CCUS-government-response-re-use-of-oil-and-gas.pdf

4.3 Opsiynau Amgen i CCS

4.3.1 Gwell Effeithlonrwydd Ynni

Mae gwelliannau o ran effeithlonrwydd ynni a lleihad cyffredinol yn y galw am ynni yn yrwyr allweddol dros ddatgarboneiddio. Mae effeithlonrwydd yn deillio nid yn unig o sut caiff ynni ei gyflenwi, ond hefyd sut caiff ei ddefnyddio. Mae Llywodraeth Cymru wedi cyhoeddi strategaeth effeithlonrwydd ynni²² sy'n cefnogi Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol, Bil yr Amgylchedd, y strategaeth newid hinsawdd, y strategaeth tlodi tanwydd a'r Strategaeth Tlodi Plant. Mae Rhagolwg Trawsnewid Ynni 2020 y DNV yn adrodd²³ mai gwella effeithlonrwydd yw'r adnodd mwyaf cost-effeithiol o ran trawsfurfio'r system ynni, a dyma ddylai fod y brif flaenoriaeth i awdurdodau a rhanddeiliaid eraill yn y diwydiant ynni.

Yn hanesyddol, mae galw am ynni wedi tyfu'n unol â thwf yn y boblogaeth a gwelliannau i safonau byw. Fodd bynnag, mae'r tri degawd nesaf yn debygol o fod yn wahanol: Mae DNV yn rhagweld y bydd enillion effeithlonrwydd, a fydd yn cael eu galluogi'n bennaf gan fwy o drydaneiddio, yn dechrau cymryd lle twf economaidd. Er gwaethaf defnydd cynyddol o wasanaethau ynni gan economi sy'n tyfu, rydym yn rhagweld y bydd y galw terfynol am ynni, mewn gwirionedd, ar ei uchaf yn 2034, ac y bydd ar lefel sydd ond 4% yn uwch na heddiw. Yn y sector gweithgynhyrchu, bydd cynnydd sylweddol mewn effeithlonrwydd ynni, gan gynnwys rhagor o ailgylchu, yn cymryd lle'r twf mewn galw am nwyddau, fel y bydd defnydd ynni gweithgynhyrchu ar ei uchaf rhwng 2030-2040.

4.3.2 Newid tanwydd i hydrogen

Mae hydrogen wedi dod yn fwy amlwg yn gyflym iawn fel fector ynni dros y bum mlynedd ddiwethaf. Daw hydrogen yn rhan o gyfansoddyn yn unig, yn fwyaf cyffredin ar ffurf dŵr ond hefyd, er enghraifft, ar ffurf hydrocarbonau megis methan, gasolin a glo. Mae'n cael ei ystyried yn llwybr at drawsnewid carbon isel o drosglwyddo nwy presennol a seilwaith dyrannu^{24, 25, 26} os yw'n cael ei gynhyrchu gydag ôl-troed carbon isel ac os oes modd ei gynhyrchu drwy

drydan adnewyddadwy gormodol sy'n cynhyrchu capasiti drwy electrolysis dŵr. Mae ei ddefnydd cyffredin yn y diwydiant dur a chemegion yn golygu bod y sector diwydiannol yn eithaf cyfarwydd â hydrogen. Gall hydrogen gynhesu adeiladau, rhoi tanwydd i drafnidiaeth, rhoi gwres i ddiwydiant, a bod yn ffordd o roi gwerth ar bŵer sy'n weddill o ffactorau adnewyddadwy. Gellir gweld llwybrau amrywiol at gynhyrchu hydrogen yn Ffigur 4-4.

Hydrogen llwyd a brown

Caiff hydrogen llwyd a brown ei gynhyrchu drwy ailffurfio neu nwyeddio tanwyddau ffosil heb CCS. Mae'r broses hon wedi cael ei defnyddio'n helaeth yn y gorffennol fel y cam cyntaf o gynhyrchu amonia o lo neu nwy, ac mae'n cael ei defnyddio'n aml mewn purfeydd ledled y byd i gynhyrchu hydrogen o ffracsiynau olew trwm. Oherwydd yr ynni sy'n cael ei golli wrth gynhyrchu, mae defnyddio hydrogen llwyd fel tanwydd i bob pwrpas yn cynyddu allyriadau CO₂. Sylwch fod y term hydrogen llwyd fel arfer yn cael ei ddefnyddio ar gyfer hydrogen sy'n deillio o olew neu nwy a hydrogen brown ar gyfer hydrogen sy'n deillio o lo.

Hydrogen glas

Mae cynhyrchu hydrogen glas yn cynrychioli buddsoddiad mawr, ac mae ganddo amserlenni hirach na chynhyrchu hydrogen gwyrdd. Yn ogystal ag adeiladu'r cyfleuster cynhyrchu hydrogen a storio CO₂,

mae angen trwydded pan fyddwch yn cynhyrchu hydrogen glas ar gyfer chwistrellu a storio CO₂ mewn safle cymwys i storio CO₂ yn ddaearogol. Gall cael y drwydded hon gymryd rhwng 3 a 10 mlynedd, yn dibynnu ar nodweddion y safle. Felly, mae'n annhebygol y bydd buddsoddiadau'n cael eu gwneud i gynhyrchu hydrogen glas ar raddfa gawr tuag 2030 heblaw am fentrau sy'n cael cefnogaeth gan y llywodraeth.

Mae prosiectau hydrogen glas megis HyNet²⁷ a H21²⁸ ar hyn o bryd yn cynnig defnyddio Ailffurfyddion Awtothermal (ATR) i drosi nwy naturiol yn hydrogen ar effeithlonrwydd tua 80% ar sail gemegol. Pan fo hyn ochr yn ochr â chasglu carbon 95%, mae'n arwain at ddim ond 6.25% o'r allyriadau CO₂ vs defnyddio nwyon naturiol yn uniongyrchol.



22. Effeithlonrwydd Ynni yng Nghymru - Strategaeth ar gyfer y 10 mlynedd nesaf 2016-2026 <https://llyw.cymru/sites/default/files/publications/2019-06/strategaeth-effeithlonrwydd-ynni-fersiwn-i-bobl-ifanc.pdf>

23. Rhagolwg Trawsnewid Ynni DNV 2020 <https://eto.dnvgl.com/2020/index.html#ETO2019-top>

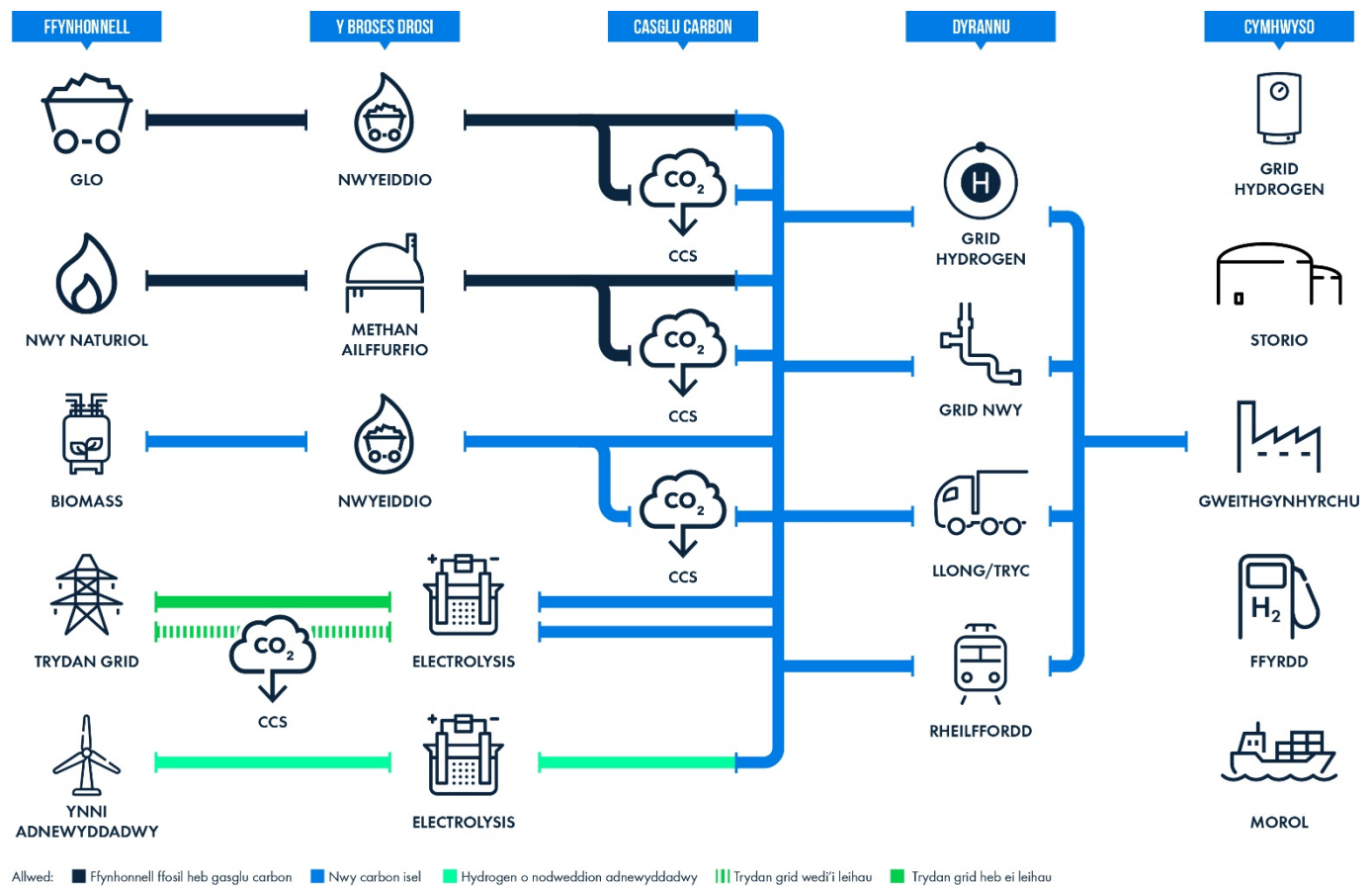
24. NGN Prosiect H21 sydd â'r nod o drosi'r rhwydwaith nwy i hydrogen <https://www.h21.green/>

25. SGN Prosiect H100 Fife sy'n adeiladu rhwydwaith nwy hydrogen newydd <https://www.sgn.co.uk/H100Fife>

26. Prosiect FutureGrid Trawsnewid Nwy y Grid Cenedlaethol sy'n archwilio'r broses o drosi pibellau gwasgedd uchel i hydrogen <https://www.nationalgrid.com/uk/gas-transmission/insight-and-innovation/transmission-innovation/futuregrid>

27. Prosiect yw HyNet sy'n cynnig defnyddio hydrogen glas yng Ngogledd Orllewin Lloegr. <https://hynet.co.uk/>

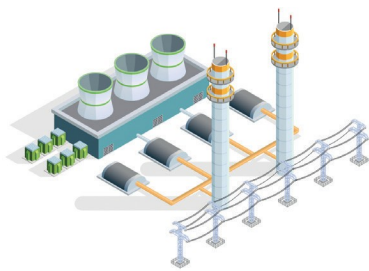
28. Prosiect H21 NGN sydd â'r nod o drosi'r rhwydwaith nwy yn hydrogen <https://www.h21.green/>



Ffigur 4-4 Llwybrau at gynhyrchu hydrogen.

Hydrogen gwyrdd

Gellir cynhyrchu hydrogen trwy electrolysis dŵr gan ddefnyddio naill ai trydan adnewyddadwy pwrpasol, neu drydan a ddanfonir o'r grid. Mae effeithlonrwydd Electrolysis o fewn yr ystod 70-80% ar hyn o bryd. Rydym yn disgwyl dirywiad cyflym ym mhrys hydrogen gwyrdd wrth iddo fod yr un pris â hydrogen glas ar ddechrau'r 2030au. Bydd datblygu seilwaith ail-lenwi hydrogen yn ysgogi defnydd ehangach o gerbydau trydan celloedd tanwydd, yn enwedig ym maes cerbydau nwyddau trwm.



Mae gan gynhyrchu nwy hydrogen o drydan adnewyddadwy trwy electrolysis ôl troed carbon isel iawn gan fod bron dim allyriadau nwyon tŷ gwydr yn ystod gweithrediadau.

Hyrwyddir cynhyrchiad hydrogen o'r fath fel ffordd lân a chost-effeithiol o brisio'r broses o gynhyrchu gormod o drydan o ffynonellau adnewyddadwy amrywiol, a thrwy hynny'n galluogi mwy o ffynonellau adnewyddadwy, yn bennaf PV solar a gwynt yn y gymysgedd drydan.

Caiff hydrogen sy'n bendant yn wyrdd ei gynhyrchu mewn dwy ffordd:

1. Trwy gysylltu cynhyrchiad yn gorfforol i ffynonellau penodol, megis fferm solar leol, neu fferm wynt.
2. Drwy ddod o hyd i drydan o'r grid a phrynu tystysgrifau trydan gwyrdd amser go iawn neu bennu cytundebau prynu pŵer amser go iawn.

Cyn bo hir, efallai y bydd hi'n bosibl cynhyrchu hydrogen drwy electrolysis neu gracio stem tymheredd uchel o adweithyddion niwclear modiwlaid bychan. Weithiau, caiff ei alw'n hydrogen "pinc" yn hytrach na gwyrdd, ond mae'n hydrogen di-garbon.

Newid tanwydd i hydrogen

Nid yw trosi cyfleusterau presennol yn hydrogen yn syml:

- Mae gwahanol ddwyseddau nwy, priodweddau hylosgi a dwysedd ynni yn golygu y bydd angen addasu neu ailosod llosgwyr. Mae priodweddau pelydrol fflamau hydrogen hefyd yn wahanol, a allai olygu bod angen amnewid odyrau a ffwrneisi diwydiannol.
- Gall gwahanol gynhyrchion hylosgi fod yn fygythiad i offer i lawr yr afon (e.e. defnyn dŵr yn ffurfio mewn tyrbinau nwy). Gall allyriadau NO_x gynyddu oherwydd tmyereddau uwch y fflamau.
- Nid oes grid dosbarthu hydrogen yn bodoli ar hyn o bryd, felly bydd angen pibellau cyflenwi newydd neu rai sydd wedi cael eu hailosod ar gyfer y defnyddwyr cyntaf.
- Bydd angen i gynhyrchiad hydrogen fod yn unol â'r galw, a bydd angen sicrhau cyfleusterau storio er mwyn gwneud yn siŵr nad oes unrhyw oedi o ran cyflenwad.
- Ar gyfer gorsafoedd pŵer sy'n cydbwysu'r galw, sy'n cael eu pweru gan hydrogen, bydd angen llawer iawn o gyfleusterau storio oni bai fod modd i gynhyrchiad hydrogen ddal i fyny gyda'r galw. Gallai hyn fod yn broblemus iawn gan fod galw am bŵer yn dangos uchafbwyntiau dyddiol a thymhorol. Roedd Astudiaeth H21 Porth Dinas Leeds²⁹ gwreiddiol yn cynnig cynhyrchiad hydrogen glas bron yn gweithredu ar uchafswm capasiti yn y gaeaf a 70% yn ystod yr haf, yn ogystal â storio hydrogen tymhorol mewn ceudyllau halen. Mae adborth diweddar gan randdeiliaid yn yr adroddiad WWU yn adrodd bod defnydd o gyfleusterau cynhyrchu hydrogen glas ar lefel o 55% yn ddelfrydol.

4.3.3 Trydaneiddio

Mae trydaneiddio'n cael ei ystyried yn opsiwn eang ar gyfer datgarboneiddio, ac mae'n opsiwn sy'n cael ei ffafrio gan lawer o bobl.

- Bydd y DU yn gwahardd gwerthu cerbydau ag injan hylosgi newydd erbyn 2030, ac mae'n cynnig gwahardd gwerthu ceir hybrid newydd erbyn 2035 - disgwylir y bydd llawer o gerbydau preifat a masnachol ysgafn yn cael eu disodli gan Gerbydau Trydan (EV) neu Gerbydau Trydan Cell Tanwydd (FCEV).
- Dan gynlluniau presennol Llywodraeth y DU bydd boeleri nwy naturiol ac olew yn cael eu gwahardd mewn cartrefi newydd o 2025.
- Mae disgwyl i safleoedd diwydiannol ysgafn, eiddo masnachol megis canolfannau siopa, proseswyr bwyd, adeiladau'r sector cyhoeddus megis ysgolion ac ysbytai symud i drydan fel y brif ffynhonnell wres un ai drwy bympiau gwres neu wres trydan uniongyrchol, ac mae rhai diwydiannau mwy tram megis gwydr yn ystyried trydaneiddio fel ffordd o ddatgarboneiddio³⁰ er y gallai

hyn fod ar y cyd â newid tanwyddau gan ddefnyddio hydrogen.

Yn yr un modd â hydrogen, gellir cynhyrchu trydan o ffynonellau di-garbon (adnewyddadwy a niwclear) neu danwydd ffosil. Disgwylir i drydan gael ei gynhyrchu yn y dyfodol drwy gyfuniad o:

- Niwclear (er bod dyfodol prosiectau ar raddfa fawr presennol yn ansicr) fydd yn rhedeg fel pŵer llwyth sylfaenol. Fodd bynnag, mae Adweithyddion Modiwlwr Bychan (megis y safle posibl yn Nhrawsfynydd) yn cael eu datblygu ar hyn o bryd, ac maent yn derbyn cefnogaeth ariannol gan lywodraeth y DU
- Ffynonellau adnewyddadwy (gwynt, tonnau, llanw, hydro, biomas) fydd yn cael eu ffafrio yn nhrefn teilyngdod pan fyddant ar gael.
- CCGT sy'n cael ei redeg gan nwy fydd yn cael ei weithredu yn ôl yr angen, ond yn y gaeaf yn bennaf.
- OCGT sy'n cael ei redeg gan nwy/gorsafoedd pŵer lefelu'r defnydd gydag injans nwy.

Ar ryw adeg, bydd angen CCS neu newid tanwydd ar y ddau gategori olaf, gyda hydrogen glas o bosibl. Yn ogystal, gall unrhyw orsafoedd pŵer biomas ddewis gosod CCS i fanteisio ar fio-ynni gyda chasglu a storio carbon (BECCS) os yw'n gweithio'n dda. Felly, yn y tymor canolig, mae'n bosibl na fydd trydaneiddio'n lleihau'r angen ar gyfer seilwaith allforio CO₂ gymaint â'r disgwyl.

4.3.4 Symud i Fiomas/Bio-nwy

Does dim llawer o adnoddau biomas yn y DU i'w ddefnyddio'n uniongyrchol fel tanwydd neu i gael ei fwydo i orsafoedd nweiddio neu dreulwyr anaerobig (AD) i greu methan carbon isel. Ymhlith yr astudiaethau blaenorol ar ddichonoldeb biomas roedd:

- Cynhaliwyd adroddiad ar stociau bwyd bio-ynni posibl y DU yn 2017 ar ran Cadent Gas gan Anthesis ac E4Tech³¹.
- Mae adroddiad dilynol gan Regen³² yn nodi bod dadansoddiad o'r astudiaeth Cadent gan Wales & West Utilities yn awgrymu y gallai potensial nwy adnewyddadwy Cymru, os yw'n cael ei ecsbloetio'n gywir, gyrraedd mor uchel â 7-8 TWh yn y cyfnod rhwng 2030 a 2040 - roedd hyn gyfwerth ag 8.7% o ddefnydd ynni yng Nghymru yn 2017.
- Mae adroddiad pellach gan Regen ar ran Llywodraeth Cymru³³ yn nodi bod 46 o brosiectau treulio anaerobig (AD) yng Nghymru yn 2017 gyda chyfanswm allbwn o 18.9 MWh a 8.4 MWh. Gan gymryd 35% effeithlonrwydd cynhyrchiad trydan yn ganiataol, mae hyn gyfwerth ag oddeutu 62 MW o fio-nwy neu oddeutu 0.5 TWh/a.

Ar y sail hon, gellid cyflenwi 6.5-7.5 TWh pellach o ynni drwy biomas, ond nododd y prosiect Biogas Action³⁴:

29. NGN Prosiect Porth Dinas Leeds <https://www.h21.green/projects/h21-leeds-city-gate/>

30. Adroddiad 'Datgarboneiddio Diwydiannol a Mapiau Ffordd Effeithlonrwydd Ynni hyd at 2050: Gwydr' gan WSP a DNV ar ran yr Adran Ynni a Newid Hinsawdd a'r Adran Busnes, Arloesedd a Sgiliau, Mawrth 2015.

31. Anthesis, E4Tech: "Adolygu Potensial Bio-ynni: Adroddiad Technegol ar gyfer Cadent Gas Ltd" Mehefin 2017 <https://cadentgas.com/nggdwsdev/media/media/reports/futureofgas/Cadent-Bioenergy-Market-Review-SUMMARY-Report-FINAL-amended.pdf>

32. Regen ar ran y Sefydliad Materion Cymreig, Regen ar ran IWA: "Dinas-ranbarth Bae Abertawe: Gweledigaeth system ynni'r dyfodol Ynni Adnewyddadwy ar gyfer 2035" Ebrill 2018

33. Cynhyrchu Ynni yng Nghymru - Adroddiad gan Regen ar ran Llywodraeth Cymru, dyddiedig Hydref 2018

34. <https://www.fedarene.org/biogasaction-new-developments-wales-23030>

- Y safleoedd amaethyddol mwyaf addas ar gyfer AD yng Nghymru yw ffermydd cynnyrch llaeth, sy'n bennaf wedi'u lleoli yn Ne a De Orllewin Cymru.
- Yn 2017 byddai maint cyfartalog y fuches yn cyflenwi gorsaf fyddai'n cynhyrchu 13 kWe, sy'n sylweddol is na'r maint prosiect arferol, sef 250 kW, a ddatblygir dan dariffau FIT a RHI bryd hynny.
- Bellach, mae tyfu cynyddau ar gyfer AD yn cael ei ddiystyru, ac felly ni ellid ei ddefnyddio fel stoc bwyd cynradd.

Mae biomas a fewnforiwyd wedi cael ei ddefnyddio'n helaeth gan Drax Power yn y DU ond codwyd cwestiynau ynghylch effaith amgylcheddol gyffredinol hyn fel opsiwn³⁵.

4.3.5 Technolegau Allyriadau Negyddol

"Allyriadau negyddol" yw'r term sy'n disgrifio gwaredu CO₂ o'r atmosffer y tu hwnt i'r cylch naturiol. Prif enghreifftiau yw coedwigo ac ail-goedwigo, bio-ynni gyda chasglu a storio carbon (BECCS), sy'n gallu cael ei ystyried yn rhywbeth sy'n mantoli prosiectau, a chasglu a storio carbon yn uniongyrchol o'r aer (DACCS). Fis Mawrth 2021, cytunodd y Senedd i osod terfyn credyd o 0% ar gyfer yr ail gyllideb carbon (2021-25), sy'n golygu bod rhaid i Gymru fodloni'r gyllideb lleihau carbon drwy weithredu domestig.

Mae hyn yn unol ag argymhelliad gan y Pwyllgor ar Newid Hinsawdd. Felly ni fyddai mantoli gweithgareddau y tu allan i Gymru'n cael ei ystyried yn allyriadau negyddol.

