

In partnership with



Llywodraeth Cymru
Welsh Government

CATAPULT
Offshore Renewable Energy

Crynodeb Annhechnegol

GWYNT ARNOFIOL YNG NGHYMURU ADOLYGIAD O IS-STRWYTHUR A PHORTHLADD



Ymwadiad

Er bod y wybodaeth yn yr adroddiad hwn wedi'i pharatoi a'i choladu'n ddiidwyll, nid yw Offshore Renewable Energy Catapult Development Services Limited yn gwneud unrhyw gynrychiolaeth na gwarant (datganedig neu ymhlyg) o ran cywirdeb na chyflawnder y wybodaeth sydd wedi'i chynnwys yma ac ni fyddwn ychwaith yn atebol am unrhyw golled neu ddifrod sy'n deillio o ddibynnu ar yr un peth.

CYNNWYS

	Rhestr Termau	4
1	Cefndir	6
1.1	Gwynt ar y Môr yn y DU	6
1.2	Gwynt Arnofiol ar y Môr yng Nghymru a'r Môr Celtaidd	6
1.3	Cerrig Sarn a Mantais Symudwr Cyntaf	7
1.4	Is-strwythurau ar gyfer Gwynt Arnofiol	8
1.5	Dyluniad ffermydd gwynt a ddefnyddir mewn astudiaethau achos yng Nghymru	8
2	Asesiad o Allu Porthladd Cymru ar gyfer Gwynt Arnofiol	10
2.1	Methodoleg	10
2.2	Gwasanaethau Porthladd ar gyfer FLOW	11
2.3	Y Prosesau Defnyddio Ffermydd Gwynt Arnofiol	11
2.4	Strategaethau Porthladdoedd ar gyfer Datblygu Gwynt Arnofiol yng Nghymru	12
2.5	Cyfuno Porthladdoedd mewn prosiectau adeiladu FLOW	12
2.6	Crynodeb o alluoedd Porthladdoedd Cymru	13
3	Defnyddio porthladdoedd Cymru mewn prosiectau FLOW	15
3.1	Astudiaethau Achos	15
3.2	Dewis Porthladd	16
3.3	Strategaeth Porthladd Astudiaeth Achos De Cymru	17
3.4	Strategaeth Porthladd Astudiaeth Achos Gogledd Cymru	17
3.5	Atebion porthladd adeiladu amgen	17
4	Budd economaidd gweithgarwch porthladd FLOW i Gymru	18
4.1	Cydodod Is-strwythur	19
4.2	Llinell glymu a llwyfannu angori	20
4.3	Cydodod tyrbîn a storfa wlyb	20
4.4	Buddsoddiad hirdymor mewn porthladdoedd i leihau costau	21
4.5	Amcangyfrif o'r Cynnwys Lleol ar gyfer Prosiectau	21
4.6	Amcangyfrif o Greu Swyddi drwy Brosiectau	22
4.7	Effaith Strategaeth y Porthladd ar Gynnwys Lleol	23
5	Casgliadau	25
6	Argymhellion	26

RHESTR TERMAU

Acronym	Full-Term
BEIS	Department of Business, Energy and Industrial Strategy
CAPEX	Capital Expenditure
CCS	Carbon Capture and Storage
DC	Direct Current
DNO	Distribution Network Operator
ETYS	Electricity Ten Year Statement
FOW	Floating Offshore Wind
GB	Great Britain
GIS	Gas Insulated Switchgear
GSP	Grid Supply Point
HRA	Habitats Regulations Assessments
HVDC	High Voltage Direct Current
ITPE	ITPEnergised
LCOE	Levelised Cost of Energy
MER	Maximising Economic Recovery
NGESO	National Grid Electricity System Operator
NGET	National Grid Electricity Transmission
NOA	Network Options Assessment
O&G	Oil and Gas
O&M	Operations and Maintenance
ORE Catapult	Offshore Renewable Energy Catapult
OTNR	Offshore Transmission Network Review
PDZ	Pembrokeshire Demonstration Zone
SQSS	Security and Quality of Supply Standards
TCE	The Crown Estate
TEC	Transmission Entry Capacity
TNUoS	Transmission Network Use of System
TWR	Transmission Works Register
UK	United Kingdom
VSC	Voltage Source Converter
WMO	World Meteorological Organization
WPD	Western Power Distribution