Coedwigo/ail-goedwigo: mewn termau syml mae hyn yn golygu plannu coed mewn ardaloedd newydd a/neu ddisodli coed sydd wedi'u torri gyda chymaint o goedwig ag sy'n bosibl. Bydd y coed ychwanegol yn storio CO₂. Mae'r datrysiad yn hawdd i'w raddio, ond does dim modd ei raddio'n ddigonol er mwyn i hyn fod yr unig opsiwn.

BECCS: Ystyrir bod llosgi coed yn garbon-niwtral, oherwydd dim ond y CO₂ gafodd ei gasglu pan roedd y ffatri yn tyfu fydd yn cael ei ryddhau. Yn ogystal, os yw CO₂ yn cael ei gasglu o'r coed sydd wedi llosgi ac yn cael ei storio'n ddiogel dan ddaear, yna rydym yn dileu'r carbon o'r atmosffer. Gellid defnyddio BECCS drwy ystod o dechnolegau.

DACCS: Mae Casglu Uniongyrchol o'r Aer yn gwaredu CO₂ yn uniongyrchol o'r aer ac yn ei storio dan ddaear. Gellid defnyddio cyfleusterau DACCS yn agos at ble bydd y CO₂ yn cael ei storio, gan felly ddileu'r anghenion trafndiaeth. Nid yw'r dechnoleg wedi cael ei phrofi heblaw am ar gyfer pob gorsaf ar raddfa labordy, ac mae ganddo'r un heriau i Gymru â BECCS ynghylch storio CO₂. Fodd bynnag, gellid cyd-leoli DACCS mewn hybiau allforio neu brif allyrwyr fel mecanwaith mantoli.

4.4 Opsiynau Technoleg CCS ar gyfer Cymru

4.4.1 Opsiynau datgarboneiddio

Y prif adnodd ar gyfer yr adran hon o'r adroddiad yw Adroddiad Technegol Sero Net CCC (2019)³⁶ sy'n ymchwilio i bob sector o economi'r DU yn ei dro, yn rhannu pob sector yn fathau o ffynonellau ar wahân, yn asesu lefelau allyriadau o'r ffynonellau hyn ac yna'n nodi'r dulliau mwyaf addawol o'u lleihau. Mae adran hon yr adroddiad yn ymwneud â sectorau pŵer, diwydiant, gwastraff a'r sectorau busnes/adeiladu sy'n berthnasol i Gymru.

4.4.2 Datgarboneiddio cynhyrchu pŵer

Er mwyn cwrdd â thargedau CO₂ Llywodraeth Cymru, bydd angen datgarboneiddio pob gorsaf bŵer CCGT fawr.

Heblaw am ddatgomisiynu (a allai fod yr opsiwn a ddewisir ar gyfer gorsafoedd pŵer hŷn), y ddau brif opsiwn ar gyfer pŵer datgarboneiddio yw CCS a newid tanwydd i hydrogen:

- Cynhyrchu CCGT gyda CCS:
 - Casglu carbon ar ôl hylosgiad - byddai'r ymagwedd hon yn defnyddio proses amin uwch (neu amonia wedi'i oeri efallai) i gasglu CO₂ o'r nwy fflw CCGT.
 - Casglu carbon cyn hylosgiad - yn yr achos hwn, mae'r cyflenwad tanwydd nwy i'r CCGT yn cael ei basio'n gyntaf i ailffurfydd lle mae'n cael ei droi'n hydrogen a CO₂. Ar ôl ei wahanu, caiff yr hydrogen ei ddefnyddio fel tanwydd ar gyfer y CCGT. Yn ei hanfod, mae'r broses hon yr un peth â thrawsnewid tanwydd gyda hydrogen o rwydwaith nwy.
- CCGTau sy'n cael eu pweru gan hydrogen.
 - Hydrogen glas a gynhyrchir yn lleol.
 - Hydrogen glas neu wyrdd a gyflawnir gan y rhwydwaith nwy.
 - Hydrogen sy'n cael ei fewnforio ar long (o bosibl fel amonia neu fel cludwr hydrogen ar ffurf hylif organig (LOHC)).

Mae'r dewis rhwng y ddau opsiwn hyn yn dibynnu ar y seilwaith sydd ar gael (h.y. cyflenwad hydrogen gan rwydwaith nwy a / neu gyfleusterau storio hydrogen lleol neu gyfleusterau cludo a storio CO₂), prisiau nwy yn y



35. Er enghraifft, wele'r erthygl yn The Ecologist yn 2017 <https://theecologist.org/2017/apr/10/no-drax-theres-nothing-sustainable-about-big-biomass>

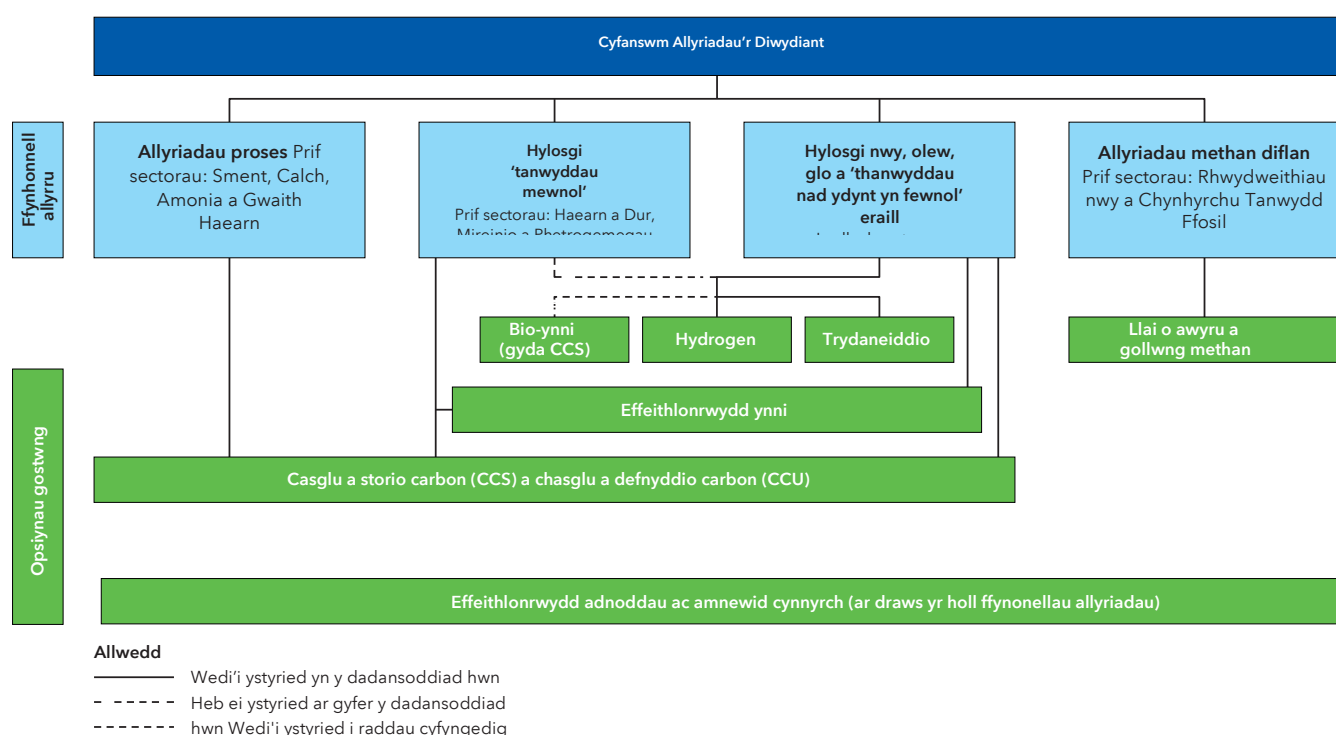
36. CCC Adroddiad Technegol Sero Net <https://www.theccc.org.uk/publication/net-zero-technical-report/>

dyfodol a ffactor llwyth yr orsaf bŵer. CCUS ôl-losgi sydd â'r gost cyfalaf uwch ond mae ganddo gosb effeithlonrwydd is na throsi nwy naturiol i hydrogen³⁷. Mae astudiaeth ETI³⁸ yn awgrymu mai ar gyfer ffactorau llwyth uchel, CCUS yw'r opsiwn cost isaf tra mae trosi i hydrogen (ar sail ATR/SMR sy'n rhedeg yn barhaus a cheudyllau ar gyfer storio hydrogen) yn ddelfrydrol ar gyfer ffactorau llwyth is. Cafodd hyn ei gadarnhau gan adborth rhanddeiliaid yn ystod y prosiect.

4.4.3 Datgarboneiddio Diwydiant

Mae Adroddiad Technegol Sero Net CCC yn cyfeirio at astudiaeth newid tanwyddau 2018 BEIS³⁹ a gynhaliwyd gan Element Energy a Jacobs wnaeth adnabod mathau o brosesau yn hytrach na diwydiannau. Comisiynwyd astudiaeth estyn gan y CCC⁴⁰ i edrych ar ddatgarboneiddio tanwyddau mewmol sy'n cael eu cynhyrchu o ffynonellau tanwydd ffosil fel rhan o'r broses weithgynhyrchu ac yna eu llosgi i gynhyrchu gwres (e.e. golosg mewn cynhyrchu haearn neu hydrogen mewn puro).

Y casgliad oedd bod modd datgarboneiddio'r broses hyllogi sefydlog mewn gweithgynhyrchu yn gyfan gwbl drwy ddefnyddio hydrogen, CCS, BECCS a thrydaneiddio fel y dangosir yn y diagram canlynol yn Ffigur 4-5.



Nodiadau: Mae hyllogi nwy, olew a glo yn cynnwys peiriannau symudol oddi ar y ffyrdd all gael eu diddymu gydag opsiynau newid tanwyddau. Ystyrir allyriadau CO₂ diflan o fewn yr allyriadau proses uchod. Mae'r llinellau ar gyfer CCS a CCU yn nodi'r ystyriaeth o CCS; nid yw CCU wedi cael ei ystyried yn y dadansoddiad hwn. 'Tanwyddau mewmol' yw tanwyddau a gynhyrchir gan stoc bwyd diwydiant (nwy ffwrnais chwyth a nwy popty golosg yn y sector creu haearn, a rhai hydrocarbonau llai gwerthfawr yn y sectorau purfeydd a phetrocemegion).

Ffigur 4-5 Opsiynau ar gyfer datgarboneiddio diwydiant (CCC ddarparodd y llun)

37. Bates, C. a Read, A. 'BEIS: CCUS Cyngor Technegol - Adroddiad ar Dybiaethau' Uniper Technologies, Medi 2018

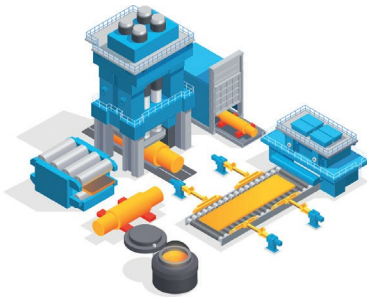
38. 'Hydrogen - Rôl storio hydrogen mewn system bŵer ymatebol a glân' Adroddiad mewnwelediadau gan y Sefydliad Technolegau Ynni, 2015

39. Astudiaeth newid tanwydd BEIS https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/824592/industrial-fuel-switching.pdf

40. Estyniad i'r astudiaeth newid tanwydd BEIS a gomisiynir gan CCC <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2019/05/Extension-to-Fuel-Switching-Engagement-Study-Assumptions-Log.pdf>

4.4.4 CCS ar gyfer Prosesau Cynhyrchu Haearn a Dur

Mae tri phrif lwybr at gynhyrchu dur fel y'i nodir yn Ffigur 4-6 a'i ddisgrifio isod.



1. Cynhyrchu dur integredig confensiynol

Gwaith dur integredig confensiynol gan ddefnyddio ffwrnais chwyth (BF) ac yna ffwrnais ocsigen sylfaenol (BOF). Nodir mai'r defnydd pŵer cyffredinol fesul tunnell o ddur crai a gynhyrchir (World Steel⁴²) yw 18.93 GJ. Awgryma astudiaeth IEAGHG bod oddeutu 450 kg o garbon yn mynd i mewn i'r broses ar gyfer pob tunnell o fetel poeth sy'n cael ei gynhyrchu. Mae 85-90% o'r carbon hwn yn gadael y broses mewn nwy fflw o'r orsaf bŵer, fflerau ffwrnais a stofiau gwres.

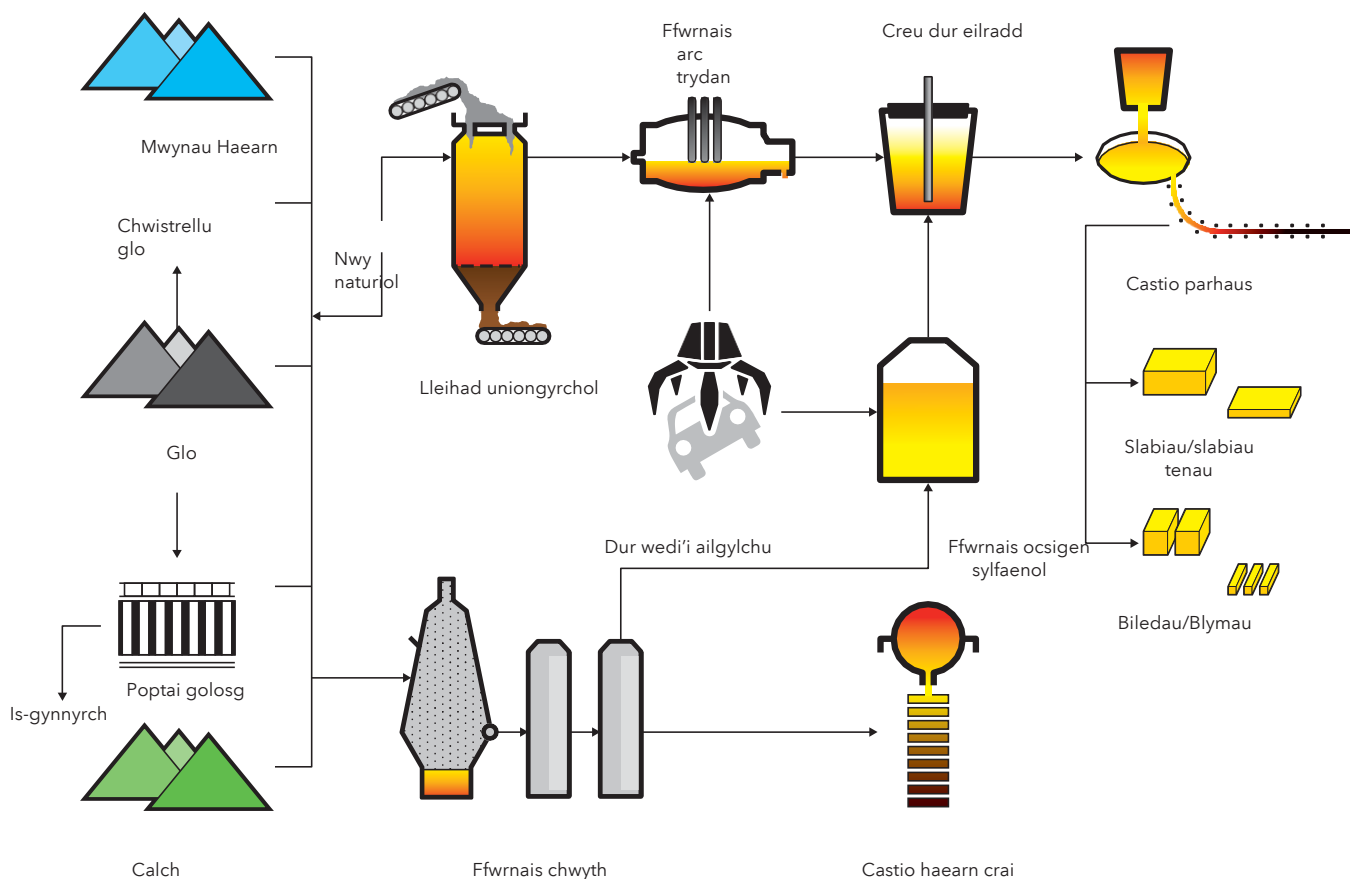
2. Ffwrnais Arc Trydan (EAF)

Rhoddir dur sgrap wedi'i ailgylchu a rhai fflwcs/ychwanegion yn yr EAF lle defnyddir anodau carbon i basio ceryntau uchel drwodd i doddi'r dur. Yna caiff y cynnyrch dur tawdd ei dapio a'i anfon yn uniongyrchol i brosesau gwneud dur eilaidd. Nodwyd mai'r defnydd pŵer cyffredinol fesul tunnell o ddur crai (World Steel) oedd 7.33 GJ sy'n 38% o'r hyn sy'n cael ei ddefnyddio yn y llwybr confensiynol, er bod defnyddio dur sgrap yn dileu'r cam creu haearn. Mae dur wedi'i ailgylchu a gynhyrchir mewn EAF yn tueddu i fod o ansawdd is na dur crai oherwydd ei fod yn cadw halogion a oedd yn bresennol yn y dur sgrap, fel copr.

Gwneir bron i 30% o ddur drwy EAF (tua 50% yn Ewrop). Mae cynhyrchiad wedi'i gyfyngu gan argaeledd dur sgrap, ond bydd ailgylchu yn cynyddu wrth i stoc dur y byd gynyddu. Mae rhai gorsafoedd Haearn Llai Uniongyrchol (DRI-EAF) yn cael eu hadeiladu ar hyn o bryd, ac mae'r haearn sbwng sy'n cael ei gynhyrchu yn cael ei ddefnyddio i borthi'r EAF.

3. Lleihad Uniongyrchol

Mae mwyn haearn yn cael ei leihau'n uniongyrchol gyda nwy sy'n lleihau (sy'n deillio o unrhyw un o nifer o danwydd gan gynnwys nwy naturiol, golosg, glo, gwaelodion purfa nwy synthesis) mewn ffwrnais/adweithydd fertigol i gynhyrchu haearn sbwng. Yna, gall hyn ei fwydo i EAF er mwyn cynhyrchu dur⁴³.



Ffigur 4-6 Opsiynau ar gyfer cynhyrchu dur

41. Tudalennau 'Production routes for steel' a 'Ultra low CO₂ steelmaking' ar <https://www.sustainablesteel.eu/default.asp>

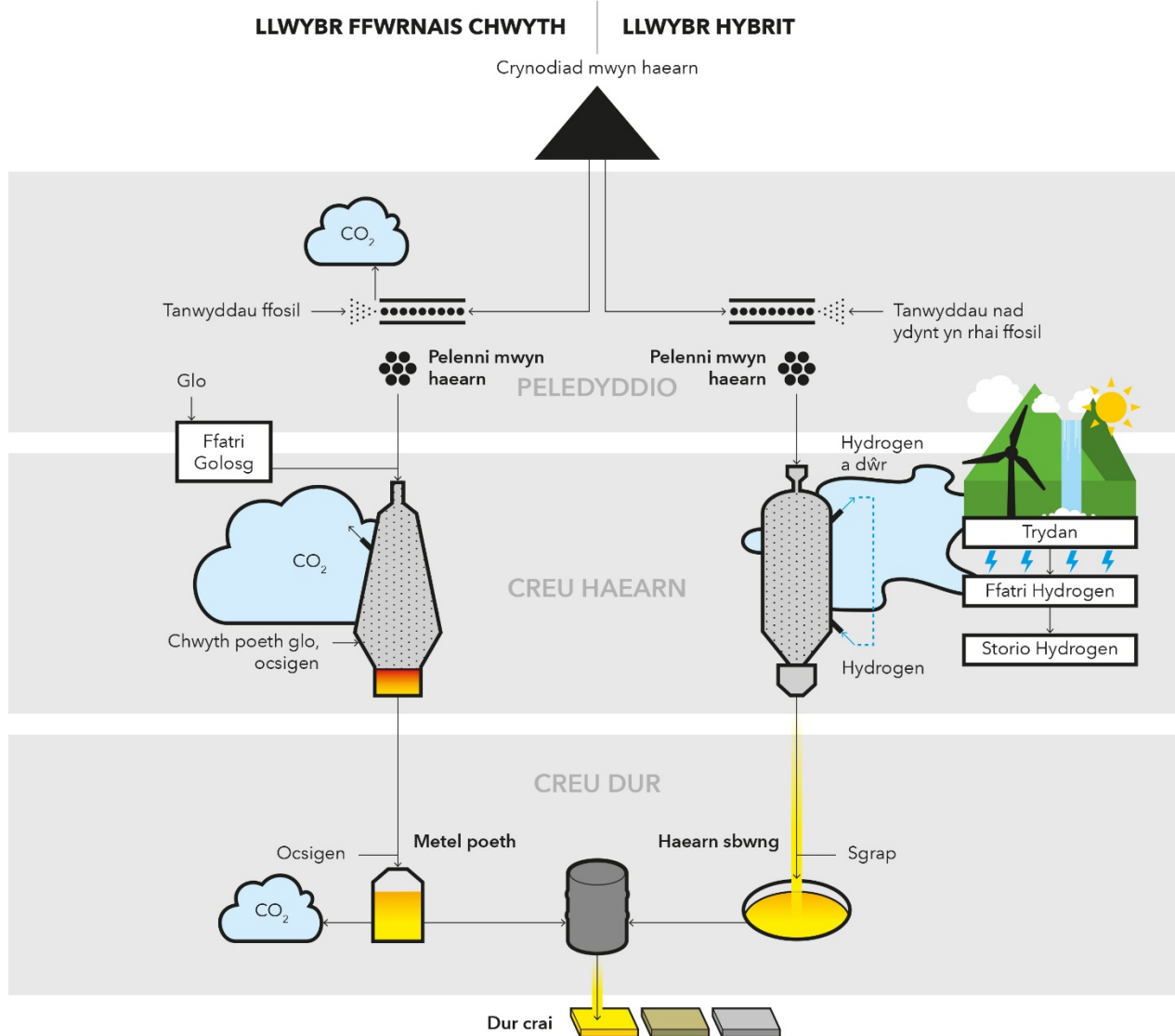
42. World Steel <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/raw-materials.html>

43. 'The MIDREX® Process - The world's most reliable and productive Direct Reduction Technology' Llawlyfr wedi'i lawrlwytho gan <https://www.midrex.com/>

4.4.5 HYBRIT

Prosiect yw'r broses HYBRIT sy'n cael ei gynllunio yn hyn o bryd yn Luleå yn Sweden i beilotia'r defnydd o hydrogen o electrolysis mewn proses creu dur ar sail DRI⁴⁴. Mae'n fenter ar y cyd rhwng SSAB, LKAB a Vattenfall. Mae'r llwybr cynhyrchu yn debyg i brosesau DRI presennol, heblaw bod H₂ yn adweithio gydag ocsidau haearn i

greu dŵr yn hytrach na CO₂. Nodir proses DRI arfaethedig HYBRIT yn Ffigur 4-7. Mae'r cysyniad peilot wedi cael ei ddylunio i fod â chapasiti storio H₂ digonol i gydbwyso'r galw am H₂ ar gyfer y broses DRI a'r cyflenwad hydrogen gan gynhyrchu pŵer ysbeidiol, er enghraifft, gwynt neu PV solar.



Ffigur 4-7 Sgematig o'r prosesau BF-BOF a HYBRIT. Ffynhonnell: Hybrit Development

4.4.6 Astudiaeth achos

Er enghraifft, ar gyfer gwaith dur integredig mawr, byddai disodli'r ffwrneisi chwyth gyda ffwrneisi arc trydan yn lleihau'n sylweddol nifer yr allyriadau carbon uniongyrchol:

1. Mae defnyddio sgrap wedi'i ailgylchu fel porthiant yn dileu'r angen ar gyfer y golosg a'r defnydd ynni a'r allyriadau sydd ynghlwm wrth y broses creu dur.
2. Yn ogystal, ni fyddai angen y Ffwrneisi Ocsigen Sylfaenol mwyach, gan ddileu'r angen ar gyfer cyflenwadau ocsigen a'r galw am bŵer cysylltiedig. Byddai'r ddwy brif ddyletswydd hyn yn cael eu disodli gan alw am bŵer trydanol ar gyfer yr EAFau. Fel y'i nodwyd uchod, mae hyn gyfwerth ag oddeutu 38% o'r ynni sydd ei angen ar gyfer y broses BF-BOF.

44. Crynodeb o ganfyddiadau astudiaeth cyn-dichonoldeb HYBRIT 2016-2017', HYBRIT (2017). <https://www.hybritdevelopment.com>

3. Pe byddai hyn oll yn cael ei gynhyrchu ar y safle felly, gan dybio effeithlonrwydd cynhyrchu CCGT o 55% a dwyseddau carbon o 0.347 ar gyfer golosgi glo ac 0.184 ar gyfer nwyon naturiol (BEIS, 2018), byddai'n arwain at leihad oddeutu 60% mewn allyriadau CO₂ o'r cyfleuster. Fodd bynnag, mae'n debygol y byddai'r EAFau yn manteisio i'r eithaf ar ddefnyddio pŵer grid mewn cyfnodau nad ydynt yn brys. Nododd adroddiad mapiau ffordd WSP-DNV 2015⁴⁵ ddwysedd carbon o 0.6 tonnell/tonnell ar gyfer dur EAF, all gael ei gymharu gyda 2.2 tonnell/tonnell ar gyfer y llwybrau BF-BOF - mae hyn gyfwerth â lleihad o 72% mewn allyriadau.

Mae hyn yn awgrymu hyd yn oed heb CCS y byddai'r opsiwn EAF o bosibl yn lleihau'r allyriadau CO₂ o safle gwaith dur yn sylweddol, a chyda CCS gallai'r allyriadau fod wedi'u lleihau dros 95% o'i gymharu â'r lefel bresennol. Yn y senario hwn, gan fod llawer o'r lleihad wedi deillio o newid y broses, byddai angen i'r capasiti allforio CO₂ fod tua 25-30% o'r gwerthoedd presennol.

Mae llwybrau creu dur newydd eraill (heblaw electrolysis) yn gofyn am danwydd ffosil, felly maent yn annhebygol o arwain at leihad mawr mewn CO₂ oni bai eu bod ochr yn ochr â lleihad sylweddol yng nghapasiti'r safle.

4.4.7 Datgarboneiddio prosesau diwydiannol eraill

Daeth y data o'r adran hon o adroddiad mapiau ffordd WSP-DNV 2015⁴⁶.

Sment - Y brif ffrwd nwy fflw ar gyfer cynhyrchu sment yw'r nwy gwacáu o'r odyonau. Mae tanwydd gwastraff/biomas eisoes yn cael ei ddefnyddio'n helaeth ond mae'r broses gemegol ategol yn rhyddhau CO₂, ac mae'r CO₂ hwn sy'n deillio o'r broses yn ffurfio dros 60% o'r allyriadau, felly mae atafaeliad llawn yn amhosibl heb CCS. Y prif opsiynau ar gyfer datgarboneiddio yn y diwydiant sment yw:

- Newid i danwydd carbon isel er mwyn lleihau'r allyriadau CO₂ sy'n deillio o hylosgi tanwydd.



- Defnyddio CCS gyda'r nwyon gwacáu o odyonau sment i atal allyriadau CO₂ sy'n deillio o hylosgi tanwydd a chalchyniad calchfaen.
- Disodli calchfaen neu glincer gyda mwynau eraill, allai helpu i leihau allyriadau'r broses.

Gwydr a Serameg - Mae 80 i 90% o allyriadau CO₂ y safle'n deillio o gynhesu odyonau gan ddefnyddio nwy naturiol. Mae'n bosibl casglu gyda phrosesau math amin, ond mae heriau yn hyn o beth oherwydd cydrannau ymosodol y nwy fflw.

Mae'r diwydiant gwydr yn ystyried defnyddio hydrogen ond hefyd yn archwilio trydaneiddio. Mae'n bosibl y bydd newid o nwy naturiol i hydrogen yn galluogi i'r ffwrneisi presennol gael eu defnyddio ac osgoi gwaith ail-adeiladu mawr, ond bydd hyn oll yn dibynnu ar gostau tanwydd.

Purfeydd - Bydd gan safle penodol lawer o ffrydiau gwastraff sy'n cynnwys CO₂ yn deillio o lwythi cynhesu a ffynonellau proses.

Disgwylir y bydd purfeydd newid tanwydd i hydrogen, gynhyrchu ar raddfa fawr fel portiant dros dro. Gellir defnyddio cynhyrchiad hydrogen purfeydd uwch a CCS er mwyn cyflenwi diwydiant lleol. Cynigir grid hydrogen cyffredinol gan gynnwys purfa EssarStanlow fel sail y clwstwr diwydiannol HyNet⁴⁷ yng Ngogledd Orllewin Lloegr.



Cemegion - Bydd safleoedd cemegol yn debyg i burfeydd o ran bod â chyfuniad o nwyon fflw'n deillio o ddyletswyddau cynhesu ac allyriadau CO₂ yn deillio o brosesau. Mae'n debygol y bydd datgarboneiddio'r ffrydiau gwastraff yn digwydd drwy brosesau amin neu fath hydoddydd arall, yn ogystal â thrydaneiddio a newid tanwydd i hydrogen.

Gweithgynhyrchu - Bydd y rhan fwyaf o'r safleoedd hyn yn allyrru nwyon fflw o ddyletswyddau cynhesu tymheredd eithaf isel, a gellid eu datgarboneiddio drwy drydaneiddio. Mae'n bosibl y bydd angen ail-danwyddo rhai gorsafoedd gyda hydrogen neu danwydd arall sydd wedi'i ddatgarboneiddio - er enghraifft, gwaith injan gyda ffowndriaau.

Melinau Papur - Mae llawer o safleoedd melinau papur yn Ne a Gogledd Ddwyrain Cymru. Caiff gwaith integredig eu pweru'n rhannol gan fiomas sy'n deillio o'r broses. Gallai CCUS ar y safleoedd hyn fod yn opsiynau deniadol i BECCS.

45. 'Mapiau Ffordd Datgarboneiddio Diwydiannol ac Effeithlonrwydd Ynni' WSP a DNV ar ran DECC a BIS, 2015

46. Ibid

47. Prosiect yw HyNet sy'n cynnig defnyddio hydrogen glas yng Ngogledd Orllewin Lloegr. <https://hynet.co.uk/>

4.4.8 Datgarboneiddio adeiladau

Ni ystyrir CCUS ar ffynonellau allyriadau o raddfa eiddo domestig (1-2 dunnell o CO₂ y flwyddyn ar hyn o bryd) ac eiddo masnachol hyd yn oed yn fwy yn hyfyw oherwydd y gost a natur y seilwaith fyddai ei angen.

I rai eiddo, gall y cyfuniad hwn o dechnolegau ddileu neu leihau allyriadau CO₂ yn sylweddol:

- Arbed ynni drwy enillion inswleiddiad ac effeithlonrwydd (nodwyd lleihad o 39% yn nefnydd adeiladau masnachol, lleihad o 21% mewn adeiladau domestig)
- Systemau gwres ardal carbon isel - angen llwyth angor mawr yn ddelfrydol.
- Trydaneiddio - un ai drwy wres trydanol uniongyrchol, neu bwmp gwres. Nododd adborth gan randdeiliaid Wales & West Utilities y gallai defnyddio pypiau gwres hybrid leihau'r defnydd o nwy mewn eiddo addas gan >70%.
- Newid i hydrogen fel tanwydd ar gyfer gwres a choginio.

At ddibenion yr adroddiad hwn, tybir bod y mesurau hyn ochr yn ochr â datgarboneiddio'r grid nwy a thrydaneiddio'n ddatrysiad datgarboneiddio gwell na CCS ar raddfa fach.

4.4.9 Datgarboneiddio Gwastraff a Phrosesu Gwastraff

Dyma rai ffynonellau allweddol o allyriadau gwastraff:

- Methan o wastraff bioddiraddadwy yn pydru mewn safleoedd tirlenwi - mae hyn wedi gostwng 70% ers 1998 oherwydd llai o fiomas i dirlenwi a nwyon tirlenwi'n cael eu defnyddio/trin yn well.
- Allyriadau a gynhyrchir o drin dŵr gwastraff.
- Allyriadau sy'n deillio o driniaeth fiolegol (MBT), compostio a llosgi gwastraff trefol (MSW).

Mae allyriadau MSW yn hynod isel, sy'n syndod, efallai oherwydd eu bod nhw'n CO₂ yn hytrach na'r methan a gynhyrchir gan MBT a chompostio.

4.4.10 Datgarboneiddio'r broses o gynhyrchu hydrogen

Bydd hydrogen yn cael ei gynhyrchu gan ddefnyddio cyfuniad o orsafoedd sy'n addasu tanwyddau ffosil ac electrolysis. Oherwydd yr ynni sy'n cael ei golli wrth gynhyrchu, mae defnyddio hydrogen sy'n deillio o danwydd ffosil yn ei hanfod yn cynyddu allyriadau CO₂ oni bai fod y CO₂ yn cael ei gasglu, felly disgwylir i bob gorsaf o'r fath fod â chyfleuster CCS. Bydd bron yr holl allyriadau CO₂ sy'n deillio o ailffurfydd yn cael eu casglu yn y ffrwd sy'n cael ei gwahanu o'r cynnyrch hydrogen gan ddefnyddio technoleg hydoddydd ffisegol yn rhan o'r broses o buro'r hydrogen.

4.5 Seilwaith Presennol yn Ne Cymru

Porthladdoedd
Ceir crynodeb o'r seilwaith porthladdoedd presennol yn Ne Cymru yn Nhabl 4-3.

Porthladd	Uchafswm Maint y Llong L x B x D	Uchafswm Dwt y Llong	Arwynebedd y Doc	Agosrwydd i'r dref	Nodiadau
Unedau	m	tunnell	erw		
Casnewydd	244 x 30.1 x 10.4 (De'r Doc)	40,000	685	1 km+	Uskmouth B, gwaith dur a Solutio gyferbyn â'r dociau ar Afon Wysg Sment, dur a mwyn/glo yn cael eu trin yno ar hyn o bryd
Caerdydd	198 x 27 x 10	35,000	852	100-200 m	Yn cynnwys terfynfa llwythi hylif swmpus a depo storio olew. Gyferbyn â safle BOC SMR 1-2km o waith dur Caerdydd
Y Barri	178 x 19.2 x 9	23,000	531	400 m (Doc 2)	Ar hyn o bryd yn trin cemegion ar ffurf hylif. Dow Corning a Cabot Carbon gyferbyn â'r doc
Port Talbot	300 x * x 16.5 Basn Llanw *trawst digyfngiad	170,000	845	1 km+ Basn Llanw	Glo golosg a mwynau Gyferbyn â gwaith dur Port Talbot
Abertawe	200 x 26.x x 9.9	30,000	521	400 m	Trin sment, mwynau, llwythi amaethyddol, agregau a thywod wedi'i garthu Tir datblygu ar gael ar gyfer y diwydiant gwynt alltraeth
Llanelli	Nid yw'n cael ei ddefnyddio'n fasnachol mwyach				
Aberdaugleddau	17m drafft	Mawr iawn	Mawr iawn	-	Yn gwasanaethu purfa Valero, terfynfa olew Puma Energy, LNG South Hook a Dragon LNG gyda glanfeydd pwrpasol. Hefyd yn cynnwys Porthladd Penfro ac mae gyferbyn â Gorsaf Bŵer Sir Benfro

Tabl 4-3 Seilwaith porthladdoedd presennol yn Ne Cymru

Piblinellau Nwy

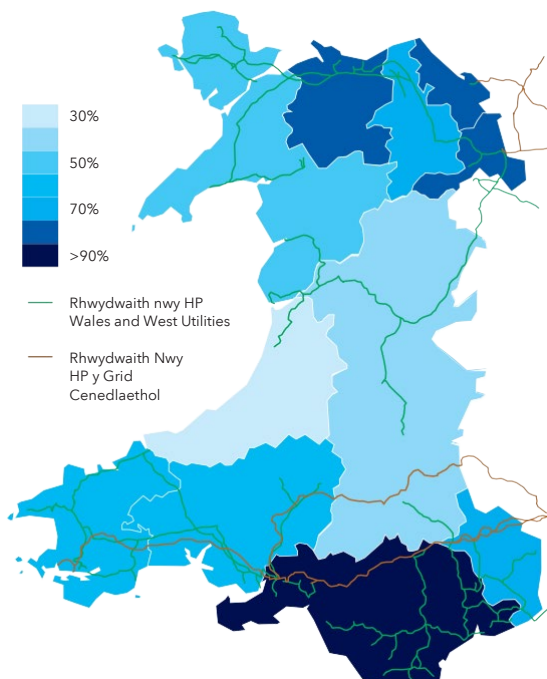
Nwy Grid Cenedlaethol sydd berchen ar y System Drosgrwyddo Cenedlaethol ac sy'n ei gweithredu. Yn Ne Cymru, mae'n rhedeg o'r terfynfeydd LNG yn Aberdaugleddau i fan cysylltu yng Nghanolbarth Lloegr. Mae cwsmeriaid De Cymru'n cael cyflenwad gan weddillion yng Ngilwern, Dowlais a Dyffryn Clydach. Yng Ngogledd Cymru, mae'r System Drosgrwyddo Cenedlaethol yn rhedeg dwy gyfres o piblinellau o Ogledd Orllewin Lloegr. Mae'r un gyntaf yn rhedeg i orsafoedd pŵer Cei Connah a Dyfrdwy a'r ail yn rhedeg i Faelor. Wales and West Utilities sy'n rhedeg y systemau rhannu lleol yng Nghymru gyda nwy'n cael ei gyflenwi gan bedwar o gronfeydd gweddilliol gan y System Drosgrwyddo Cenedlaethol. Mae defnyddwyr diwydiannol mawr a gorsafoedd pŵer yng Nghymru wedi'u cysylltu'n uniongyrchol â'r System Drosgrwyddo Cenedlaethol all gyflenwi'r cyfraddau llif mawr sydd eu hangen. Mae map o'r piblinellau drosgrwyddo a'r rhaniad nwy yng Nghymru a chanran y tai sydd ar y grid nwy ar gael i'w weld yn Ffigur 4-8⁴⁸

Olew a phiblinellau eraill yng Nghymru

Mae piblinell 16" aml-gynnyrch (cerosin ac ati) sy'n rhedeg tua'r Gogledd Ddwyrain o Aberdaugleddau i Seisdon, a phiblinell olew 18" nad yw'n cael ei defnyddio o Aberdaugleddau i Burfa Llandarcy (ger Cyffordd 43 yr M4 rhwng Abertawe a Phort Talbot). Caedd y burfa yn 1998 a chafodd ei ddymchwil yn 2009. Gweler Ffigur 4-9 i gael darlun o'r rhwydwaith piblinellau a throsglwyddo trydan yn Ne Cymru.

Mae hefyd piblinell olew crai gefell 36" nad yw'n cael ei defnyddio (cafodd ei datgomisiynu yn 1990) o Rosgoch ar Ynys Môn i burfa Essar yn Stanlow.

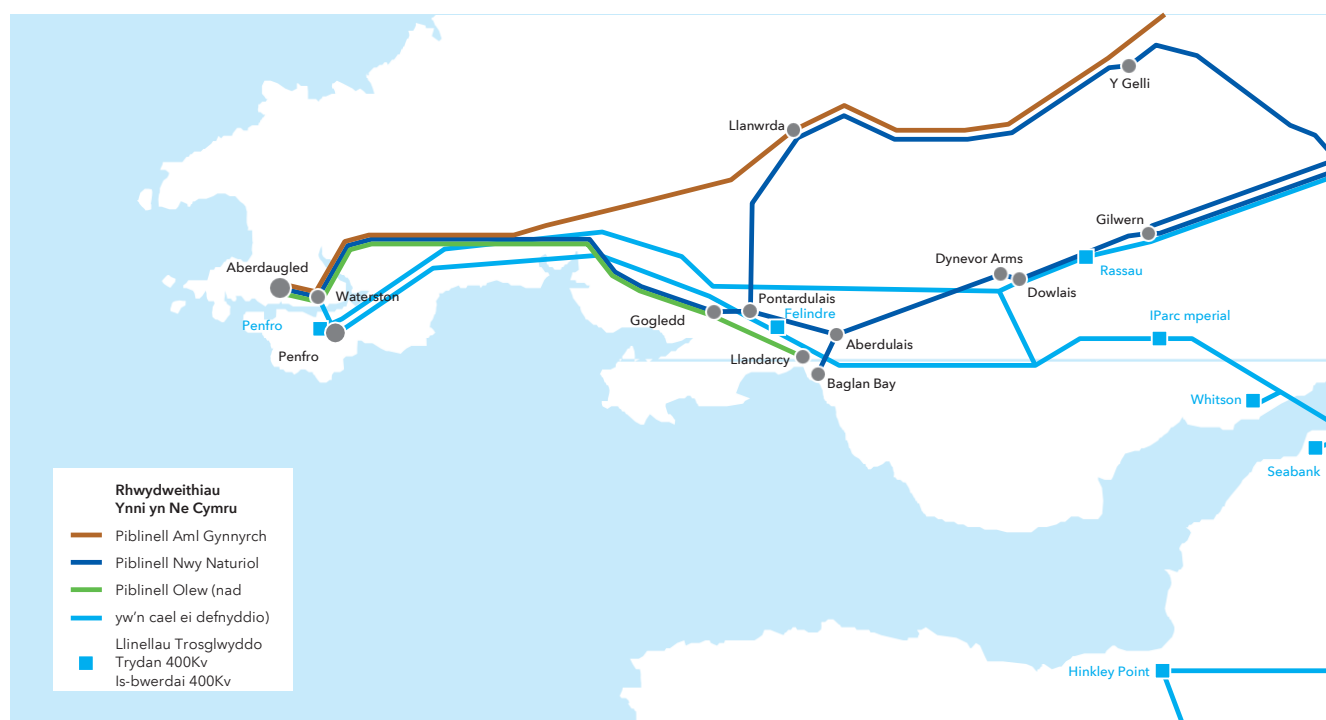
CANRAN Y TAI AR Y GRID NWY FESUL ARDAL AWDURDOD LLEOL YNG NGHYMRU, 2017



Ffigur 4-8 Piblinellau nwy a chanran tai Cymru sy'n gysylltiedig â'r rhwydwaith nwy yng Nghymru (Llun gan Lywodraeth Cymru)

Llinellau Pŵer

Mae llinellau trosglwyddo 400 kV yn rhedeg o Aberdaugleddau (yr orsaf bŵer fwyaf yn Ewrop sy'n cael ei phweru gyda nwy) i Dde Cymru a Lloegr.



Ffigur 4-9 Piblinellau mawr De Cymru a llinellau trosglwyddo trydan. Llun gan Borthladd Aberdaugleddau.

48. Adroddiad Llywodraeth Cymru 2018 <https://llyw.cymru/sites/default/files/publications/2020-06/defnydd-o-ynni-yng-nghymru-2018.pdf> <https://llyw.cymru/sites/default/files/publications/2020-06/energy-use-in-wales-2018.pdf>

4.6 Opsiynau Allforio CO₂

Mae Tabl 4-4 yn crynhoi cyrchfannau posibl ar gyfer CO₂ a gesglir yng Nghymru.

Opsiwn	Lleoliad a Math o Storio	Capasiti Storio	Datblygwyr	Amserlenni	Materion/ sylwadau
Troednodyn Cymru ar y Tir ⁴⁹	Storfa ar y tir drwy biblinellau lleol a chwistrellu i mewn i ddyddodion glo De Cymru.	Mae'r amcangyfrifon yn amrywio o 70.1 Mt (wedi profi) i 152 Mt (posibl) h.y. 5-10 mlynedd o storio.	Dim ar hyn o bryd		Mae pryderon ynghylch ymateb y cyhoedd yn golygu bod yr opsiwn hwn yn annhebygol iawn o gael ei ganiatáu.
Troednodyn Cymru ar y Môr ⁵⁰	Basn Canol Môr Iwerddon, Basn Gogledd a De'r Môr Celtaidd.	Daeth adroddiad ADP i'r casgliad bod y potensial ar gyfer storio yn isel. Rhywfaint o botensial ym Masn De'r Môr Celtaidd.	Dim	Dim seilwaith presennol - byddai'r holl gyfleusterau, piblinellau ac ati yn cael eu hadeiladu o'r newydd.	
Dwyrain Môr Iwerddon - troednodyn maes Hamilton ⁵¹	CO ₂ wedi'i storio yn hen faes nwy Hamilton gyda'r seilwaith yn cael ei aildddefnyddio. Piblinell o Ogledd Cymru a CO ₂ a chludo ar longau o Dde Cymru. Camau posibl ar gyfer y dyfodol yng nghaeau Morecambe.	2025 - 400,000 t/a o'r diwydiant a chynhyrchu hydrogen glas. 2027/8 - 3-4 Mt/a o ragor o hydrogen glas. 2030 - 10 Mt/a yn cael ei gasglu, 1 Mt o ddiwydiant, y gweddill o hydrogen glas.	Mae gan bartner HyNet, ENI (gweithredwr Hamilton), drwydded gan OGA ar gyfer gwaith gwerthuso. Byddai angen trwydded arall ar gyfer storio. Mae caeau Bae Morecambe yn cael eu gweithredu gan Spirit Energy.	Disgwylir i'r broses o gynhyrchu nwy ddod i ben yn 2027, gyda'r chwistrelliad cyntaf yn dechrau yn 2029 ar y cynharaf.	Llwybr amlwg ar gyfer Gogledd Ddwyrain Cymru o Derfynfa Nwy y Parlwr Du. HyNet yn trafod safleoedd CO ₂ Gogledd Ddwyrain Cymru a SWIC. Crybwyllir mewnforio CO ₂ ar longau ond nid yw'n glir a oes capasiti ar gael ar gyfer De Cymru.
Troednodyn Iwerddon ar y Môr ⁵²	Hen feysydd nwy (Kinsale Head, Ballycotton, Gogledd Orllewin Kinsale, Seven Head) a gynhyrchwyd drwy blatfform Kinsale Head.		Cynigion i ddefnyddio'r meysydd hyn ar gyfer casglu a storio CO ₂ . Mae Ervia yn cynnal astudiaeth dichonoldeb ar gyfer CCUS yn Iwerddon, a bydd yn cyflwyno adroddiad ddiwedd 2022.	Y tymor hir. Roedd y meysydd presennol i fod i ddatgomiysyn yn 2020.	Ystyrir Gogledd Orllewin Kinsale fel storfa, ond mae'n debygol y bydd Iwerddon yn mabwysiadu ateb allforio llongau, o bosibl i Northern Lights ⁵³ .