RHAGAIR

Rydym wedi gweithio gyda’r Catapwlt Ynni Adnewyddadwy ar y Môr i ddatblygu ein dealltwriaeth o’r hyn sydd ei angen ar y sector gwynt arnofiol ar y môr yng Nghymru, gyda’r nod o fanteisio i’r eithaf ar y manteision economaidd sy’n gysylltiedig â’r amcangyfrif o gynhyrchu 70GW o fewn dyfroedd y DU yn y Môr Celtaidd.

Fel rhan o’r cydweithio hwn, yn 2020 cyhoeddwyd adroddiad y gadwyn gyflenwi, ‘Benefits of floating offshore wind to Wales and the South West’, a nododd nifer o argymhellion beirniadol i’w dadansoddi ymhellach. Rydym bellach wedi cwblhau dau adroddiad ychwanegol sy’n mapio sefyllfa ein seilwaith grid a phorthladdoedd ledled Cymru i gefnogi’r gwaith o ddatblygu ynni adnewyddadwy ar y môr.



Mae’r adroddiad penodol hwn yn manylu ar sut y gallai porthladdoedd Cymru chwarae rhan bwysig yn y gwaith o adeiladu dyfodol cynaliadwy i Gymru drwy ddatgloi cyfleoedd ar gyfer gwynt arnofiol ar y môr ar y Môr Celtaidd. Rydym yn cydnabod mai’r adroddiad yw’r cam cyntaf ar ein taith a bod an-gen ystyriaeth strategol bellach a buddsoddiad cyfalaf arnom i ddatgloi ein potensial hirdymor. Mae’r canfyddiadau allweddol yn cynnwys y gofyniad i hyrwyddo cydweithio ar draws ein porthladdoedd ac ymgysylltu ag Ystâd y Goron a Llywodraeth y DU i greu sicrwydd yn y farchnad ar gyfer y sector.

Rwyf am gadarnhau ein bod eisoes wedi profi’r canfyddiadau dan straen ac yn gweithio ochr yn ochr â’n porthladdoedd ac ystod eang o ddatblygwyr prosiectau i ymchwilio ymhellach i’r hyn sydd ei angen. Ochr yn ochr â hyn, rydym wedi bod yn gweithio’n agos ag Ystâd y Goron i gyflwyno rhaglen brydlesu bwrpasol ar wely’r môr ar gyfer gwynt arnofiol ar y môr ar gyfer y Môr Celtaidd. Dim ond gyda’r sicrwydd hwn o’r farchnad fydd buddsoddiad yn cael ei ddatgloi.

Mae’r adroddiad hefyd yn dangos yn glir y cyfle economaidd i Gymru pe bai prosiect hirdymor ar gyfer pibellau yn cael ei gwireddu. Byddai hyn yn ei gwneud yn ofynnol i Ystâd y Goron ddatblygu rhaglen brydlesu bwrpasol ar gyfer gwely’r môr ar gyfer y Môr Celtaidd sy’n cyflymu o raddfa fasnachol gynnar i lawn dros gyfnod rhesymol. Ochr yn ochr â hyn, mae angen i Lywodraeth y DU barhau i ddarparu arwyddion clir i’r farchnad o ran cymorth refeniw.

I gloi, bydd seilwaith porthladdoedd addas i’r diben yn hanfodol wrth ddatgloi ein gallu i ddatblygu cyflogaeth gynaliadwy o ansawdd uchel yng nghymunedau arfordirol Cymru.