49. Sarhois, V., Hosking, L.J. Thomas, H.R. 'Arfarniad Cychwynnol o'r Potensial Atafael Carbon mewn Haenau Glo Dwfn Pyllau Glo De Cymru' Canolfan Ymchwil Geo-amgylcheddol, Ysgol Beirianeg Caerdydd, Prifysgol Caerdydd, CF24 3AA

50. Bentham M, Williams J a Hannis S. 2014. Atodiad 1: Asesiad o'r potensial ar gyfer storio CO₂ o dan yr wyneb mewn dau ranbarth ym Masn Canol Môr Iwerddon. Adroddiad Mewnol Arolwg Daearegol Prydain, CR/14/128., C J Vincent, K L Kirk a T C Pharoah 2014. Asesiad o'r potensial ar gyfer storio CO₂ o dan yr wyneb ym Masn y Môr Celtaidd. Adroddiad Comisiwn Arolwg Daearegol Prydain, CR/14/134., Bentham, M.. 2015. 'Prosiect Casglu a Storio Carbon Môr Iwerddon, adroddiad terfynol' Arolwg Daearegol Prydain, 2015

51. 'Datgloi Sero Net ar gyfer y DU' Dogfen Gweledigaeth HyNET ar gyfer Gogledd Cymru, Hydref 2020.

52. 'Asesiad o'r Potensial ar gyfer Storio CO₂ yn Ddaearegol ar Ynys Iwerddon' Adroddiad wedi'i Baratoi gan Grŵp CSA ar gyfer Ynni Cynaliadwy Iwerddon, Asiantaeth Diogelu'r Amgylchedd, Arolwg Daearegol Gogledd Iwerddon, Arolwg Daearegol 2008

53. Memorandwm Cyd-ddealltwriaeth rhwng Ervia ac Equinor <https://www.ervia.ie/news/ErviaEquinorMOUonCCS/>

Opsiwn	Lleoliad a Math o Storio	Capasiti Storio	Datblygwyr	Amserlenni	Materion/ sylwadau
De Môr y Gogledd – Sero Net Teesside a Humber, Northern Endurance Troednodyn ⁵⁴	Mae Partneriaeth Northern Endurance yn bwriadu datblygu seilwaith cludo a storio CO ₂ ar y môr sydd wedi'i anelu'n bennaf at ganolfannau Teesside a Humber yn nyfrhaen Endurance.	Disgwylir y bydd cyfanswm y capasiti casglu a storio yn y ffurfiant oddeutu 520 Mt ond mae rhagor o ddyfrhaenau ar gael gerllaw.	Wedi'i archwilio gan brosiect Don Valley CCS, a'i ddatblygu ymhellach gan Brosiect White Rose. Mae'r Grid Cenedlaethol, Equinor a BP yn bartneriaid yn nhrwydded OGA ar gyfer datblygu. Capasiti storio cychwynnol tua 53 Mt gyda phiblinellau o Teesside (145 km) ac Easington (45 km).	2020au - arddangosfa hydrogen ger Drax. 2027-2030 Casglu CO ₂ ar unedau biomas sy'n cael eu tanio Drax. Disgwylir y ffrwd o Teesside yn gyntaf, gan godi i hyd at 10 Mt/a erbyn 2028. Mae Humber yn dilyn gyda 17 Mt/a erbyn canol yr 2030au. Mae'r lefel casglu posibl o ardal Humber yn 44 Mt/a erbyn 2040.	
De Môr y Gogledd – Humber Zero, V Net Zero Troednodyn ⁵⁵	CO ₂ cyflwr dwys i'w bibellu o Immingham i Theddthorpe er mwyn ei chwistrellu i mewn i ddau o hen feysydd nwy SNS.	Heb ei ddatgelu.	Mae consortiwm V Net Sero yn cynnwys Chrysoar, Vitol a Philips 66 wedi'u cysylltu â Humber Zero. Cynlluniau i allgludo CO ₂ cyflwr dwys Immingham i Theddthorpe ar gyfer dau hen faes nwy yn Ne Môr y Gogledd.	Dyfarnwyd dwy drwydded gan OGA, ond nid oes ganddynt brydles storio eto (o Ystad y Goron). Anelu at becyn dylunio llawn ddiwedd y flwyddyn eleni. Chwistrelliad cynharaf fyddai 2026 ond y nod realistig yw 2028 - 3-4 Mt/a. Piblinell i Theddthorpe am hyd at 30 Mt/a.	Mae'n bosibl y bydd gan gonsortia eraill fantais am eu bod yn chwistrellu i mewn i strwythurau daearegol sydd wedi'u cofnodi a'u deall yn dda. Byddai'r CO ₂ sy'n cael ei fewnforio i Immingham mewn cyflwr dwys.
Gogledd Môr y Gogledd – Troednodyn Acorn ⁵⁶	Mae Prosiect Acorn wedi'i gynllunio o amgylch cyfleuster ar y tir yng nherfynfa nwy St Fergus ac mae'n bwriadu defnyddio'r seilwaith piblinellau presennol i allforio CO ₂ i'w chwistrellu i hen feysydd nwy gwahanol, dyfrhaen Captain a maes storio Mey.	Mae gan gronfa ddŵr Goldeneye Cam 1 gapasiti storio o 30 Mt.	Mae Chrysoar, Shell a Total yn bartneriaid prosiect. CO ₂ o brosesu nwy mewnfario yn nherfynfa St Fergus i ddechrau ond mae potensial pellach o ran CO ₂ o'r diwydiant yn Grangemouth, ailffurffydd hydrogen posibl yn St Fergus, ac mae CO ₂ a gludir o Teesport, Rotterdam a Norwy yn opsiynau ehangu gyda chyfradd mewnfario CO ₂ o hyd at 16 Mt/a.	2024 – 340 ktonne/a o CO ₂ o derfynfa nwy St Fergus. 2025 – angen storio 400 ktonne/a o CO ₂ ar gyfer prosiect hydrogen Acorn. Mae Cam 2 yn cynnig mewnfario CO ₂ ar long i Peterhead a drwy biblinell o lain ganol yr Alban.	

54. <https://www.zerocarbonhumber.co.uk/news/northern-endurance-partnership/>, <https://www.netzeroteesside.co.uk/>

55. Acorn - Catalydd Cost Isel a Risg Isel ar gyfer Twf Glân - Pale Blue Dot Energy, SCCS, Rhagfyr 2018. Prosiect Acorn - Amserlen <https://theacornproject.uk/timeline/>

56. Lleihau CO₂ drwy storio o dan Fôr y Gogledd - Porthos <https://www.porthosco2.nl/en/>

Opsiwn	Lleoliad a Math o Storio	Capasiti Storio	Datblygwyr	Amserlenni	Materion/ sylwadau
Mor y Gogledd yr Iseldiroedd - Porthos Troednodyn ⁵⁷	Hen feysydd nwy yn sector Iseldirol Môr y Gogledd		CO ₂ yn cael ei allforio o Borthladd Rotterdam drwy biblinell 20 km i blatfform P18-A yn sector Iseldireg Môr y Gogledd, i'w atafael mewn hen feysydd nwy P18-2,4 a 6. Llofnododd JDA gydag Air Liquide, Air Products, ExxonMobil a Shell. Gobeithio llofnodi cytundeb cludiant a storio 2021.	Disgwyl cael FID yn 2022 a chael system sy'n storio hyd at 2.5 Mt/a o CO ₂ yn weithredol erbyn 2024.	
Môr y Gogledd yr Iseldiroedd - Athos Troednodyn ⁵⁸			Porthladd Amsterdam, Tata Steel, Gasunie ac EBM yn cynllunio prosiect fel Porthos. Prif ffynhonnell CO ₂ o Tata Steel yr Iseldiroedd. Mae'r prosiect yn cynnwys rhwydwaith CO ₂ , man storio, CCU a CCS drwy allforio i hen ddyfrhaen neu faes olew neu nwy.	Disgwyl i'r rhwydwaith fod yn weithredol erbyn 2026.	
Norwy - Northern Lights Troednodyn ⁵⁹	Bydd CO ₂ yn cael ei gludo o Oslo i derfynfa yn Oygarden ar Arfordir Gorllewinol Norwy, lle bydd pibell 110 km yn ei anfon ar y môr i'w chwistrellu i mewn i ffurfiant i'r De Orllewin o gompownd maes Troll.	Y capasiti storio mwyaf a ddisgwyllir ar y cam hwn fydd 100 Mtonne o CO ₂ .	Mae Llywodraeth Norwy yn cynnig ariannu'n rhannol y gwaith o gasglu carbon yn ffatri sment Norsetem yn Brevik ac yng nghyfleuster llosgi gwastraff Fortum Oslo Varme yn Oslo (cyfanswm o 0.8 Mtonne/a o CO ₂ ond bydd angen cyllid arall (preifat neu UE). Mae Northern Lights (Equinor, Shell a Total) yn delio â chludo a storio CO ₂ .	Gallai Cam 1 gyda chapasiti o 1.5 Mtonne/a o CO ₂ fod yn weithredol erbyn 2024. Mae ail gam hyd at 5 Mtonne/a o CO ₂ yn bosibl rwydd.	Mae Northern Lights yn chwilio'n frwd am gyflenwyr CO ₂ i gwrdd â'u targed o 0.7Mtonne/a o gapasiti dros ben. Mae Equinor wedi llofnodi Memorandwm Cydddealltwriaeth gydag Ervia.

Tabl 4-4 Crynodeb o opsiynau CCS sydd o bosibl ar gael i Lywodraeth Cymru

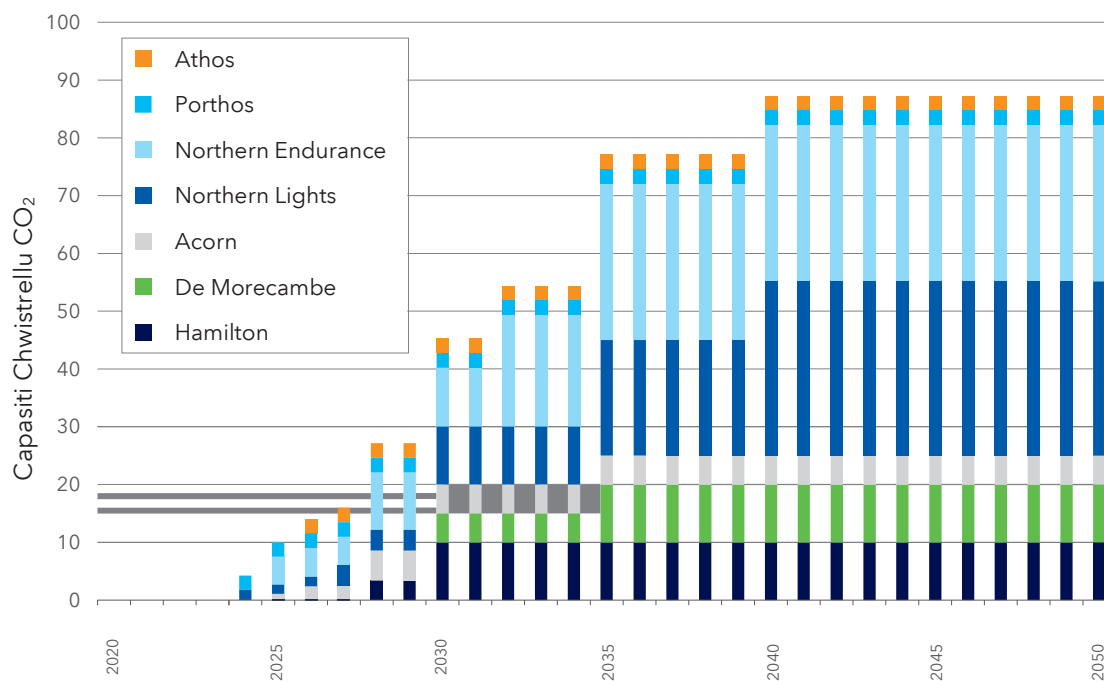
57. Prosiect Athos <https://athosccus.nl/project-en/>

58. Porthos - Longship - 'Casglu a storio carbon' Meld. St. 33 (2019-2020) Adroddiad Gweinyddiaeth Petrolewm ac Ynni Norwy i'r Storting (fersiwn wedi'i chyfieithu)

59. Amcangyfrif pellteroedd teithio gan ddefnyddio data o <https://www.searates.com/services/distances-time/>

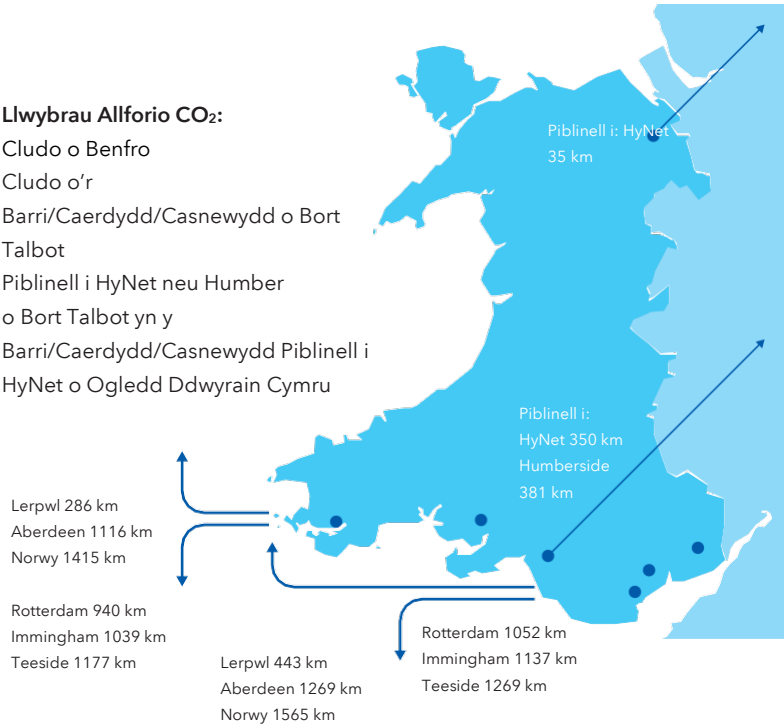
Mae'r amserlenni a gyhoeddwyd gan y gwahanol gonsortia sy'n datblygu prosiectau storio CO₂ wedi cael eu cyfuno yn Ffigur 4-10 i roi syniad o'r capasiti chwistrellu CO₂ posibl sydd ar gael hyd at 2050.

AMSERLEN CAPASITI PROSIECTAU STORIO CO₂



Ffigur 4-10 Yr amserlenni a'r capasiti cyfunol ar gyfer prosiectau CCS arfaethedig a allai fod yn addas ar gyfer Cymru

Bydd penderfynu a fydd y capasiti hwn yn cael ei ddatblygu yn unol â'r amserlenni a nodir yn dibynnu ar gyllid ac ar ddatblygu cyflenwadau o CO₂ a gesglir sy'n cyfateb i'r cyfraddau chwistrellu gwirioneddol a ganiateir. Mae crynodeb o'r llwybrau posibl a'r pellteroedd i'r canolfannau chwistrellu CO₂ hyn i'w weld yn Ffigur 4-11. Mae crynodeb ategol o bellteroedd y daith ac amseroedd teithio unffordd yn Nhabl 4-5. Mae'r pellteroedd teithio⁶⁰ yn fras a bydd cylch y daith gyfan yn golygu bod angen amser i fachu yn y porthladd, llwytho a dadlwytho'r cargo a theithio a symud i mewn ac allan o'r porthladd.



Ffigur 4-11 Crynodeb o'r opsiynau a'r llwybrau ar gyfer CCS o Gymru

Cyrcfan	Casnewydd		Aberdaugleddau	
	Milltiroedd Môr	Amser teithio unffordd ar gyflymder o 15 not (oriau)	Milltiroedd Môr	Amser teithio unffordd ar gyflymder o 15 not (oriau)
Lerpwl (HyNet)	240	16.0	155	10.3
Rotterdam (Porthos)	570	37.9	507	33.9
Immingham (N. Endurance)	616	41.0	563	37.5
Teesside (N. Endurance)	688	45.7	636	42.4
St Fergus (Acorn)	688	45.7	603	40.2
Oygarden (Northern Lights)	848	56.4	763	51.0

Tabl 4-5 Crynodeb o bellteroedd mordaith ac amseroedd teithio unffordd i safleoedd CCS

60. Amcangyfrif pellteroedd teithio gan ddefnyddio data o <https://www.searates.com/services/distances-time/>

4.7 Adnabod Senario

4.7.1 Senarios Galw am CCS

Yn seiliedig ar yr ymchwiliadau sylfaenol ac adborth gan randdeiliaid, mae'r senarios canlynol ar gyfer y galw am CCS yng Nghymru wedi cael eu creu. Mae gwaith dur Port Talbot wedi cael ei nodi ar wahân ym mhob senario oherwydd maint ei allyriadau a sensitifrwydd cyfatebol y canlyniadau ar gyfer y strategaeth ar gyfer gwaith dur Port Talbot yn y dyfodol. Nid oes unrhyw dybiaeth am y strategaeth ar gyfer y gwaith dur yn y dyfodol yn cael ei hawgrymu yn yr achosion hyn, a'r bwriad yw caniatáu i Lywodraeth Cymru ddeall effeithiau gwahanol opsiynau:

ACHOS CCS LLEIAF	ACHOS CCS CANOLIG	ACHOS CCS UCHEL	ACHOS CCS UCHAF
- Dim ond y diwydiannau sydd angen CCUS ar gyfer datgarboneiddio prosesau sy'n ei ddefnyddio. - Ni ragdybir y bydd CCUS yn cael ei roi ar waith mewn gorsafoedd pŵer. - Tybir y bydd pob diwydiant arall yn datgarboneiddio drwy newid tanwydd neu drydaneiddio. - Tybir bod unrhyw hydrogen sy'n cael ei ddefnyddio ar gyfer datgarboneiddio hyd yn oed yn wyrdd neu wedi'i fewnforio. - Tybir nad yw'r gwaith dur ym Mhort Talbot yn defnyddio CCUS.	- Yn defnyddio'r achos CCS Lleiaf a mwy: - Mae diwydiannau eraill sy'n addas ar gyfer datgarboneiddio drwy CCUS (oherwydd y prosesau sydd ynghlwm a/neu eu hagosrwydd at ddefnyddwyr CCUS hanfodol) yn defnyddio CCUS. - Mae pob proses cynhyrchu pŵer ar raddfa fawr (gan gynnwys biomas ac ynni o wastraff) yn cael ei datgarboneiddio drwy newid tanwydd i hydrogen a gynhyrchir yng Nghymru. Mae ffraciwn "glas" yr hydrogen hwnnw'n gofyn am CCUS. - Tybir nad yw'r gwaith dur ym Mhort Talbot yn defnyddio CCUS.	- Yn defnyddio'r Achos CCS Canolig a mwy: - Caiff Gwaith Dur Port Talbot ei drosi'n broses creu dur gyda hydrogen a thrydan. Tybir bod hyn yn creu galw am CCUS (drwy hydrogen) o 25% o'r gwaith dur presennol hwnnw.	- Yn defnyddio'r Achos CCS Canolig a mwy: - Caiff Gwaith Dur Port Talbot ei adnewyddu i weithredu gyda'r llwybr Ffwrnais Chwyth - Ffwrnais Ocsigen Sylfaenol cyffredin gyda datgarboneiddio drwy gyfuniad o CCUS, hydrogen a thrydaneiddio.

Mae Tabl 4-6 yn crynhoi'r tybiaethau cyffredinol ynghylch y dulliau datgarboneiddio ar gyfer pob achos.

Mae Tabl 4-7 yn dangos yr amserlenni a ragdybir ar gyfer datgarboneiddio ym mhob sector diwydiant ac mae Tabl 4-8 yn rhoi'r tybiaethau ynghylch cynhyrchu hydrogen.

Allyrrydd	Achos 1 CCS Lleiaf	Achos 2 CCS Canolig	Achos 3 CCS Uchel	Achos 4 CCS Uchaf
Gwaith Dur Port Talbot	Dim CCS	Dim CCS	50% Trydaneiddio 50% hydrogen	CCS ar waith dur presennol
Gwaith Dur arall	50% CCS 50% Trydaneiddio			
Gwaith Sment	100% CCS			
Cynhyrchu Pŵer CCGT	Dim CCS	Newid Tanwydd Hydrogen	Newid Tanwydd Hydrogen	Newid Tanwydd Hydrogen
Cynhyrchu Ynni Biomas a Gwastraff	Dim CCS	CCS ar gyfer BECCS	CCS ar gyfer BECCS	CCS ar gyfer BECCS
Terfynfeydd LNG Aberdaugleddau	Newid tanwydd i hydrogen			
Purfa Aberdaugleddau	50% CCS a 50% ail-lenwi gyda hydrogen			
Safleoedd cemegol	Trydaneiddio / mewnfurio hydrogen os oes angen	CCS a newid tanwydd hydrogen	CCS a newid tanwydd hydrogen	CCS a newid tanwydd hydrogen
Melinau papur	Newid tanwydd gyda biomas Dim CCS	CCS ar gyfer BECCS	CCS ar gyfer BECCS	CCS ar gyfer BECCS
Ffatrioedd ceir	Trydaneiddio ac eithrio Toyota sydd â 50% hydrogen			
Generaduron pŵer bach	Newid tanwydd i hydrogen os yw wrth ymyl hwb CCS			
Safleoedd diwydiannol bach/anghysbell	Trydaneiddio neu newid tanwydd			
Safleoedd gwasanaeth cyhoeddus mawr, e.e. GIG	Trydaneiddio a datgarboneiddio grid nwy			
Cynhyrchu Hydrogen	Cymysgedd o wyrdd a glas yn y tymor canolig; ffynonellau eraill, gan gynnwys niwclear, yn y tymor hwy o bosibl			

Tabl 4-6 Alinio holiadur sectorau'r diwydiant gyda'r pedwar achos CCS

Allyrrydd	Canran wedi'i Datgarboneiddio					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gwaith Dur Port Talbot, achos 3 - Uchel	0	50	100	100	100	100
Gwaith Dur Port Talbot, achos 4 - Uchaf	0	25	50	100	100	100
Gwaith Dur arall	0	25	50	100	100	100
Gwaith Sment	0	0	50	100	100	100
Cynhyrchu Pŵer CCGT, achosion 2,3 a 4	0	0	50	100	100	100
Cynhyrchu ynni biomas a gwastraff, achosion 2,3 a 4	0	0	50	100	100	100
Terfynfeydd LNG Aberdaugleddau	0	0	0	100	100	100
Purfa Aberdaugleddau	0	0	50	100	100	100
Safleoedd cemegol	0	0	50	100	100	100
Melinau papur, achosion 2,3 a 4	0	0	0	50	100	100
Ffatrioedd ceir	0	0	100	100	100	100
Generaduron pŵer bach	0	0	0	100	100	100
Safleoedd diwydiannol bach/anghysbell Safleoedd gwasanaeth cyhoeddus mawr, e.e. y GIG	Tybir y bydd y sectorau hyn yn datgarboneiddio erbyn 2050 gyda chyfuniad o drydaneiddio, enillion effeithlonrwydd, newid tanwydd a datgarboneiddio grid nwy					

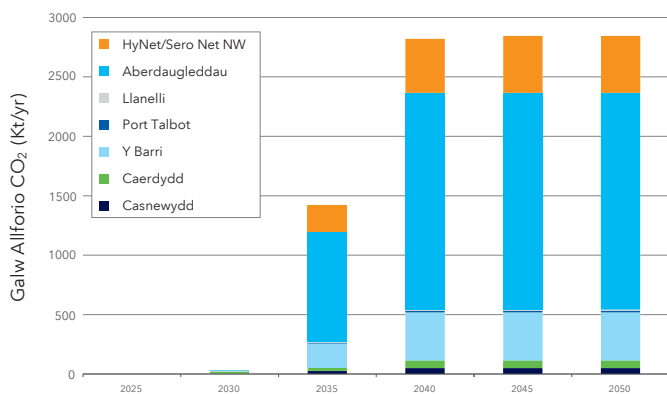
Tabl 4-7 Amserlen dybiedig ar gyfer pob categori diwydiannol ac achos CCS lle bo hynny'n berthnasol

Cynhyrchu hydrogen ym mhob achos	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Canran cynhyrchu hydrogen gwyrdd	0	20	35	50	50	50
Mae'r cydbwysedd yn 80% hydrogen glas effeithlon gyda 95% CCS						

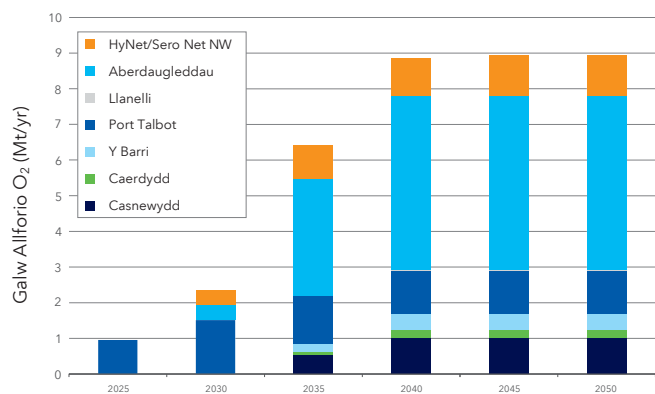
Tabl 4-8 Amserlen ar gyfer cynhyrchu hydrogen

4.7.2 Dadansoddiad o Senario'r Gofynion GCS

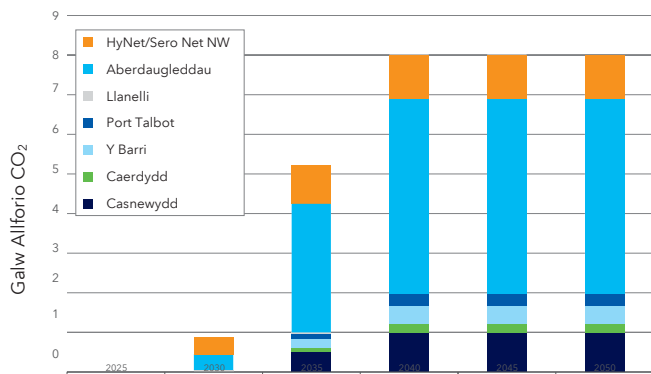
Mae'r amcangyfrifon o'r gofynion CO₂ o bob ffynhonnell, wedi'u grwpio yn unol â'r hwb allforio CCS posibl agosaf, i'w gweld yn Ffigur 4-12 i Ffigur 4-15. Sylwch fod graddfa tunelledd CO₂ ar gyfer allforio yn amrywio rhwng plotiau, a bod y niferoedd hyn yn cynnwys y galw am allforio CO₂ sy'n deillio o gynhyrchu H₂ glas yn ogystal â'r hyn sy'n deillio o ddatgarboneiddio diwydiannol. Felly, rhaid bod yn ofalus wrth gymharu yn erbyn meintiau allyriadau o gyfeiriadau eraill.



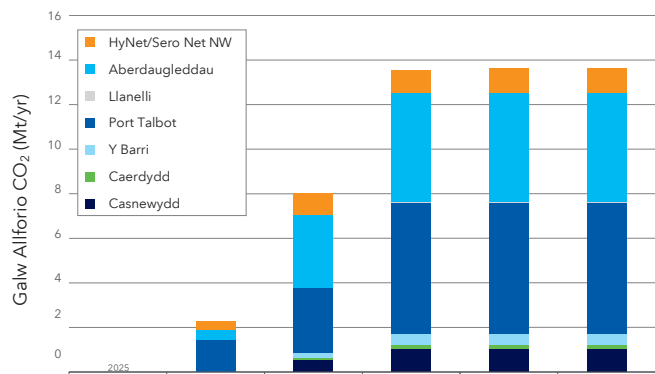
Ffigur 4-12 Galw Allforio CO₂ - Achos CCS Lleiaf.



Ffigur 4-14 Galw Allforio CO₂ - Achos CCS Uchel



Ffigur 4-13 Galw Allforio CO₂ - Achos CCS Canolig



Ffigur 4-15 Galw Allforio CO₂ - Galw CCS Uchaf

4.7.3 Casgliadau ar gyfer pob senario allforio

Mae Tabl 4-9 yn crynhoi'r galw disgwylidig ym mhob hwb o ran allforio CO₂ ar gyfer pob un o'r senarios. Sylwch fod y niferoedd hyn yn cynnwys y galw am allforio CO₂ sy'n deillio o gynhyrchu H₂ glas, yn ogystal â'r hyn sy'n deillio o ddatgarboneiddio diwydiannol.

2040 CCS yn alw am Mt/a	GDd Cymru (HyNet)	Aberdau- gledau	Llanelli	Port Talbot	Y Barri	Caerdydd	Casnewydd	Cyfanswm y galw
Lleiaf	0.5	1.8	0.01	0.01	0.4	0.1	0.04	2.8
Canolig	1.1	4.9	0.03	0.2	0.5	0.2	1.0	8.0
Uchel	1.1	4.9	0.03	1.2	0.5	0.2	1.0	8.9
Uchaf	1.1	4.9	0.03	5.9	0.5	0.2	1.0	13.6

Tabl 4-9 Y galw am CO₂ a ddisgwylir ym mhob hwb posibl yng Nghymru

Mae Aberdaugledau yn amlwg yn lleoliad allweddol ar gyfer seilwaith CCUS ym mhob senario, felly hefyd Gogledd Ddwyrain Cymru lle mae agosrwydd canolfan arfaethedig HyNet NW yn cynnig llwybr allforio cost isel ar gyfer CO₂ a gesglir.

Mae hybiau ar hyd gweddill De Cymru yn fwy cymhleth i'w hasesu. Mae gan Y Barri alw cymedrol am allforio CO₂ yn yr achos Lleiaf ac mae'r potensial ar gyfer cynhyrchu pŵer â chyfarpar CCUS yng Nghasnewydd yn cynyddu'r galw yn yr hwb hwnnw yn yr achos Canolig.

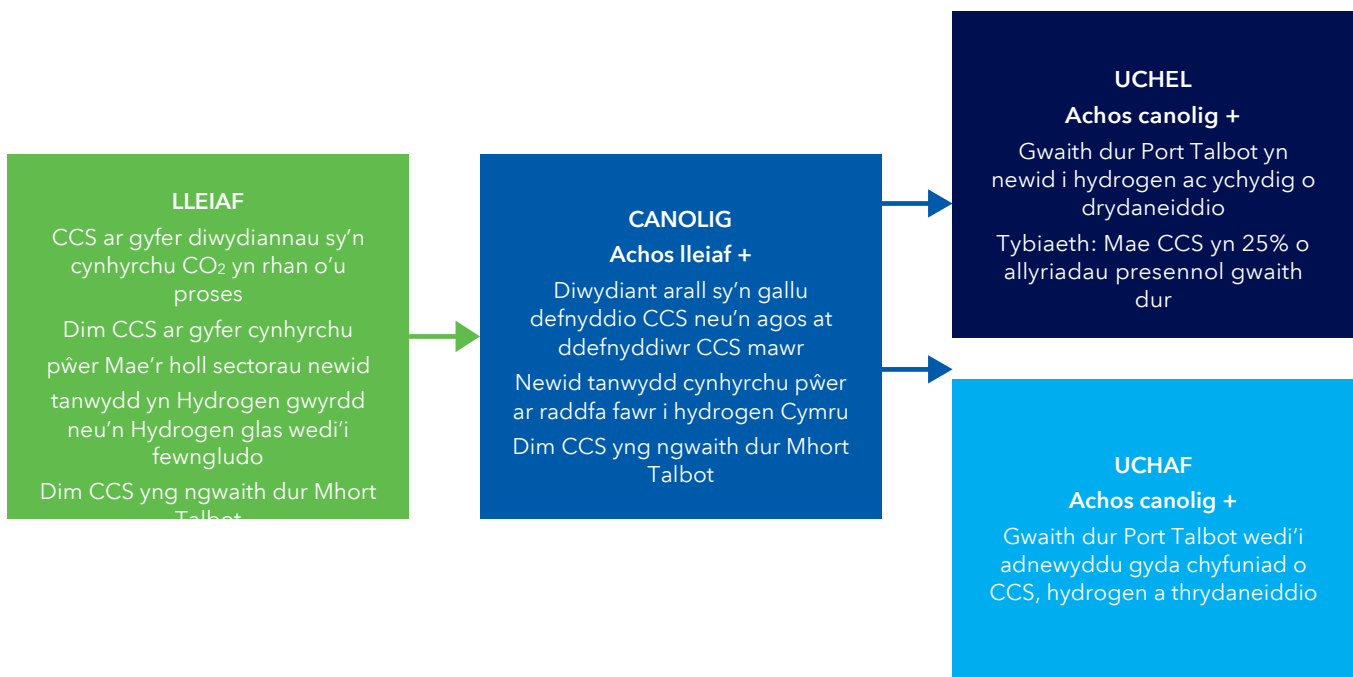
Mae Port Talbot yn fwy cymhleth. Heb y galw tybiedig o'r gwaith dur (a'i waith pŵer a phrosesu cysylltiedig), mae'r galw'n isel ac wedi'i gyfyngu i'r galw o orsaf cynhyrchu pŵer Baglan yn yr achos Canolig. Fodd bynnag, Port Talbot sy'n cynnig y porthladd mwyaf ar arfordir y De ac mae ganddo'r posibilrwydd o dir datblygu lleol helaeth, felly mae'n cynnig canolbwynt allforio deniadol serch hynny.

Mae gan Lanelli botensial cyfyngedig iawn ar gyfer allforio CO₂ ac, fel y nodwyd mewn adran gynharach, nid oes harbwr masnachol yno ar hyn o bryd. O ganlyniad, ni fydd yn cael ei ystyried ymhellach yn yr adroddiad hwn fel hwb hyfyw.

5 Dichonoldeb opsiynau CCUS ar gyfer Cymru

5.1 Achosion Rhwydwaith CCUS

Mae costau sylfaenol ar gyfer seilwaith CCUS yng Nghymru wedi cael eu datblygu ar gyfer pob un o'r pedwar Achos Galw a nodir yn Adran 4.7.1 ac wedi'u crynhoi yn Ffigur 5-1.



Ffigur 5-1 Crynodeb o'r pedwar achos galw am CCS

Gwneir y tybiaethau canlynol ynghylch y rhwydwaith CCS:

1. Mae'r rhwydwaith wedi'i optimeiddio ar gyfer CCS ac nid ydym wedi mesur cyfleoedd defnyddio.
2. Bydd hybiau allforio CO₂ yn Ne Cymru yn cael eu sefydlu yng Nghasnewydd, Y Barri, Port Talbot ac Aberdaugleddau.
3. Bydd CO₂ yn cael ei gasglu yn yr allyrwyr ac yn cael ei beipio ar wasgedd canolig (20 bar) i'r hwb lleol.
4. Tybir bod allyrwyr yng Ngogledd Ddwyrain Cymru'n rhan o'r clwstwr HyNet/Sero Gogledd Orllewin. Cesglir CO₂ ym mhob safle a chaiff ei allforio drwy biblinell ar lefel 20 bar.
5. Mae'r cyfleusterau hwb yng Nghasnewydd, Y Barri, Port Talbot ac Aberdaugleddau'n cynnwys gorsaf hylifiad, storio CO₂ ar ffurf hylif a chyfleusterau llwytho.
6. Maint y storio CO₂ lleol yw 150% o gyfaint y llong berthnasol.

5.2 Modelu Casglu CO₂

Mae'r broses gasglu CO₂ ym mhob un o'r safleoedd wedi cael ei fodelu gan ddefnyddio fersiwn ddiwygiedig o'r modelu tech-economaidd a gynhaliwyd yn astudiaeth CCS Diwydiannol DECC a BIS yn 2014⁶¹. Mae'r gost ar gyfer pob un yn cynnwys:

Mae pris casglu carbon ar gyfer pob safle'n gyfuniad o:

- System gasglu - mae pris hyn yn ymwneud â nifer y ffrydiau CO₂ ar y safle. E.e. bydd gan safle cemegion neu burfa lawer o ffliwiau, fydd yn gofyn am system gasglu gymhleth. Ar y llaw arall, bydd gorsaf bŵer neu waith sment ond yn cynnwys un neu ddau o ffliwiau mawr.
- Cywasgu'r nwyon ffliw - fel arfer mae'r ffrydiau awyrellau presennol ar wasgedd yr atmosffer, a bydd angen chwythwr nwyon ffliw i lywio'r nwyon ffliw a gesglir yn ystod y broses gasglu.
- Gorsaf CCS - ar gyfer y model hwn, cafodd ei dybio y byddai proses amin uwch yn cael ei defnyddio ym mhob safle. Roedd costau a defnydd pŵer yr orsaf hon wedi'u graddio'n unol â data'r astudiaeth DECC yn 2014. Cafodd y paramedrau costau a phŵer wedi'u graddio eu haddasu ymhellach gyda ffactor i alluogi gwaredu CO₂ o nwyon ffliwiau crynodiad uwch yn haws (arferol ar gyfer nwyon ffwrneisi chwyth a nwyon ffliw odynnau sment).
- Cywasgu CO₂ - cafodd cywasgu i wasgedd allforio o 20 bar ei dybio gan ddefnyddio cywasgwr 3 cham ac oeri mewnol.
- Piblinell allforio - cafodd piblinell ei feintio i gludo'r CO₂ a gasglwyd i'r hwb agosaf. Roedd hyd y biblinell yn seiliedig ar astudiaeth o'r topograffi lleol, a llwybr yn cael ei ddewis i osgoi ardaloedd adeiledig, croesfannau afonydd a nodweddion mawr eraill cyn belled ag y bo modd.
- Lle bo hynny'n rhesymol, tybiwyd y byddai safleoedd diwydiannol cyfagos yn rhannu cyfleuster casglu carbon a phiblinell allforio.
- Tybiwyd y byddai safleoedd diwydiannol yng Nghaerdydd yn allforio i hwb Casnewydd trwy biblinell 16km a rennir ac y byddai'r ddau safle yn Llanelli yn allforio trwy biblinell 36km a rennir i hwb ym Mhort Talbot.

5.3 Canlyniadau'r Modelu Casglu CO₂

Mae'r tablau canlynol yn crynhoi'r canlyniadau modelu ar gyfer yr achosion amrywiol.

- Mae cost casglu carbon yn amrywio o £63 i £292 y dunnell. Mae cost cywasgu ac allforio i hwb allforio lleol yn cynyddu hyn i £75 i £307 y dunnell.
- Fel y byddai disgwyl, mae gan ffynonellau allyriadau mwy gostau sylweddol is tra bod gan safleoedd bach, sy'n bell o'r hybiau allforio, gostau uchel iawn o'u cymharu.
- Mae llinellau allforio a rennir yn cynnig arbedion allforio bach i rai safleoedd, ond grwpio allyriadau o safleoedd cyfagos, cydnaws sy'n cynnig arbedion mawr.
- Nid yw'r costau'n cynnwys y costau ar gyfer gwrthbwysu costau dal gan BECCS. Gall hyn fod yn bosibl mewn llawer o safleoedd (e.e. melinau papur a safleoedd EfW) lle mae cyfran o'r CO₂ sydd wedi'i gasglu'n debygol o fod o darddiad biogenig.
- Mae'r costau a gynhyrchir gan y model yn gymharol â'r rhai yn yr astudiaethau achos a ddeilliodd o astudiaeth datgarboneiddio diwydiannol 2014 a gynhaliwyd gan Element Energy ar gyfer BIS a DECC
- Mae'r costau'n seiliedig ar ddefnyddio technoleg amin uwch ar gyfer casglu carbon gan ddefnyddio'r ffigurau costau 2025 fel gwaelodlin ar gyfer y math hwn o dechnoleg yn yr adroddiad Element Energy⁶². Nid yw hyn yn darparu ar gyfer gostyngiadau pellach mewn costau technoleg. Mae'r astudiaeth Element Energy yn awgrymu y gallai cyflwyno dolennu calsiwm gynnig gostyngiadau sylweddol mewn costau casglu mewn rhai diwydiannau ond, fel y nodwyd yn gynharach yn yr adroddiad hwn, mae'r dechnoleg hon yn gymhleth a dim ond ar raddfa arddangos fach y mae wedi'i gweithredu

Dangosir cyfanswm y costau casglu ar gyfer pob un o'r pedwar achos yn Nhabl 5-1. Mae'r pris isel a gyflawnir yn yr achos cyntaf oherwydd mae'r broses gasglu CO₂ wedi'i dominyddu gan safleoedd mawr lle mae costau casglu'n eithaf isel. Mae'r gost yn gostwng ar gyfer y ddau achos olaf oherwydd y cyfaint mawr iawn o CO₂ y gellir ei gasglu yn gymharol rad ym Mhort Talbot. Mae'n bwysig nodi nad yw'r costau hyn yn cynnwys costau prosesu CO₂ a storio ym mhob hwb, costau cludo'r CO₂ i ffwrdd o bob hwb a chostau atafael y CO₂. Byddwn yn mynd i'r afael â hyn yn nes ymlaen yn yr adroddiad.

I ddangos effaith maint yr allyriadau yn erbyn y costau casglu, mae'r graff yn Ffigur 5-2 yn dangos sut mae'r costau'n gostwng wrth i'r symiau sy'n cael eu casglu gynyddu.

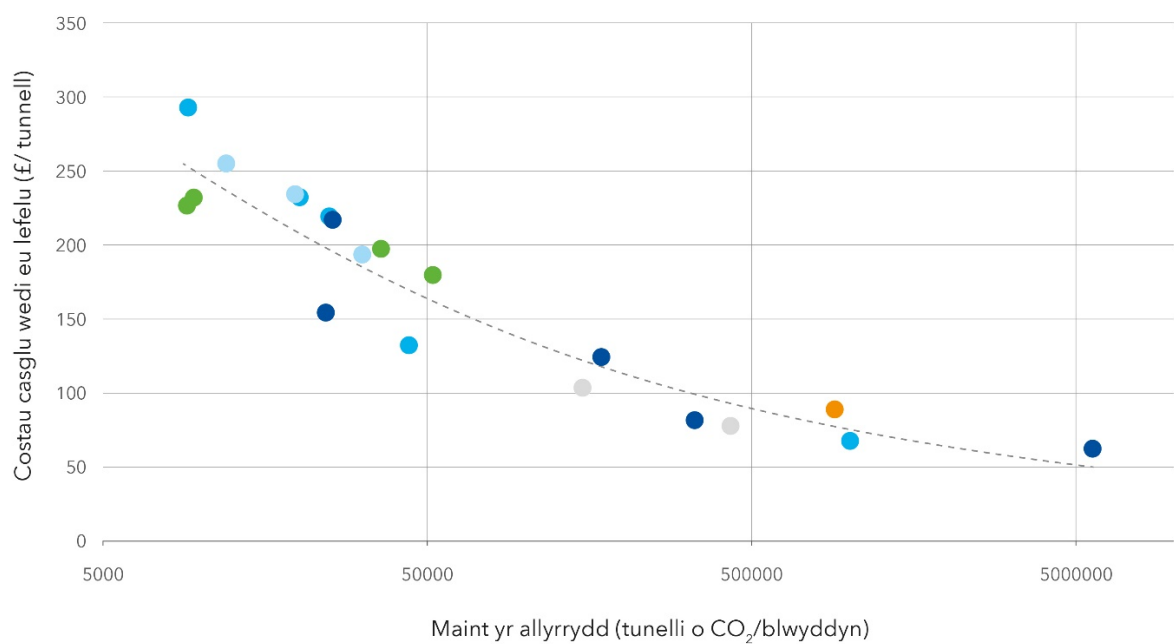
61. 'Arddangos y broses casglu CO₂ yn y sectorau sment, cemegion, haearn, dur a phuro olew erbyn 2025: Astudiaeth Techno-economaidd' Adroddiad Terfynol ar gyfer DECC a BIS gan Element Energy ac eraill, 30 Ebrill, 2014

62. 'Arddangos y broses casglu CO₂ yn y sectorau sment, cemegion, haearn, dur a phuro olew erbyn 2025: Astudiaeth Techno-economaidd' Element Energy ar ran DECC, Ebrill 2014

Achos	Cyfanswm CAPEX wedi'i osod (£m)	Cyfanswm CCS OPEX (£m)	Cyfanswm y CO ₂ a gasglwyd (Mt/a) (heblaw CCS ar gyfer hydrogen glas)	Costau casgl wedi'u lefelu (£/tunnell)	Cost gyffredinol wedi'i lefelu a'i gludo i'r hwb (£/tunnell)
1 - Lleiafswm	764	90	1.97	83	99
2 - Canolig	1375	195	3.29	93	108
3 - Uchel	1812	270	4.7	89	103
4 - Uchafswm	2539	482	8.9	74	88

Tabl 5-1 Cyfanswm costau CCS wedi'u lefelu ar gyfer pob un o'r pedwar achos

ACHOS UCHAF - COST CASGLU VS MAINT YR ALLYRRYDD



Ffigur 5-2 Cost Casglu vs Maint yr Allyrrydd (Achos Uchaf)

Dulliau Amgen o Allforio CO₂ o Safleoedd i'r Hwb ar Ffyrdd neu Reilffyrdd

Fel y'i nodwyd yn gynt yn yr adroddiad hwn, mae'n bosibl y bydd safleoedd bychan anghysbell yng Nghymru sydd angen CCS yn ystyried cludo llwythi mawr o CO₂ ar ffurf hylif ar ffyrdd neu reilffyrdd fel opsiwn amgen i osod piblinell i'r hwb allforio CO₂ agosaf.

Er mwyn archwilio'r ymagwedd hon, cafodd gorsaf hylifiad CAPEX ei amcangyfrifo ar gyfer dau safle:

- Enghraifft ffyrdd - Byddai gorsaf hylifiad lleol (1.15 tunnelli/awr) a storio (25 tunnelli) yn costio oddeutu £4.2 miliwn. Mae hyn yn sylweddol uwch nag amcangyfrif cost piblinell allforio (£1.74m).

- Enghraifft rheilffyrdd - Byddai gorsaf hylifiad lleol (2.55 tunnelli/hr) yn costio oddeutu £6.0 miliwn. Tybir bod wagenni tanceri rheilffyrdd yn addas ar gyfer storio CO₂ wrth iddynt gael eu llwytho. Mae hyn yn sylweddol uwch nag amcangyfrif cost piblinell allforio (£3.6m).

Yn y ddau achos, roedd y costau cyfleusterau hylifo yn uwch na'r amcangyfrif o gostau piblinellau, a byddent yn arwain at gostau OPEX llawer uwch a newidiol. Yn ogystal, byddai costau a ffioedd ar gyfer cyfleusterau llwytho a chludo rheilffyrdd a ffyrdd, ac felly'r casgliad yw bod piblinell allforio'n ddewis mwy ffafriol yn y ddau achos.