Vaughan Gethin, MS,
Minister for the Economy

1 CEFNDIR

1.1 GWYNT AR Y MÔR YN Y DU

Mae portffolio mawr yn bodoli eisoes o wynt ar y môr sefydlog o'r gwaelod oddi ar arfordir Gogledd Cymru, a 3.5GW o brydlesi gwely'r môr newydd a ddyfarnwyd yn ddiweddar yn **Arwerthiant Rownd 4 Ystâd y Goron**, (TCE). Mae gan Borthladd Mostyn hanes hir o weithio gyda datblygwyr gwynt sefydlog yn y rhanbarth ac mae ef a phorthladdoedd eraill Gogledd Cymru wrthi'n ymgysylltu â datblygwyr prosiectau newydd yn yr ardal hon a'r dyfroedd rhwng Cymru ac Iwerddon. Rhagwelir mai'r gweithgaredd hwn fydd prif ffocws y porthladdoedd yng Ngogledd Cymru dros y tymor canolig i'r hirdymor.

Gostyngodd costau gwynt ar y môr sefydlog o'r gwaelod dros amser, ac mae Contractau ar gyfer Gwahaniaeth bellach yn cael eu prisio ar sail agos i sail 'heb gymhorthdal'. Mae ffocws yr Adran Busnes, Ynni a Strategaeth Ddiwydiannol (BEIS) a'r Swyddfa Marchnadoedd Nwy a Thrydan (OFGEM) bellach ar gynnwys y DU mewn prosiectau gwynt ar y môr newydd. Ym **Margen y Sector Gwynt ar y Môr**, mae sector gwynt ar y môr y DU wedi ymrwymo i gynyddu cynnwys y DU i 60% erbyn 2030, gan gynnwys cynnydd yn y cyfnod gwariant cyfalaf. Cydnabyddir bod targed cynnwys 60% y DU yn heriol, gyda llawer o gostau cyfalaf fferm wynt newydd yn anodd eu dal yn y DU. Mae gweithgynhyrchwyr naselau'r tyrbinau gwerth uchel, er enghraifft, i gyd yn gwmnïau nad ydynt yn rhan o'r DU ar hyn o bryd.

Er bod y rhain yn elfennau trwm, maen nhw hefyd yn gymharol gywasgedig a chlodadwy, ac mae'r cydrannau hyn yn annhebygol o gael eu cynhyrchu yn y DU.

Elfen fawr arall o gost cyfalaf yw gosod y tyrbinau hyn ar y môr. Ar gyfer tyrbinau sefydlog o'r gwaelod, a rhan fawr o'r costau gosod yw llogi llongau mawr, megis cwch jacio, i gynorthwyo gyda'r broses osod. Mae'r llongau hyn yn eiddo tramor i raddau helaeth ac yn cael eu gweithredu gan wledydd tramor, unwaith eto yn ei gwneud yn anodd dal y gwerth yn y DU. Fodd bynnag, ar gyfer gwynt arnofiol ar y môr (FLOW), bydd y tyrbinau'n cael eu gosod ar eu sylfeini mewn porthladd, mewn proses a elwir yn 'llwyfannu tyrbinau'. Mae hyn yn osgoi'r angen am lifft trwm a llongau jacio yn y môr ac yn caniatáu i'r porthladd gipio cyfran sylweddol o gostau cyfalaf y defnydd. Os defnyddir porthladd yn y DU, yna gall hyn roi hwb sylweddol i gynnwys y DU, uwchlaw'r hyn y gellid ei ddisgwyl ar gyfer defnydd sefydlog o'r gwaelod.

1.2 GWYNT ARNOFIOL AR Y MÔR YNG NGHYMURU A'R MÔR CELTAIDD

Nododd y Pwyllgor ar y Newid yn yr Hinsawdd yn 2020 fod 100GW o wynt ar y môr yn debygol erbyn 2050¹, ac mae ORE Catapult yn amcangyfrif y bydd 42GW ohono yn defnyddio technoleg gwynt arnofiol. Mewn senarios gosod a nodir yn yr adroddiad 'Floating Offshore Wind Cost Reduction Pathways'², a gyhoeddwyd ym mis Ionawr 2021, mae ORE Catapult yn amcangyfrif y gellir adeiladu 4.9GW o wynt arnofiol ar y môr yn nyfroedd y Môr Celtaidd erbyn 2040.

Mae ITPEnegised, ymgynghoriaeth ym Mryste, wedi cynnal asesiad adnoddau o'r potensial ar gyfer capasiti gwynt arnofiol ar y môr y gellid ei ddefnyddio yn nyfroedd Iwerddon a'r DU yn y Môr Celtaidd ar gyfer

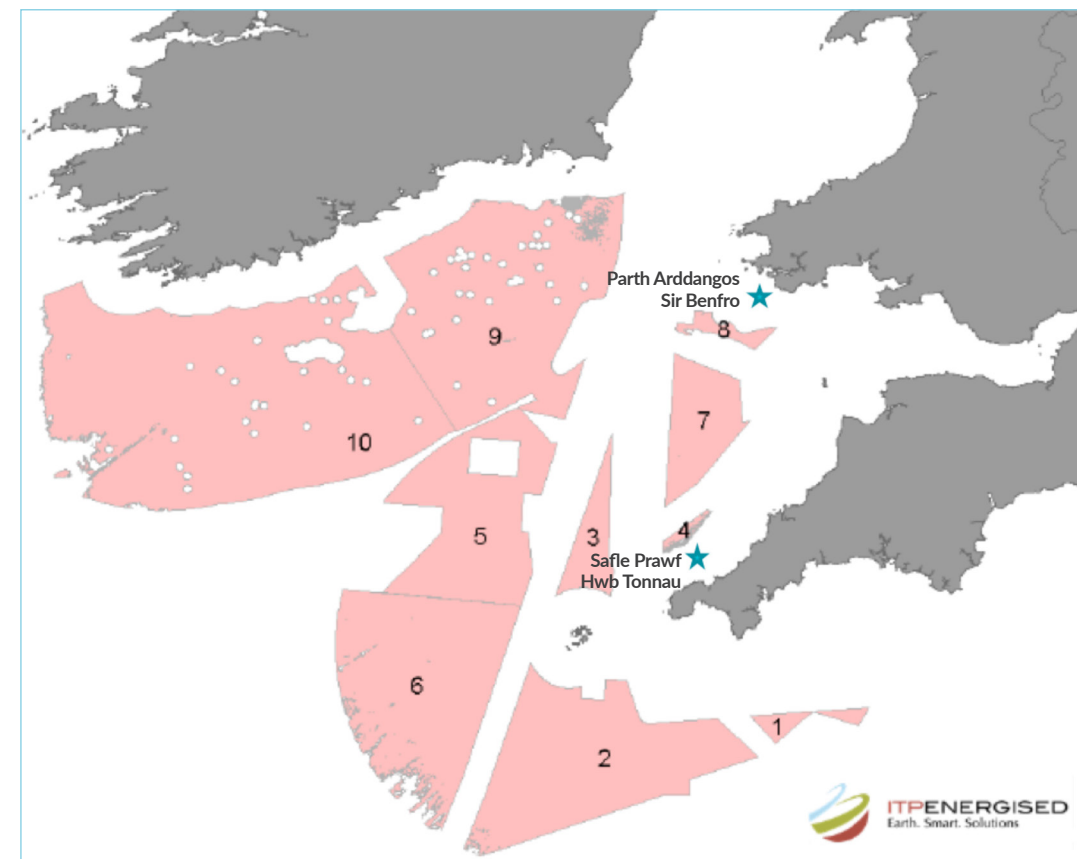
Simply Blue Energy³. Gan ddefnyddio mapio GIS i nodi cyfyngiadau, materion cydsynio ac amodau amgylcheddol addas, nodwyd deg parth posibl i'w datblygu fel y dangosir yn **Figur 1**.