5.4 Modelu Hwb a Chludo CO₂

Er mwyn asesu'r opsiynau gorau ar gyfer cludo a'r costau seilwaith cysylltiedig, mae model cludo CO₂ symlach wedi cael ei ddatblygu. Mae'r tybiaethau canlynol wedi cael eu cyflwyno:

1. Yr hybiau CO₂ yw Casnewydd, Y Barri, Port Talbot ac Aberdaugleddau. Fel y'i nodwyd yn gynt yn yr adroddiad, tybir bod allyriadau CO₂ o Gaerdydd yn cael eu hanfon i'r hwb yng Nghasnewydd, ac allyriadau safleoedd Llanelli'n cael eu hanfon i Bort Talbot.
2. Caiff CO₂ a gesglir yng Ngogledd Ddwyrain Cymru ei allforio i'r system CO₂ sy'n cael ei chynnyg gan HyNet/Sero Net Gogledd Orllewin
3. Mae pob hwb cludo'n cynnwys gorsaf hylifo CO₂, storio CO₂ ar ffurf hylif a chyfleusterau llwytho CO₂.

Cafodd dwy ffynhonnell ddata diweddar eu defnyddio i ddatblygu'r hwb a'r modelau costau cludo. Daeth y rhain o BEIS⁶³ ac astudiaeth fewnol a gynhaliwyd gan DNV yn 2018⁶⁴. Roedd astudiaeth DNV yn modelu storio a chludo CO₂ ar ffurf hylif ar 7-8.5 bar a -50 °C sydd yn ei hanfod yr un peth â'r cyfleusterau a ddefnyddir yng nghyfleusterau storio CO₂ presennol Yara (Praxair bellach)⁶⁵.

Ar gyfer y costau hwb yn yr astudiaeth hon roedd costau astudio'r DNV, a gynhyrchwyd gan ymgynghorydd costau arbenigol ac a oedd yn seiliedig ar foddelu prosesau'r systemau hwb, yn cael eu ffafrio. Roedd y costau hyn yn sylweddol uwch na rhai'r astudiaeth BEIS, oedd yn dod o amrywiaeth o ffynonellau data ar-lein.

5.5 Piblinell CO₂ Alltraeth De Cymru

Yn gyffredinol, disgwylir i biblinellau tanfor gostio'n sylweddol fwy na phiblinellau ar y tir. Bu i astudiaeth IEAGHG nodi costau'r UD gan awgrymu bod milltir o biblinellau tanfor yn costio 7 gwaith yr un hyd â phiblinell ar y tir. Mae'r ffigur hwn yn ymddangos yn eithafol ac mae adolygiad o brosiectau diweddar fel piblinell nwy Gwlad Groeg-Yr Eidal yn awgrymu bod yr adrannau tanfor yn agosach at ddwywaith y gost fesul milltir o'r rhannau ar y tir.

Er mwyn cael amcangyfrif o effaith defnyddio llinell gludo tanfor ar gostau allforio CO₂, gwnaed cyfrifiadau ar gyfer Achos 4 gyda phiblinell alltraeth 120 bara i Aberdaugleddau, a chyda phiblinell alltraeth 120 bara i Gasnewydd, a phiblinell 120 bara ar y tir i Immingham. Ar gyfer y cyfrifiadau syml hyn, tybiwyd bod piblinellau alltraeth yn costio dwywaith yn fwy fesul km na phiblinell ar y tir, a chynyddodd hyd y llwybr gan 10km rhwng pob hwb. Ar gyfer y cyntaf o'r achosion hyn, bu i gyfanswm costau cludo wedi'u lefelu gynyddu gan £4.5 y dunnell o CO₂ ac ar gyfer y rhai eraill cynyddodd y gost gan £5.4/tunnell.

63. 'Cludo CO₂ - Astudiaeth Rhagamcan Costau'r DU' Adroddiad Terfynol gan Element Energy ac eraill ar gyfer yr Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol (BEIS), Tachwedd, 2018⁶².
 64. 'Gwerthusiad tech-economaidd o gadwyn gwerth cludo CO₂' Adroddiad DNV i Gleient Cyfrinachol, Ebrill 2018
 65. Haugen, H.A., Eldrup, N.H., Fatnes, A.M. a Leren, E. 'Casglu a chludo CO₂ yn fasnachol o gynhyrchiad amonia' 13ed Cyn. Rhyng. ar Dechnolegau Rheoli Nwyon Tŷ Gwydr, GHGT-13, Lausanne. 14-18 Tachwedd 2016.

5.6 Crynodeb o Fodelu Opsiynau Allforio

Mae Tabl 5-2 yn crynhoi'r amcangyfrifon o gostau ar gyfer yr opsiynau allforio a drafodir uchod.

Achos	Disgrifiad	CAPEX (£m)	Eitem (£m/a)	Cost cludo CO ₂ wedi'i lefelu (£/t)
1	Cludo Uniongyrchol i Immingham o bob hwb	517	42	43
	Milford Haven yn cludo i Immingham, hybiau eraill yn cludo i Aberdaugleddau	481	41	41
	Piblinell 20 bara ar y tir i Aberdaugleddau	576	42	46
2	Cludo Uniongyrchol i Immingham o bob hwb	1,029	95	31
	Aberdaugleddau a Chasnewydd i Immingham Y Barri a Phort Talbot i gludo i Aberdaugleddau	994	93	31
	Cludo Uniongyrchol i Lerpwl o bob hwb	838	85	27
	Piblinell 20 bara ar y tir i Aberdaugleddau	886	89	28
	Piblinell 120 bara ar y tir i Aberdaugleddau	837	70	25
3	Cludo Uniongyrchol i Immingham o bob hwb	1,147	107	31
	Aberdaugleddau, Casnewydd a Phort Talbot yn cludo'n uniongyrchol i Immingham. Y Barri'n cludo i Gasnewydd	1,150	106	31
	Piblinell 20 bara ar y tir i Aberdaugleddau	945	99	27
4	Cludo Uniongyrchol i Immingham o bob hwb	1,550	156	27
	Aberdaugleddau, Casnewydd a Phort Talbot yn cludo i Immingham. Y Barri yn cludo i Bort Talbot	1,550	155	27
	Piblinell 20 bara ar y tir i Aberdaugleddau	1,245	151	24
	Piblinell 120 bara ar y tir i Aberdaugleddau	1,228	132	22
	Piblinell 20 bara ar y tir i Gasnewydd a phiblinell 120 bara i Immingham	1,336	131	23
	Piblinell 120 bara ar y tir i Gasnewydd a phiblinell 120 bara i Immingham	1,127	107	19

Tabl 5-2 Crynodeb o amcangyfrifon costau o'r gwaith modelu

Yn gyffredinol, ymddengys bod yr opsiynau piblinell yn cynnig arbedion cost sylweddol dros gludo pellter byr a phellter hir, ond rhaid pwysleisio mai amcangyfrifon lefel uchel iawn yw'r rhain.

1. Mae'r achosion gyda chyfraddau allforio CO₂ uwch yn cynnig costau cludo cyffredinol is.
2. Mae cludo arfordirol i borthladdoedd mwy'n cynnig ychydig o leihad mewn costau allforio CO₂ ym mhob achos heblaw am yr achos allforio CO₂ Lleiaf.
3. Mae cludo i Lerpwl yn hytrach nag Immingham tua 10% yn rhatach ar gyfer yr achos Canolig.
4. Mae piblinell CO₂ ar y tir gwasgedd isel ar Arfordir De Cymru yn cynnig gostyngiad o 10% mewn costau allforio CO₂ ar gyfer yr achosion Uchel ac Uchaf, lleihad bychan yn yr achos Canolig ac yn cynyddu costau ar gyfer yr achos Lleiaf.
5. Mae piblinell gwasgedd uchel ar y tir ar Arfordir De Cymru i Aberdaugleddau tua 20% yn rhatach na system gwasgedd isel ar gyfer yr achos Canolig a'r achos Uchaf. Mae hyn yn bennaf oherwydd diamedr llai pibell gwasgedd uchel, gyda llai o ddur yn y gwaith adeiladu.
6. Mae piblinell CO₂ gwasgedd uchel traws gwlad o Dde Cymru i Immingham yn cynnig costau is ar gyfer yr achos Uchaf.
Mae'r opsiwn hwn yn dal yn is pan gaiff y gost ei dyblu fel achos sensitifrwydd.

Cymhariaeth gydag Astudiaethau Eraill

Mae'r costau hyn yn dangos patrymau tebyg i'r astudiaeth costau cludo BEIS 2018⁶⁶ sy'n nodi bod piblinellau'n fwy ffafriol ar gyfraddau llif uwch a bod cludo lleol rhwng hybiau'n gallu cynnig manteision mewn rhai achosion. Fodd bynnag, mae ein hamcangyfrifon o'r costau cyffredinol ar gyfer opsiynau ar longau 2-3 gwaith yn uwch na'r rheiny yn yr astudiaeth BEIS. Mae hyn yn bennaf gan fod costau hylifo CO₂, storio CO₂ ar ffurf hylif a'r cyfleusterau glanfa a llwytho ym mhob porthladd tua 5-10 gwaith yn uwch na'r rhai a ddefnyddiwyd yn yr astudiaeth BEIS. Mae ffactorau pellach yn cynnwys bod cyfradd ddisgownt o 10% wedi cael

ei thybio yn yr astudiaeth hon, lle mae'r astudiaeth BEIS yn defnyddio cyfradd ddisgownt o 0% ac yn tybio gofynion storio is yn yr hybiau o'i gymharu â maint y llongau (120% vs 150%). Drwy fewnosod y ffactorau hyn (llai o CAPEX yn yr hwb, llai o storio a disgownt o 0%) yn ein model taenlen ar gyfer yr achos allforio CO₂ Canolig, cafwyd cost cludo cyffredinol o £14.7 y dunnell, sydd tua hanner ein ffigwr gwreiddiol.

Mae hefyd astudiaeth hynach (2004) ar gludo CO₂ wedi cael ei chynnal gan Mitsubishi Heavy Industries (MHI) ar gyfer IEAGHG⁶⁷. Ar ôl addasu ar gyfer chwyddiant a gwahaniaethau mewn arian breiniol, roedd costau hylifiad MHI ychydig yn uwch na'r rheiny a nodwyd yn yr astudiaeth BEIS, ac roedd y costau storio tua dwbl y rhai a nodwyd yn yr astudiaeth BEIS. Defnyddiodd MHI gyfradd ddisgownt o 9%.

Felly, mae'r costau uchod yn eithaf ceidwadol o'i gymharu â gwaith blaenorol, a dylid eu hystyried yn ddangosol a'u defnyddio at ddibenion cymharu rhwng opsiynau.

Maint Lleiniau Hybiau Cludo

Gan y gallai argaeledd a phris tir fod yn allweddol yn natblygiad hwb cludo, rydym wedi creu amcangyfrif o faint llain ddangosol ar gyfer y cyfleusterau hylifiad a storio yn yr achosion cludo:

1. Tybiwyd bod tanciau yn sfferau. Sylwch fod dau danc ym mhob hwb, felly mae pob un yn dal 50% o'r cyfaint sydd wedi'i storio.
2. Mae 2 m ychwanegol wedi'i ychwanegu at ddiamedr y sffêr i ganiatáu ar gyfer cregyn ac inswleiddio.
3. Yna amcangyfrifwyd mai ardal llain sffêr yw sgwâr y diamedr hwn ynghyd â diogelwch/mynediad 10m ar bob ochr.
4. Amcangyfrifwyd arwynebedd llain gwaith hylifedd cymharol ar sail trwybwn ac esboniwr graddio o 0.65. Maint y llinell sylfaen oedd 260 m² ar gyfer gorsaf hylifo 100 t/h.

66. 'Cludo CO₂ - Astudiaeth Rhagamcan Costau'r DU' Adroddiad Terfynol gan Element Energy ac eraill ar gyfer yr Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol (BEIS), Tachwedd, 2018
67. 'Cludo CO₂ ar Longau' Adroddiad MHI PH4/30 ar gyfer IEAGHG, Gorffennaf, 2004

Mae’r canlyniadau wedi’u crynhoi yn Nhabl 5-3 isod:

Hwb	Amcan o Arwynebedd y Plot (m²)			
	Achos Lleiaf	Achos Canolig	Achos Uchel	Achos Uchaf
Casnewydd	2,500	4,300	4,300	4,300
Y Barri	3,600	3,200	3,200	3,200
Port Talbot	1,800	3,200	4,300	7,000
Aberdaugleddau	4,900	6,400	6,400	6,400

Tabl 5-3 Amcangyfrif o Arwynebedd Lleiniau ar gyfer Gwaith Hylifiad ym mhob Hwb

Allyriadau CO₂ o Gludo

Er bod modd casglu’r allyriadau CO₂ sy’n deillio o gasglu, cludo ar y tir a phrosesu CO₂, neu eu hosgoi fel arall, mae allyriadau’n deillio o gludo ar longau’n fwy anodd ei datrys. Ta waeth, mae angen eu hystyried. Roedd yr amcangyfrifon o’r allyriadau CO₂ o’r senarios cludo amrywiol yn deillio o ddefnydd tanwydd y llongau (fel y’i defnyddir i amcangyfrifo cludo OPEX) a Ffactorau Trosi Llywodraeth y DU 2020⁶⁸, ac maent wedi’u nodi yn Nhabl 5-4.

Achos	Allyriadau cludo CO ₂ kg/t a gludir
Lleiaf	26
Canolig	15
Cludo canolig i Lerpwl	7
Uchel	15
Uchaf	11

Tabl 5-4 Allyriadau Cludo ar gyfer pob Achos

68. 'Ffactorau Trosi Llywodraeth y DU ar gyfer Cwmniau'n Adrodd' Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol ar ran yr Adran Amgylchedd, Bwyd a Materion Gwledig, Cyfres Safonol 2020, Fersiwn 1.0, Mehefin 2021

5.7 Canlyniadau'r Gadwyn Gwerth CO₂ Cyffredinol

Mae Tabl 5-5 isod yn crynhoi'r canlyniadau model ar gyfer y costau cadwyn gwerth cyfan fesul tunnell o CO₂ ar gyfer y prif allyrwyr yng Nghymru, ar sail yr achos uchaf. Mae'r tabl yn dangos y costau cysylltiedig ag un ai opsiynau allforio cludo ar longau neu biblinell ar gyfer pob safle.

Hwb	Cyfanswm y CO ₂ a gasglwyd (tunnell/bl.)	Ar sail yr Achos Uchaf, cludo drwy hwb penodol, y biblinell yw'r biblinell HP i Gasnewydd ac yna ymlaen i Immingham							
			Costau wedi'u Lefelu (£/tunnell CO ₂)						
			Casglu yn unig	Wedi'i ddanfoni'r hwb	Hwb	Cludo	Cyfanswm (môr)	Piblinell	Cyfanswm (tir)
Casnewydd	977868	Cyfartaledd	96.0	108.9	27.2	11.4	148	19.2	128
		Lleiafswm	89.0	101.5	27.2	11.4	140	19.2	121
		Uchafswm	292.0	306.8	27.2	11.4	345	19.2	326
Caerdydd	221559	Cyfartaledd	136.8	153.6	27.2	11.4	192	19.2	173
		Lleiafswm	124.0	140.8	27.2	11.4	179	19.2	160
		Uchafswm	178.7	195.4	27.2	11.4	234	19.2	215
Y Barri	479128	Cyfartaledd	88.5	103.0	34.2	19.6	157	19.2	122
		Lleiafswm	81.7	96.8	34.2	19.6	151	19.2	116
		Uchafswm	103.4	116.5	34.2	19.6	170	19.2	136
Port Talbot	5684054	Cyfartaledd	64.2	77.3	18.0	6.2	102	19.2	97
		Lleiafswm	62.5	75.5	18.0	6.2	100	19.2	95
		Uchafswm	233.8	262.2	18.0	6.2	286	19.2	281
Llanelli	29420	Cyfartaledd	232.0	268.2	18.0	6.2	292	19.2	287
		Lleiafswm	231.7	267.8	18.0	6.2	292	19.2	287
		Uchafswm	232.2	268.3	18.0	6.2	293	19.2	288
Aberdaugledau	998112	Cyfartaledd	68.4	82.4	18.3	7	108	19.2	102
Gogledd Ddwyrain Cymru	523126	Cyfartaledd	98.6	116.5	-	-	-	-	117
		Lleiafswm	77.4	96.1	-	-	-	-	96
		Uchafswm	253.3	268.3	-	-	-	-	268

Tabl 5-5 Crynodeb o fodelu'r costau ledled y gadwyn gwerth CO₂ gyfan

6 Materion Ymarferol

Mae'r adran hon yn gwerthuso ystyriaethau ymarferol ar gyfer datblygiad rhwydwaith CCUS yng Nghymru:

- Sut bydd yn cael ei ariannu a'i fasnacheiddio drwy fodelau busnes gan Lywodraeth y DU.
- Sut bydd clystyrau diwydiannol yn cael eu dilyniannu, fydd yn effeithio ar amseriad posibl datblygiad yn Ne a Gogledd Ddwyrain Cymru.
- Y cyfleoedd economaidd fydd yn deillio o gyflwyno CCUS, gan gynnwys cadwyn gyflenwi.
- Yr angen i ddatblygu sgiliau.

6.1 Ariannu cyflwyniad CCUS - modelau busnes Llywodraeth y DU a dilyniannu clystyrau

6.1.1 Trosolwg o fodelau busnes



Roedd Cynllun Deg Pwynt Llywodraeth y DU, a gyhoeddwyd ym mis Tachwedd 2020, yn nodi uchelgais i sefydlu CCUS mewn pedwar clwstwr erbyn 2030, gan gasglu hyd at 10 miliwn tonnall o CO₂ y flwyddyn, ac i

CCUS gael ei ddatblygu ochr yn ochr â hydrogen i "greu'r "Uwch-Leoedd" trawsnewidiol hyn mewn ardaloedd fel canol Gogledd Ddwyrain Lloegr, Humber, Gogledd Orllewin Lloegr ac yn yr Alban a Chymru"⁶⁹. Mae'n werth nodi bod uchelgais Llywodraeth y DU ar gyfer CCUS wedi cynyddu dros y flwyddyn ddiwethaf, o uchelgais gwreiddiol i fod â dau glwstwr CCUS erbyn 2030,⁷⁰ a bod y Cynllun Deg Pwynt hefyd yn gosod uchelgais ar gyfer 1 GW o gynhyrchiad hydrogen carbon isel erbyn 2025 a 5 GW erbyn 2030.⁸⁹

Er mwyn cyflawni'r targed hwn, mae'r Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol (BEIS) yn datblygu modelau busnes i ddarparu fframwaith ar gyfer CCUS y gellid buddsoddi iddo, a bydd Cronfa Seilwaith CCUS gwerth £1 biliwn yn darparu rhagor o gefnogaeth grant i gyllid cyfalaf rhai o rwydweithiau casglu carbon diwydiannol a chludo a storio (T&S) cynnar.⁷² Mae'r modelau busnes a'r Gronfa Seilwaith yn cael eu datblygu ar hyn o bryd, o fewn yr amserlen a nodwyd yn y Cynllun Deg Pwynt:

- "2021: Modelau busnes CCUS wedi'u cadarnhau.
- "2022: Modelau busnes newydd CCUS wedi'u cwblhau.
- "2030: Dau glwstwr yn weithredol erbyn canol y 2020au, yn amodol ar werth am arian perthnasol ac ystyriaethau fforddiadwyedd, a dau glwstwr arall yn weithredol erbyn 2030."⁷³

69. Llywodraeth EM, Cynllun Deg Pwynt ar gyfer Chwyldro Diwydiannol Gwyrdd, Tachwedd 2020, t.22 <https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution>

70. Cylideb Trysorlys EM 2020, Mawrth 2020 t.6 https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/871802/Budget_2020_Print.pdf

71. Llywodraeth EM, Cynllun Deg Pwynt ar gyfer Chwyldro Diwydiannol Gwyrdd, Tachwedd 2020, tt.10-11 <https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution>

72. BEIS, Casglu, Defnyddio a Storio Carbon: Diweddariad ar fodelau busnes ar gyfer Casglu, Defnyddio a Storio Carbon, Rhagfyr 2020, t.73 <https://www.gov.uk/government/publications/carbon-capture-usage-and-storage-ccus-business-models>

73. Llywodraeth EM, Cynllun Deg Pwynt ar gyfer Chwyldro Diwydiannol Gwyrdd, Tachwedd 2020, t.23 <https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution>

fis Rhagfyr 2020, cyhoeddodd BEIS ddiweddariad manwl yn nodi opsiynau dewisol y Llywodraeth ar gyfer modelau busnes CCUS, gan drafod casglu carbon mewn pŵer, casglu carbon mewn diwydiant, cludo a storio CO₂ ac, mewn llai o fanylion, cynhyrchu hydrogen.

6.1.2 Nodweddion tebygol y modelau busnes

Roedd diweddariad Rhagfyr 2020 yn nodi'r nodweddion model busnes allweddol canlynol ar gyfer gwahanol rannau cadwyn werth CCUS. Gall y rhain newid wrth i'r modelau busnes gael eu mireinio dros y flwyddyn nesaf, ond ni fydd newidiadau yn sylweddol yn ein barn ni. Fodd bynnag, bydd sicrhau gwerth am arian i drethdalwyr a defnyddwyr yn parhau i fod yn hollbwysig.

Casglu Pŵer - Cytundeb Pŵer Cyflawnadwy (DPA) Mae'r DPA yn cael ei ddylunio i gefnogi cynhyrchiad pŵer teilyngdod canolig hyblyg (y tu ôl i ffynonellau adnewyddadwy a niwclear yn y drefn deilyngdod, ond cyn nwy heb osteg) gan gynnwys technoleg CCUS a ddefnyddir yn uniongyrchol mewn gorsaf bŵer thermal, gan gynnwys technolegau cyn-hylosgiad ac ocsi-danwydd. Bydd yn cynnwys gorsafoedd CCUS newydd a rhai fydd yn cael eu hól-ffitio, o bosibl cynhyrchiad pŵer hydrogen, yn dibynnu ar ddatblygiad y model busnes hydrogen.

Mae'r DPA yn seiliedig ar y fframwaith contract ar gyfer gwahaniaeth (CfD) o ran cynhyrchiad adnewyddadwy, er y byddai'n cynnwys taliad argaeledd yn ogystal â thaliad amrywiol am y trydan a gynhyrchir:

- Byddai'r taliad argaeledd yn darparu taliad rheolaidd am sicrhau bod y capasiti ar gael a byddai'n cael ei leihau pe bai toriadau neu berfformiad casglu carbon gwael.
- Byddai'r taliad amrywiol yn cymell y ffatri i redeg o flaen ffatri gyfwerth heb ei lleihau pan na ellir ateb y galw gan ynni adnewyddadwy a niwclear. Bydd yn cael ei gyfrif trwy ystyried y costau nwy uwch, costau carbon is, ffioedd T&S a chostau uwch eraill y mae'r ffatri CCUS yn eu hwynebu, gan sicrhau bod ei gostau ymylol tymor byr cyffredinol yn llai na'r rhai sy'n wynebu gwaith cyfatebol heb ei drin.

Byddai'r DPA yn cael ei sefydlu rhwng y cwmni prosiect CCUS pŵer a'r Cwmni Contractau Carbon Is (LCCC), sydd ar hyn o bryd yn chwarae'r un rhan gwrthran ar gyfer y genhedlaeth adnewyddadwy:

- Byddai'r orsaf bŵer yn darparu pŵer carbon isel y gellid ei gyflawni ar bris y farchnad yn y marchnadoedd cyfanwerthu a chydbwyso a gwasanaethau ategol i'r Gweithredwr System Drydan.
- Byddai'r generadur yn talu'r ffioedd T&S ar gyfer y carbon a gesglir i'r cwmni T&S CO₂.

- Yna, byddai'r DPA yn rhoi'r argaeledd a'r taliadau amrywiol i'r generadur.
- Yn unol â CfDau ar gyfer cynhyrchu adnewyddadwy, byddai'r taliadau DPA yn cael eu hariannu gan gwsmeriaid trydan yn gyffredinol.

Casglu carbon diwydiannol (ICC)

Nod y model busnes ICC yw cymell cyfleusterau diwydiannol presennol i ddatgarboneiddio, wrth gynnal eu cystadleurwydd rhyngwladol, a denu buddsoddiad mewn cyfleusterau diwydiannol newydd yn y DU. Bydd yn cael cefnogaeth cyd-gyllid CAPEX, ond dim ond ar gyfer prosiectau cychwynnol.

Bydd y fframwaith masnachol yn seiliedig ar y fframwaith CfD, a bydd defnydd allan o sgôp oni bai ei fod yn arwain at leihau CO₂ yn barhaol:

- Mae'n debygol mai'r LCCC fydd yr wrthran.
- Hyd cyffredinol y contract ICC fydd 15 blynedd: bydd cyfnod 10 mlynedd gychwynnol yn cynnwys y costau gweithredu, ffioedd T&S a chyfradd dychweliad ar fuddsoddiad cyfalaf, a bydd y 5 mlynedd sy'n weddill yn cynnwys costau gweithredol a ffioedd T&S yn unig.
- Ar gyfer prosiectau cynnar, y pris cyfeirio ar gyfer contract ICC fydd taflwybr pris carbon sefydlog, a bydd lwfansau am ddim y system masnachu allyriadau (ETS) yn cael eu fforffedu. Dros amser bydd y pris cyfeirio yn esblygu i bris carbon sy'n cael ei yrru gan y farchnad.
- Bydd y pris sefydlog yn cael ei negodi'n ddwyochrol ar gyfer prosiectau cychwynnol, ar sail costau disgwylid casglu carbon, ffioedd T&S, a dychweliad ar fuddsoddiad CAPES, gan symud ar broses ddrynnu gystadleuol dros amser. Yn unol â CfDau ffynonellau adnewyddadwy, byddai'r gwahaniaeth rhwng y pris cyfeirnod a'r pris sefydliad yn cael ei dalu i'r cyfleuster diwydiannol (neu'n cael ei dalu gan y cyfleuster diwydiannol os yw'r pris cyfeirnod yn uwch).

Y cyfleuster diwydiannol fyddai'n gyfrifol am adeiladu a risgiau gollwng CO₂ yn y cyfleuster casglu.

Byddai disgwyl i'r cyfraddau casglu fod o leiaf 90%, er y byddai technoleg casglu carbon modiwlaid yn gymwys - felly mae'n bosibl y bydd cyfleusterau diwydiannol sy'n cynnwys casglu carbon yn un, ond nid pob un, o'u ffynonellau allyriadau yn berthnasol, ond mae hyn yn amodol ar gadarnhad.

Cludo a storio CO₂ (T&S)

Mae'r Model Rheoliadol Cludo a Storio (Model TRI) yn seiliedig ar fodel rheoleiddio economaidd, sydd â'r nod o ddarparu dychweliadau sefydlog a rhagfynegadwy o fewn ystod amlwg. Mae'n rhagweld y byddai Cwmni Cludo a Storio (T&SCo) yn gyfrifol am ddatblygu, adeiladu, ariannu, gweithredu, cynnal a chadw, ymestyn a dadgomisiynu'r rhwydwaith T&S. Dyma brif rolau'r T&SCo:⁷⁴

74. BEIS, Casglu, Defnyddio a Storio Carbon: Diweddariad ar fodelau busnes ar gyfer Casglu, Defnyddio a Storio Carbon, Rhagfyr 2020, t.15 <https://www.gov.uk/government/publications/carbon-capture-usage-and-storage-ccus-business-models>



- **Perchennog Ase dau:** T&SCo fydd yn berchen ar y rhwydwaith alltraeth ac atraeth, ac yn sicrhau trwydded ar gyfer y safle storio; a
- **Gweithredwr System:** Bydd T&SCo yn gweithredu'r rhwydwaith T&S i sicrhau bod y paramedrau gweithredol o fewn terfynau penodol, yn rheoli mynediad i'r rhwydwaith, cynllunio'r rhwydwaith a thasgau gweinyddol penodol i sector (megis codau cysylltu perthnasol).

Nod y model busnes yw cydbwysu'r angen i adeiladu'r seilwaith yn rhy fawr i ddechrau i alluogi defnyddwyr newydd i gysylltu, a pha mor ddeniadol yn economaidd yw'r rhwydwaith i'r defnyddwyr cynnar. Bydd y model yn ceisio cymell T&SCo i ddenu rhagor o ddefnyddwyr i'w rhwydwaith. Mae tair elfen ar y model.

- **Model refeniw.** Bydd y model refeniw Defnyddiwr yn Talu yn golygu y bydd ffrwd refeniw T&SCo yn cynnwys taliadau gan y rheiny sy'n defnyddio'r rhwydwaith, gyda hawl i gael cymorth cwsmeriaid a/neu drethdalwr i sicrhau bod y ffrwd refeniw'n rhagfynegadwy. Gellid ymestyn y model Defnyddiwr yn Talu i gynnwys costau mewnfiorio CO₂ o ffynonellau allanol (talu i chwistrellu CO₂ mewn man mynediad rhwydwaith T&S) ac ail-ddefnyddio CO₂ (talu i ddefnyddio CO₂ wedi'i ailgylchu). Bydd y ffioedd T&S yn cael eu pennu dan y drefn reoliadol economaidd (a ddisgrifir isod) ac mae'n debygol y bydd yn cynnwys ffi gysylltu ar gyfer gorsaf gasglu benodol, ffi gapasiti ar gyfer defnydd a rennir o'r ased, a ffi gyfaint yn seiliedig ar gyfanswm y CO₂ sy'n cael ei gludo a'i storio.
- **Trefn Reoliadol Economaidd (ERR).** Mae'r ERR yn darparu fframwaith ar gyfer rheoli'r refeniw a ganiateir bob blwyddyn i'r T&SCo. Yn debyg i reoleiddio rhwydweithiau nwy ac ynni, byddai Rheoleiddiwr Economaidd yn cael ei

sefydlu i osod rheolaethau pris cyfnodol a phennu'r
refeniw a ganiateir i ariannu gweithgareddau'r T&SCo.

- **Pecyn cymorth y Llywodraeth (GSP).** Byddai'r GSP yn rhoi amddiffyniad i fuddsoddwyr ar gyfer risgiau tebygolrwydd isel effaith uchel na fyddai'r sector preifat o bosibl yn gallu eu goroesi. Byddai'r risgiau hyn yn cynnwys CO₂ yn gollwng o gyfleusterau storio, ac asedau coll. Gallai'r GSP fod yn yswiriwr yr opsiwn olaf.

Cynhyrchu hydrogen

Mae modelau busnes cynhyrchu hydrogen yn llawer llai sefydlog o ran eu datblygiad, a byddant yn rhyngweithio gyda mecanweithiau cymorth eraill, gan gynnwys yr Ymrwymiad Tanwydd Trafnidiaeth Adnewyddadwy (RTFO) ar gyfer tanwyddau trafndiaeth, CfDau ar gyfer cynhyrchu adnewyddadwy (yn berthnasol i hydrogen gwyrdd) a modelau busnes ar gyfer CCUS (perthnasol i hydrogen glas). Nodau allweddol BEIS yw osgoi dwbl-gymhorthdal a phennu seilwaith hydrogen a rennir i gysylltu sawl cynhyrchydd a defnyddwyr. Y ddau opsiwn mwyaf tebygol yw datblygu fframwaith cytundebol neu reoliadol ar gyfer cynhyrchu hydrogen:

- Mae'n siŵr y byddai fframwaith cytundebol yn debyg i CfD.
- Byddai fframwaith rheoliadol yn gweithredu'n debyg i'r mecanwaith ariannu Sail Asedau Rheoleiddiedig (RAB) ar gyfer rhwydweithiau nwy a thrydan.

Mae BEIS wedi mynegi ffafriaeth am fframwaith cytundebol, gan nodi y byddai “yn fwy priodol na fframwaith rheoleiddio, gan gydnabod oes asedau cynhyrchu hydrogen, proffil tebygol y buddsoddwr, a’ nod tymor hir o farchnad heb

gymhorthdal ar gyfer hydrogen carbon isel".⁷⁵ Fodd bynnag, yn ein barn ni, byddai datblygu piblinellau hydrogen yn debygol o fod yn fwy addas ar gyfer fframwaith rheoleiddio, yn unol â'r piblinellau nwy presennol, ac felly rydym yn disgwyl y gall y modelau busnes hydrogen yn y pen draw gynnwys rhai elfennau o'r ddau.

Mae'n werth nodi hefyd bod "bwcedi" ar wahân ar gyfer hydrogen glas a gwydd yn debygol, gan adlewyrchu eu gwahanol broffiliau costau, a photensial uwch hydrogen gwydd i leihau costau. Gall modelau busnes hefyd fod yn wahanol rhwng prosiectau canolog mawr a phrosiectau ar raddfa fach. Mae ymgynghoriad pellach ar y gweill ar gyfer Ch2, 2021.

6.1.3 Cludo CO₂

Yn y papur diweddarau modelau busnes, mae cludo CO₂ yn amlwg oherwydd ei absenoldeb. Mae'n cael ei grybwyll unwaith yn unig yn y ddogfen y byddai'r ERR ar gyfer T&SCo "yn cael ei ddylunio i fod â digon o hyblygrwydd i alluogi'r farchnad CO₂ i gael ei hehangu yn y dyfodol (o bosibl yn cynnwys CO₂ wedi'i gludo ar longau) gan sicrhau fforddiadwyedd a gwerth am arian i'r defnyddwyr".⁷⁶

Rydym yn credu bod llawer o gwestiynau y mae angen i'r modelau busnes eu hateb ar gyfer cludo, gan gynnwys:

- Mae'r model T&SCo yn seiliedig ar un perchennog y biblinell ac asedau storio. Ar gyfer cludo, mae'n debygol y bydd nifer o berchnogion, gan gynnwys y biblinell neu gludiant arall o'r cyfleuster casglu i'r porthladd, y cyfleusterau trin mewn porthladdoedd a storio canolradd, y llongau, ac o bosibl y porthladd derbyn. Sut y gellir addasu'r model T&SCo ar gyfer perchnogion lluosog seilwaith trafniadaeth CO₂?
- Os na chaiff y model T&SCo ei addasu ar gyfer perchnogion lluosog, sut mae modd cymell cludo'n ddibynadwy, gan gynnwys adeiladu piblinellau i borthladdoedd a'r seilwaith porthladdoedd?
- Gallai'r ERR alluogi CO₂ i gael ei dderbyn gan T&SCo ar long, ond mae hyn yn ychwanegol i'r prif asedau piblinell. Os taw cludo ar long yw'r unig opsiwn ar gyfer rhanbarth gyfan, sut mae'r hyblygrwydd yn yr ERR yn berthnasol?

Yn y pen draw, efallai y bydd angen model busnes ar wahân ar gyfer cludo CO₂ (nid storio) mewn llong. Yn yr achos hwn, mae'r elfen storio yn dod o dan y model T&SCo presennol, gyda ffi yn cael ei thalu i chwistrellu CO₂ o rywle arall i'r rhwydwaith T&SCo.

6.2 Amseru cyflwyniad CCUS – dilyniannu clystyrau

6.2.1 Dilyniannu clystyrau

Ar 10 Chwefror 2021, cyhoeddodd BEIS ei ddull drafft o ddilyniannu clystyrau CCUS, ochr yn ochr ag ymgynghoriad a gynhaliwyd tan 10 Mawrth 2021.⁷⁷ Mae dilyniant clystyrau diwydiannol wedi'i gynllunio i gyflawni'r uchelgais i gael dau glwstwr yn weithredol erbyn canol y 2020au a dau arall erbyn 2030, er bod y ddogfen yn nodi y bydd angen i bob clwstwr ddatgarboneiddio. Mae'r broses ddrafft fel a ganlyn:

Clystyrau Trac 1 – Cam 1: Dilyniannu Clystyrau Cychwynnol

Cymhwysedd clystyrau: Bydd angen i glystyrau gyflwyno cynllun CCUS clwstwr. Yn gyntaf bydd cymhwysedd y clwstwr yn cael ei brofi, a bydd angen bodloni'r meini prawf canlynol: "Rydym yn diffinio clwstwr CCUS fel rhwydwaith T&S (gan ymgorffori'r rhwydwaith atraeth ac alltraeth a'r cyfleuster storio alltraeth) a cham cyntaf cysylltiedig prosiectau casglu carbon."⁷⁸ Sylwch nad yw cludo CO₂ yn cael ei grybwyll yn niffiniad BEIS.

Byddai hyn yn golygu mai dim ond y clystyrau hynny all arddangos cynnig cydlynol, cadwyn lawn, fyddai'n cael mynediad, a'r nod yw sicrhau bod mwy nag un lleoliad storio'n cael ei ddatblygu yn ystod Trac 1. Mae hyn yn ei hanfod yn diddymu De Cymru o Drac 1, er y gallai safleoedd casglu yng Ngogledd Ddwyrain Cymru gael eu cynnwys yn rhan o'r clwstwr HyNet, fyddai'n debygol o fod yn gymwys.

Gwerthusiad clwstwr: Yn ail, bydd cynlluniau CCUS clystyrau cymwys yn cael eu gwerthuso yn erbyn cyfres o feini prawf, gan gynnwys cyflawnadwyedd, lleihau allyriadau, costau, manteision economaidd a dysgu ac arloesedd. Bydd y ddau glwstwr sy'n sgorio uchaf yn cael eu cynnwys yn Nhrac 1, gyda'r posibilrwydd o ychwanegu dau o glystyrau Trac 1 wrth gefn. Mae hefyd yn bosibl y bydd mwy na dau o glystyrau'n cael eu cynnwys yn Nhrac 1.

75. BEIS, Casglu, Defnyddio a Storio Carbon: Diweddariad ar fodelau busnes ar gyfer Casglu, Defnyddio a Storio Carbon, Rhagfyr 2020, t.76 <https://www.gov.uk/government/publications/carbon-capture-usage-and-storage-ccus-business-models>

76. BEIS, Casglu, Defnyddio a Storio Carbon: Diweddariad ar fodelau busnes ar gyfer Casglu, Defnyddio a Storio Carbon, Rhagfyr 2020, t.18 <https://www.gov.uk/government/publications/carbon-capture-usage-and-storage-ccus-business-models>

77. BEIS, Casglu, Defnyddio a Storio Carbon: Ymgysylltu â'r Farchnad am Dilyniannu Clystyrau, Chwefror 2021, t.24 <https://www.gov.uk/government/consultations/carbon-capture-usage-and-storage-market-engagement-on-cluster-sequencing>

78. BEIS, Casglu, Defnyddio a Storio Carbon: Ymgysylltu â'r Farchnad am Dilyniannu Clystyrau, Chwefror 2021, t.24 <https://www.gov.uk/government/consultations/carbon-capture-usage-and-storage-market-engagement-on-cluster-sequencing>

Clystyrau Trac 1 – Cam 2: Dewis Prosiectau Terfynol

Byddai'r cam hwn yn pennu pa brosiectau unigol o fewn y clwstwr fyddai'n cael eu dewis ac yn dyrannu cefnogaeth i'r prosiectau hyn:

- Ar gyfer T&S, byddai hyn yn cynnwys negodi a diwydrwydd dyladwy.
- Ar gyfer prosiectau casglu, byddai proses agored lle byddai prosiectau unigol yn cael eu gwahodd i gyflwyno ceisiadau. Byddai angen i brosiectau casglu allu cysylltu â seilwaith T&S y clwstwr, a gallai hyn gynnwys prosiectau dal y tu allan i'r rhai a grybwyllir yn y cynllun clwstwr - byddai hyn yn berthnasol i Ogledd Ddwyrain Cymru. Gallai hefyd gynnwys prosiectau casglu sydd â chynllun credadwy i gludo CO₂ (gan gynnwys ar long) i'r clwstwr Trac 1 - ond ni fyddai unrhyw gefnogaeth ychwanegol yn cael ei darparu.

Yna byddai'r cynllun cefnogaeth yn cynnwys:

- Ar gyfer T&S, trwydded economaidd i roi ffrwd referiw reoledig i'r trwyddedau, mynediad i ran o'r Gronfa Seilwaith CCUS £1 biliwn, pe byddai angen, a Phecyn Cymorth y Llywodraeth (GSP) er mwyn rheoli risgiau o bell. Yna, byddai hyn yn cael ei bennu drwy negodi gyda bob parti.
- O ran pŵer, byddai'r gefnogaeth yn cynnwys y DPA, a fyddai'n cael ei gytuno gan drafodaethau dwyochrog ar gyfer y prosiectau cynnar (gydag arwerthiannau cystadleuol yn dod yn nes ymlaen).
- Ar gyfer casglu diwydiannol, byddai'r gefnogaeth yn cynnwys contract ICC, a chyd-ariannu CAPEX trwy ran o Gronfa Seilwaith CCUS, os oes angen. Fel pŵer, byddai trafodaethau dwyochrog ar gyfer y prosiectau cynnar yn cytuno ar hyn (gydag arwerthiannau cystadleuol yn dod yn nes ymlaen).
- Ar gyfer hydrogen, bydd mwy o fanylion ar gael maes o law, ond gallai'r gefnogaeth gynnwys model busnes hydrogen a mynediad i ran o'r Gronfa Cynhyrchu Hydrogen Sero Net gwerth £240 miliwn, fydd yn cael ei chytuno drwy drafodaethau dwyochrog.

Rydym yn credu y bydd y dull gweithredu hwn, drwy ystyried prosiectau clwstwr gyda'i gilydd, yn helpu i liniaru risg ar draws cadwyni, gan sicrhau bod prosiectau clwstwr yn cael eu cyfateb yn briodol i seilwaith T&S, gyda model busnes a chymorth grant hefyd wedi'i gynnwys.

Clystyrau Trac 2

Mae BEIS yn rhagweld enwi hyd at ddau glwstwr wrth gefn yn ystod Trac 1, ond heb gadarnhau'r ddau glwstwr ar gyfer Trac 2 bryd hynny. Bydd BEIS yn parhau i ymgysylltu gyda chlystyrau Trac 2 posibl ac yn cyhoeddi proses ddyrannu ar gyfer clystyrau Trac 2 fis Hydref 2021.

Hefyd mae'n debygol y bydd cymhwysedd Trac 2 yn fwy llac, heb fod angen cynnig storio clwstwr (er y byddai angen datrysiad storio credadwy, gan gynnwys cludo i glwstwr arall). Byddai hyn yn golygu y gallai De Cymru gael ei ystyried ar gyfer Trac 2.

Amserlen ddrafft

Mae'r amserlen ddrafft ar gyfer y broses fel a ganlyn:

- Ebrill 2021 – Galwad Cam 1 ar gyfer cynlluniau clwstwr CCUS.
- Gorffennaf 2021 – Dyddiad cau ar gyfer cyflwyno cynlluniau clwstwr Cam 1 i BEIS.
- Awst 2021 – Clystyrau sy'n gymwys ar gyfer Cam 1 A Galwad am brosiectau casglu mewn clystyrau cymwys Cam 1.
- Hydref 2021 – Clystyrau Trac 1 a chlystyrau wrth gefn Trac 1 A Dyddiad cau ar gyfer ceisiadau prosiectau casglu Cam 2.
- Tachwedd 2021 ymlaen – Asesu prosiectau Cam 2, negodi a diwydrwydd dyladwy.

6.3 Cyfleoedd Economaidd i Gymru

Mae CCUS yn cyflwyno sawl cyfle economaidd - diogelu diwydiant a swyddi presennol wrth i lawer o'r byd ddatgarboneiddio; a chreu swyddi newydd a chyfleoedd cadwyni cyflenwi.

6.3.1 Diogelu Diwydiant Presennol

Mae Cymru'n ddibynol iawn ar ddiwydiant llawn ynni:

- Mae prosesau gyda llawer o garbon yn cynrychioli 29% o gyfanswm yr allyriadau, neu 14 Mt CO₂ y flwyddyn yn 2016.⁷⁹
- Fel cyfran o'r economi, mae gweithgynhyrchu'n cynrychioli 17% o werth ychwanegol gros (GVA) Cymru, cyfran uchaf unrhyw ranbarth yn y DU.⁸⁰
- Mae oddeutu 10% o gyflogaeth Cymru ym maes gweithgynhyrchu (bron 150,000 o swyddi) sydd llawer uwch na chyfartaledd y DU sef 7%.⁸¹

Ar y cyfan, mae'r DU wedi gweld gormod o leihad allyriadau drwy roi diwydiant trwm alltraeth, ac mae bellach y mewnforiwr mwyaf fesul capita o allyriadau CO₂ yn y byd.⁸² Er enghraifft, bu i gau gwaith dur Redcar ar ddiwedd 2015 arwain at golli 2,000 o swyddi, ond hefyd arweiniodd at bron hanner y gostyngiad mewn allyriadau diwydiannol yn 2016.⁸³

Mae CCUS yn cynnig cyfle i ddiogelu'r diwydiant presennol, trwy ddarparu rhwydwaith i alluogi datgarboneiddio, gan gynnwys prosesau na ellir eu trydaneiddio - yng nghydestun cyfran gynyddol o allyriadau byd-eang sy'n dod o dan dargedau sero net amrywiol, gan gynnwys yr UE, yr UD a Tsieina.

6.3.2 Cyfleoedd Cadwyn Cyflenwi, Swyddi a Gwerth Economaidd Ychwanegol

Bydd manteision datblygu rhwydwaith seilwaith CCUS hefyd yn ymestyn i'r gadwyn gyflenwi sy'n gyfrifol am ddarparu'r adnoddau i adeiladu a chynnal rhwydwaith o'r fath. Mae gan y Cyngor Diwydiannau Ynni (EIC)⁸⁴ gronfa ddata o dros 3,600 o gwmnïau cadwyn gyflenwi yn y DU, ac mae 225 o'r rheiny'n gysylltiedig â Chymru. Gellid hidlo hyn i gyflenwi cynnyrch fyddai'n elwa o fentrau CCUS megis Porthladdoedd a Logisteg, Dylunio a chynhyrchu piblinellau, Trosglwyddo ac Is-bwerdai, Dylunio a chynhyrchu tanciau. Mae hyn yn rhestru bron 100 o gyflenwyr diwydiant ynni sy'n debygol o gefnogi, ac felly elwa gan fentrau CCUS. Gall y cyflenwyr hyn fod ar hyn o bryd yn gwasanaethu ystod o ddiwydiannau ynni gan gynnwys olew a nwy, gwynt alltraeth a niwclear.

Mae llawer o'r cyflenwyr posibl hyn hefyd wedi'u lleoli yn agos at y prif safleoedd allyrru yn Ne a Gogledd Ddwyrain Cymru, gan ddarparu cyfleoedd pellach ar gyfer datblygu economaidd lleol.

Mae'r Asesiad o Anghenion Arloesedd Ynni (EINA) ar CCUS⁸⁵ yn darparu asesiad cynhwysfawr o'r buddion economaidd posibl o ddatblygu marchnad CCUS gryf yn y DU. Mae'n tynnu sylw at yr adnoddau a'r arbenigedd sydd ar gael i'r DU a all ganiatáu iddi fod yn hynod gystadleuol mewn marchnad allforio CCUS, gan ddarparu amcangyfrif o £4.3 biliwn o GVA y flwyddyn i economi'r DU erbyn 2050.

Bydd CCUS hefyd yn cefnogi nifer sylweddol o swyddi ledled y DU. Mae'r EINA yn amcangyfrif y gallai CCUS gefnogi 50,000 o swyddi cyn gynted â 2030, y disgwylir i 45,000 ohonynt gefnogi marchnad allforio fawr a 5,000 yn ddomestig. Mae hyn yn cyrraedd uchafbwynt o bron i 70,000 o swyddi yn gyffredinol yn 2040 a dangosir y tueddiadau hyn yn Ffigur 6-2 isod. Byddai gweithredu CCUS yn llwyddiannus yng Nghymru yn caniatáu i Gymru weld cyfran sylweddol o'r manteision swyddi. Gan fod astudiaethau cyfyngedig ar raddfa buddion economaidd CCUS yng Nghymru yn benodol, gellir rhyngosod data yn seiliedig ar y DU cyfan i amcangyfrif cyfran y swyddi y gellir eu dyrannu i Gymru. Yn dibynnu ar bwnc y data, gellir defnyddio amryw setiau data cyd-daro allweddol i ddarparu amcangyfrif bras.

79. Taflen Ffeithiau Llwybrau Allyriadau'r Sector Diwydiant yng Nghymru Chwefror 2021:

<https://gov.wales/sites/default/files/publications/2019-06/industry-sector-emission-pathway-factsheet.pdf>

80. Swyddfa Ystadegau Gwladol, Gwerth gros ychwanegol rhanbarthol (wedi'i falansu) fesul diwydiant: pob rhanbarth lefel NUTS, Rhagfyr 2019 <https://www.ons.gov.uk/economy/grossvalueaddedgva/datasets/nominalandrealregionalgrossvalueaddedbalancedbyindustry>

81. Swyddfa Ystadegau Gwladol, JOBS05: Swyddi'r gweithlu yn ôl rhanbarth a diwydiant, Rhagfyr 2020 <https://www.ons.gov.uk/employmentandlabourmarket/peopleinwork/employmentandemployeetypes/datasets/workforcejobsbyregionandindustryjobs05>

82. Swyddfa Ystadegau Gwladol, Dadgyplu twf economaidd sy'n deillio o allyriadau carbon: tystiolaeth y DU, Hydref 2019, Ffigur 11 <https://www.ons.gov.uk/economy/nationalaccounts/uksectoraccounts/compendium/economicreview/october2019/thedecouplingofeconomicgrowthfromcarbonemissionsukevidence>

83. Cooper SJG a Hammond GP, Datgarboneiddio diwydiant y DU: tuag at economi lanach, y Sefydliad Peirianwyr Sifil papur 1800007, Mai 2018, t.3; Gweler <https://www.gazettelive.co.uk/news/teesside-news/redcar-steelworks-closure-contributes-sharp-12696855>

84. Mapio Cadwyni Cyflenwi EIC <https://www.the-eic.com/MarketIntelligence/EICSupplyMap>

85. Asesiad o Anghenion Arloesedd Ynni ar CCUS https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/845655/energy-innovation-needs-assessment-ccus.pdf

Swyddi: Ar gyfer amcangyfrif nifer y swyddi sy'n cael eu cefnogi gan CCUS yng Nghymru, gellid defnyddio canran o boblogaeth y DU sy'n gweithio yng Nghymru gan Gyflogaeth Gweithleoedd yn ôl Diwydiant yng Nghymru yn 2016⁸⁶. Yna gellid graddio'r gwerth hwn gan ddefnyddio data i adnabod canran y boblogaeth sy'n gweithio mewn diwydiannau all fod yn berthnasol i CCUS megis Gweithgynhyrchu, Adeiladu, Trydan, nwy, stêm ac aerdymheru, Gweithgareddau proffesiynol, gwyddonol a thechnegol yng Nghymru o'i gymharu â chyfartaledd y DU. O ystyried rhagamcan EINA ar gyfer y DU yn ei chyfanrwydd, mae hyn gyfwerth ag oddeutu 2,000 o swyddi sy'n uniongyrchol berthnasol i CCUS erbyn 2030 yng Nghymru.

Gwerth Ychwanegol Gros (GVA): Gellid graddio rhagfynegiadau GVA a ddarperir gan EINA ar CCUS ar gyfer Cymru drwy ryngosodiad tebyg ar GVA a ychwanegwyd gan bob diwydiant yn 2018⁸⁷. Yn gyntaf, wedi'i rannu gan gyfran Cymru o'r GVA yn y DU gyfan, ac yna wedi'i raddio gan y gyfran GVA mewn diwydiannau all fod yn berthnasol i CCUS yng Nghymru o'i gymharu â chyfartaledd y DU megis y rhai a restrir isod.

- Gweithgynhyrchu golosg, petrolewm wedi'i fireinio a chemegion
- Cynnyrch rwber a phlastig
- Metelau sylfaenol a chynnyrch metel
- Peiriannau ac offer nad ydynt wedi'u dosbarthu'n unrhyw le arall
- Trydan, nwy, stêm a'r cyflenwad aerdymheru
- Adeiladu
- Gweithgareddau pensaernïol a pheirianeg

Defnyddiwyd lluosydd o 0.041 i amcangyfrifon EINA o GVA gan CCUS erbyn 2050 - mae'r lluosydd hwn yn cyfrif am gyfran Cymru o GDP y DU wedi'i gynyddu 18% oherwydd y presenoldeb diwydiannol cynyddol yng Nghymru o'i gymharu â chyfartaledd y DU. Roedd hyn yn darparu amcangyfrif o GVA gan CCUS yng Nghymru o oddeutu £148m y flwyddyn erbyn 2050 o'r farchnad allforio a £35m yn ddomestig y flwyddyn.

6.4 Sgiliau sydd eu hangen er mwyn Gweithredu Rhwydwaith CCUS

Nid yw'n bosib cyflawni rhwydwaith CCUS heb bobl fedrus, ac fel y nodwyd yn Adroddiad Sero Net y Pwyllgor ar Newid Hinsawdd, mae bylchau sgiliau yn dod i'r amlwg. Heddiw, mae'r sector ynni'n cyflogi 144,000⁸⁸ o bobl yn uniongyrchol ledled y DU a channoedd o filoedd yn fwy ar draws y gadwyn gyflenwi.

6.4.1 Yr Her Adnoddau Dynol Colli

Talent Presennol

Mae'r Bartneriaeth Sgiliau Ynni a Chyfleustodau wedi adnabod dau ffactor fydd yn lleihau'r gweithlu sector ynni dros y degawd nesaf:

- Disgwylir y bydd oddeutu 20% o'r Gweithlu Sector Ynni wedi ymddeol erbyn 2030.
- Gweithwyr yn dewis gadael y Sector yn barhaus ar ôl egwyl gyrfa. Mae ymchwil Energy & Utility Skills yn adrodd bod mwy na 75% o fenywod sy'n gadael y maes peirianeg ar ôl absenoldeb mamolaeth yn betrusgar o ran dychwelyd i'r gwaith oherwydd oriau ac arferion gwaith anhyblyg.

Cystadleuaeth ar gyfer Talent

Fel pob sector arall yn y diwydiant peirianeg, rhaid i'r sector ynni gystadlu i ddenu'r talent cymwys STEM gorau. Yn anffodus, mae'r sector yn colli allan ar y dalent hwn i ddiwydiannau eraill pob blwyddyn. Er enghraifft, mae dros 40% o raddedigion ffiseg yn dewis gyrfaedd ym meysydd bancio, cyllid neu dechnoleg.

86. Cyflogaeth Gweithleoedd yn ôl Diwydiant yng Nghymru 2016
<https://gov.wales/sites/default/files/statistics-and-research/2019-03/workplace-employment-by-industry-2001-to-2016.pdf>

87. GVA Cymru yn ôl pob diwydiant 2018
<https://stats.wales.gov.wales/Catalogue/Business-Economy-and-Labour-Market/Regional-Accounts/Gross-Value-Added-GDP/gvawales-by-industry>

88. Grid Cenedlaethol - Adeiladu'r Gweithlu Ynni Sero Net 2020
<https://www.nationalgrid.com/stories/journey-to-net-zero/net-zero-energy-workforce>

Her Biblinell STEM

Daeth ymchwil a gynhaliwyd gan YouGov ar gyfer y Grid Cenedlaethol i'r casgliad mai'r her fwyaf o ran cael gyrfas y'n taelo newid yn yr hinsawdd yw diffyg cymwysterau perthnasol. Fel mae'r ffigurau isod yn dangos, mae'r 'broblem biblinell' yn dechrau yn yr ysgol ac yn rhedeg yr holl ffordd at lefel gradd:

- **Nifer sy'n astudio pynciau STEM mewn Ysgolion** - Yn 2019, bu i 37,000 o ddisgyblion gymryd Lefel A Ffiseg⁸⁹ a 91,000 Lefel A Mathemateg. Daeth ymchwil a gynhaliwyd gan yr Adran Economaidd ar ran y Grid Cenedlaethol bod angen cynnydd o 24% mewn Ffiseg a 19% mewn Mathemateg er mwyn i Brydain gynnal y biblinell o dalent cymwys sydd ei angen er mwyn adeiladu'r gweithlu sero net.
- **Prentisiaethau** - Rhwng 2016 a 2017, gostyngodd prentisiaethau Lloegr mewn peirianeg o 91,000 i 75,000. Roedd hyn oherwydd ansicrwydd parhaus ynghylch gweithrediad a rheolaeth yr Ardoll Prentisiaethau i'r dyfodol (treth i gyflogwyr y DU i ariannu hyfforddiant prentisiaethau).
- **Cymwysterau Gradd** - Yn 2017/18, roedd tua 42,000 o israddedigion yn astudio graddau mewn cyrsiau technoleg a pheirianeg. Mae Development Economics yn amcangyfrif bod yn rhaid i'r nifer hwn gynyddu 14,000 dros y 30 mlynedd nesaf i o leiaf 56,000 o gofrestrïadau blynyddol.

Diffyg Amrywiaeth

Mae gweithlu amrywiol mewn amgylchedd cefnogol yn gyrru llwyddiant trwy wahanol safbwyntiau, syniadau newydd a mwy o greadigrwydd. Felly mae tangynrychiolaeth menywod yn y gweithlu peirianeg yn golygu bod y sector ynni yn colli allan ar weithlu cryfder llawn sy'n gallu sicrhau'r llwyddiant mwyaf posibl. Yn wir, amcangyfrifir mai dim ond 12% o weithwyr y diwydiant peirianeg sy'n fenywod.

- **Nifer sy'n astudio pynciau STEM mewn Ysgolion** - O'r 37,000 o ddisgyblion wnaeth astudio Lefel A Ffiseg yn 2019, dim ond 22% ohonynt oedd yn fenywod.
- **Prentisiaeth** - Dim ond 8% o'r rhai oedd mewn prentisiaethau oedd yn fenywod.
- **Cymwysterau Gradd** - O'r 42,000 o unigolion wnaeth astudio graddau peirianeg a thechnoleg yn 2017/18, dim ond 15% o'r rhain oedd yn fenywod.

6.4.2 Cau'r Bwlch

Mae'n rhaid i Brifysgolion a Cholegau weithio gyda chwmnïau yn y diwydiant i amlygu'r cyfleoedd hyfforddiant galwedigaethol i'r rhai sy'n gadael yr ysgol a chynnig cyrsiau penodol sydd â'r nod o fynd i'r afael â sero net⁹⁰

Y Sgiliau sydd eu hangen

Bydd gweithredu a chynnal system ynni sy'n llai canolog ar bŵer a nwy sydd hyd yn oed yn fwy gwyrdd yn gofyn am ystod o sgiliau ledled amrywiaeth o weithwyr profiadol.

- **Sgiliau Digidol a Data** - Bydd sgiliau digidol a dadansoddeg data yn rhan o'r sgiliau craidd ar gyfer y gweithlu sector ynni sero net, gydag angen am lawer iawn o ddata ar gyfer cynllunio'r rhwydwaith, cynnal a chadw mwy effeithlon a gwella'r broses o leddfu risgiau.
- **Dylunio a Gweithredu Technolegau Newydd** - Bydd angen gwyddonwyr, peirianwyr a dylunwyr hynod sgilgar ar y gweithlu ynni sero net er mwyn dylunio, profi a manteisio i'r eithaf ar botensial technolegau newydd megis CCUS effeithlon.
- **Cyfathrebu â diwydiant a sgiliau rheoli** - Mae cyflymder a graddfa'r newid yn golygu na fydd y sefydliadau sy'n gyrru sero net yn gallu cyflawni hyn ar eu pen eu hunain. Bydd angen cyfathrebwyr rhagorol i wneud y broses o gyflwyno datblygiadau technegol cydweithredol yn llyfn.

Rôl y Diwydiant Olew a Nwy

Mae'r sgiliau sydd eu hangen ar gyfer CCUS bron yr un peth â'r sgiliau sy'n cael eu defnyddio wrth archwilio, cynhyrchu a phrosesu hydrocarbonau. Mae profiad presennol o gynhyrchu, cludo a chwistrellu CO₂ mewn prosiectau Adfer Olew Uwch yn dangos mân wahaniaethau rhwng y nodweddu cronfeydd dŵr, y drilio ffynhonnau, dylunio cyfleusterau a gweithrediadau hyn a'r rhai sydd eu hangen i chwistrellu CO₂ i'r tir yn ddiogel.⁹¹

Datblygu Sgiliau Ehangach y Sector Ynni

Ar gyfer datblygu'r sector CCUS a gwneud mentrau sero net eraill yn realiti, rhaid caffael y sgiliau hyn yn gyflym. Bydd alinio hyfforddiant a safonau rhwng sectorau ynni, gan gynnwys olew a nwy, gwynt, hydrogen a ffynonellau adnewyddadwy eraill, yn helpu i safoni'r dirwedd hyfforddiant. Mae hyn yn cael ei roi ar waith drwy sefydlu'r Cynghrair Sgiliau Ynni.

89. Grid Cenedlaethol - Adeiladu'r Gweithlu Ynni Sero Net 2020
<https://www.nationalgrid.com/stories/journey-to-net-zero/net-zero-energy-workforce>

90. Swyddi, Sgiliau, Dim Allyriadau - yr angen economaidd i gasglu carbon gan Drax
<https://www.drax.com/energy-policy/jobs-skills-zero-emissions-the-economic-need-for-carbon-capture-by-drax/>

91. Mae Cyflawni Allyriadau Sero Net Angen Gwybodaeth a Sgiliau'r Diwydiant Olew a Nwy
Frontiers | Mae Cyflawni Allyriadau Sero Net Angen Gwybodaeth a Sgiliau'r Diwydiant Olew a Nwy | Climate (frontiersin.org)

7 Casgliadau



Dangosir y Casgliadau a'r Argymhellion yn adran 1 fel rhan o'r Crynodeb Gweithredol.

8 Geirfa

Term neu dalfyriad	Ystyr
ABP	Porthladdoedd Cysylltiedig Prydain
Acorn	Prosiect CCS yn gweithredu o'r derfynfa nwy St Fergus sydd â'r nod o gyflwyno CCS yn hen feysydd nwy ym Môr y Gogledd megis Golden Eye
AD	Treuliwr Anaerobig - dull o gynhyrchu bionwy o borthiant organig sy'n danwydd carbon isel
BECCS	Bioynni gyda Chasglu a Storio Carbon (ffurf o allyriadau carbon negyddol)
BEIS	Adran Busnes, Menter a Strategaeth Ddiwydiannol Llywodraeth y DU
BF	Ffwrnais Chwyth - yn cael ei ddefnyddio mewn gwaith dur
BFOG	Nwy Gweddilliol Ffwrnais Chwyth
BioSNG	Nwy Naturiol Synthetig Biolegol
BOF	Ffwrnais Ocsigen Sylfaenol - yn cael ei ddefnyddio mewn gwaith dur
CCC	Y Pwyllgor ar Newid Hinsawdd
CCGT	Tyrbin Nwy Cylch Caeedig
CCS	Casglu a Storio Carbon
CCUS	Casglu, Defnyddio a Storio Carbon
CfD	Contractau ar gyfer Gwahaniaeth
CO2	Carbon deuocsid
COG	Nwy poptai golosg a gynhyrchir gan glo, ac sy'n cael ei ddefnyddio mewn gwaith dur
DNV	Y cwmni ymgynghoriaeth wnaeth gynnal yr astudiaeth hon i Lywodraeth Cymru
EAF	Ffwrneisi Arc Trydan a ddefnyddir i adfer dur sgrap
EIC	Cyngor Diwydiannau Ynni
EOR	Adfer Olew Uwch
ERR	Trefn Rheoliadol Economaidd
EV	Cerbyd Trydanol
FIT	Tariff Bwydo i Mewn
FLEXIS	Consortiwm o bartneriaid strategol - Prifysgol Caerdydd, Prifysgol Abertawe, Prifysgol De Cymru, Cyngor Bwrdeistref Sirol Castell-nedd Port Talbot a Tata Steel UK
GHG	Nwyon tŷ gwydr

Term neu dalfyriad	Ystyr
GSP	Pecyn Cymorth y Llywodraeth
GVA	Gwerth Gros Ychwanegol
H ₂	Hydrogen
HP	Gwasgedd Uchel
HyNet	Prosiect hydrogen isel yng Ngogledd Orllewin Lloegr sydd â'r nod o ddefnyddio'r hen faes Hamilton ar gyfer CCS
IEAGHG	Asiantaeth Ynni Ryngwladol Nwyon Tŷ Gwydr
LOHC	Cludwr Hydrogen Organig ar ffurf Hylif
LP	Gwasgedd Isel
LPG	Nwy Petrolewm ar ffurf Hylif - fel arfer yn gymysgedd o bropan a bwtan
MBT	Gwastraff sy'n cael ei drin yn fiolegol ac yn beirianegol
MP	Gwasgedd Canolig
MSW	Gwastraff Solet Dinesig
Net Zero NW	Prosiect yng Ngogledd Orllewin Lloegr sydd â'r nod o ddefnyddio'r hen faes Hamilton ar gyfer CCS.
NDC	Cyfraniad a Bennir yn Genedlaethol
Northern Endurance	Partneriaeth CCS o BP, Eni, Equinor, Grid Cenedlaethol, Shell a Total yng Ngogledd Ddwyrain Lloegr
Northern Lights	Prosiect CCS yn Norwy sy'n cael ei redeg gan Equinor
OCGT	Tyrbin Nwy Cylch Agored
OGA	Awdurdod Olew a Nwy
OHC	Cludwr Hydrogen Organig
RHI	Cymhelliad Gwres Adnewyddadwy
Spirit Energy	Gweithredwr meysydd nwy Bae Morecambe
SWIC	Clwstwr Diwydiannol De Cymru
T&SCo	Cwmni Trafnidiaeth a Storio
TGR	Ailgylchu Nwy Top mewn ffwrnais chwyth
Zero Carbon Humber	Menter i greu clwstwr diwydiannol carbon niwtral yn ardal Humber.

Atodiad A

Dogfennau allweddol a adolygwyd

Ffynhonnell	Teitl
CCC	Sero Net, Cyfraniad y DU at Stopio Cynhesu Byd-eang Adroddiad Technegol Sero Net Adeiladu Economi Carbon Isel yng Nghymru - Gosod Targedau Hinsawdd Cymru - Chweched Gyllideb Carbon 2020 Adroddiad Cyngor: Y llwybr at Gymru Sero Net 2020 Adroddiad Cynnydd - Lleihau allyriadau yng Nghymru 2020
Llywodraeth Cymru	Cynllun Cyflawni Carbon Isel Taflen Ffeithiau Llwybr Allyriadau'r Sector Diwydiant Ffyniant i Bawb: Cynllun Gweithredu ar Ddefnydd Ynni yng Nghymru Cynhyrchu Ynni yng Nghymru Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol (Cymru) 2015 Cymru'r Dyfodol: y cynllun cenedlaethol 2040 - Ein Fframwaith Datblygu, gosod y cyfeiriad ar gyfer datblygiad yng Nghymru hyd at 2040.
BEIS	Ymateb i'r Ymgynghoriad Modelau Busnes CCUS Cyflwyno CCUS mewn hen safleoedd diwydiannol Rhestr Eiddo Allyriadau Atmosfferig Cenedlaethol y DU (NAEI) Asesiad o Anghenion Arloesedd Ynni CCUS (EINAau) Cludo CO₂ - Astudiaeth Ragamcan o Gostau'r DU Defnydd Ynni yn y DU (ECUK) 1970 i 2018
Frontier Economics	Modelau busnes ar gyfer cynhyrchu hydrogen carbon isel
Element Energy	Datblygu Hydrogen yng Nghymru Llwybrau Datgarboneiddio Dwfn ar gyfer Diwydiant y DU
Sefydliad Casglu a Storio Carbon Byd-eang	Statws Byd-eang CCS 2019
DNV	Arferion a Argymhellir ac Astudiaethau CCUS
EIC	Galluedd Cadwyn Cyflenwi'r DU CCUS
Clystyrau Sero Net	Drax CCS: Cyflawni Swyddi, Twf glân ac Uchafu'r Humber

GWYBODAETH AM DNV

Mae DNV yn arbenigwr annibynnol mewn rheoli risgiau a sicrwydd, sy'n gweithio mewn dros 100 o wledydd. Drwy ei brofiad helaeth ac arbenigedd manwl, mae DNV yn gwella perfformiad diogelwch a chynaliadwy, yn gosod meincnodau diwydiant ac yn ysbrydoli a chreu datrysiadau.

Mae DNV yn galluogi ei gwsmeriaid a'u rhanddeiliaid i wneud penderfyniadau critigol gyda hyder, boed hynny'n asesu dyluniad llong newydd, dadansoddi data synwryddion o biblinell nwy neu ardystio cadwyn cyflenwi cwmni bwyd.

Wedi'i lywio gan ei ddiben, sef diogelu bywyd, eiddo a'r amgylchedd, mae DNV yn helpu i daclo'r heriau a'r trawsnewidiadau byd-eang y mae ei gwsmeriaid a'r byd heddiw yn eu hwynebu, ac mae'n llais y mae llawer o gwmnïau mwyaf llwyddiannus a blaengar y byd yn ymddiried ynddo.

Yn y diwydiant ynni

Rydym yn rhoi sicrwydd i'r gadwyn gwerth ynni cyfan drwy ein gwasanaethau cynghori, monitro, dilysu ac ardystio. Fel adnodd arweiniol y byd o arbenigwyr ynni annibynnol, rydym yn helpu diwydiannau a llywodraethau i lywio'r newidiadau cymhleth sy'n ymwneud â'i gilydd ac sy'n digwydd yn fyd-eang ac yn rhanbarthol, yn y diwydiant ynni. Rydym wedi ymrwymo i wireddu targedau'r Cytundeb Paris, a chefnogi ein cwsmeriaid i newid yn gynt i system ynni sydd wedi datgarboneiddio.

Ymwadiad

DNV AS sy'n berchen ar nod masnach DNV. Cedwir pob hawl.

©DNV 01/2021

Dyluniad:
www.wildfirelondon.com

DNV AS

NO-1322 Hovik,
Norwy
Ffôn 47 67 57 00
www.dnvgl.com