1. <https://renews.biz/64064/gow20-next-stop-for-uk-100gw-by-2050/>

2. <https://ore.catapult.org.uk/?orecatapultreports=floating-offshore-windcost-reduction-pathways-subsidy-free>

3. Asesiad o'r potensial gwynt arnofiol ar y môr yn nyfroedd Iwerddon a'r DU o'r Môr Celtaidd, Simply Blue Energy, 2019

CEFNDIR



Ffigur SEQ Figure * ARABIC1: Parthau posibl o ddatblygu gwynt arnofiol fel y nodwyd gan ITPEnegised

Mae gan y parthau hyn gyflymder gwynt cyfartalog sy'n fwy na 10 metr yr eiliad. Gan ystyried cyfyngiadau grid, amgylcheddol a thechnegol pellach, mae ITPEnegised yn awgrymu y gellid datblygu rhwng 15 a 50GW o gyfanswm capasiti gwynt ar y môr 150-250 GW yn rhanbarth y Môr Celtaidd yn realistig. Awgrymir y parthau hyn fel un set o feysydd potensial uchel ar gyfer datblygu FLOW. Nid ydynt wedi cael eu cymeradwyo gan TCE, a fydd yn cynnal eu hymarfer eu hunain cyn unrhyw rowndiau prydlesu gwely'r môr yn y dyfodol.

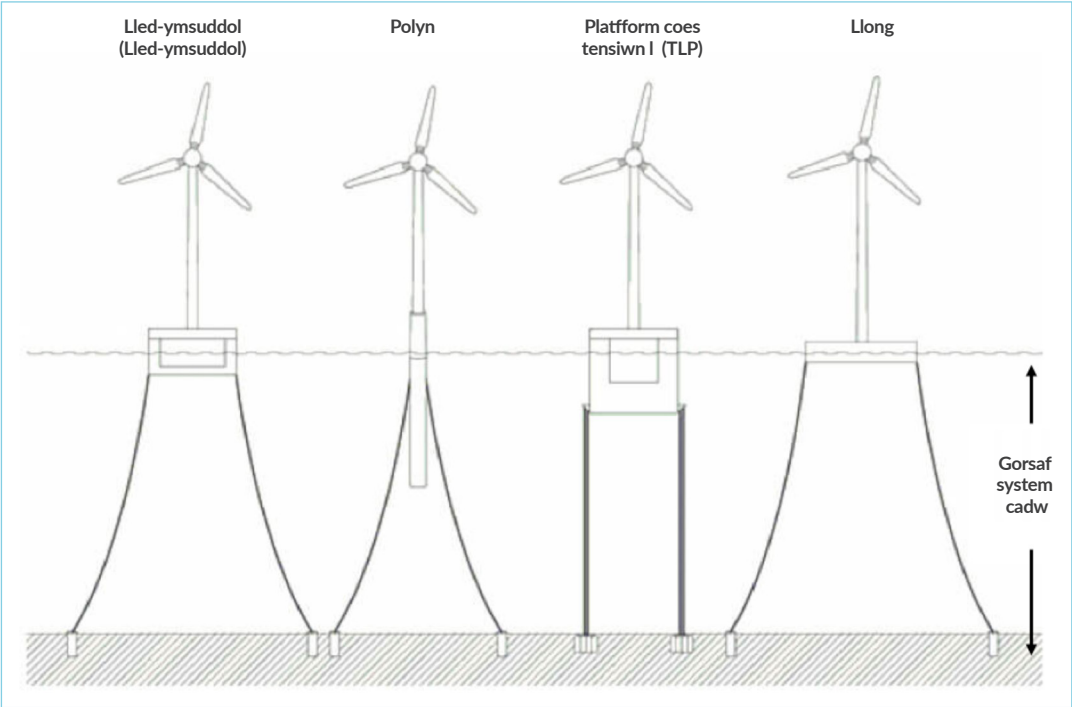
1.3 CERRIG SARN A MANTAIS SYMUDWR CYNTAF

Mae defnyddio gwynt arnofiol yn gynnar yn llwyddiannus wedi dad-beryglu'r dechnoleg yn sylweddol. Mae'r cwmnïau Olew a Nwy mawr sy'n gwneud mynediad i FLOW yn hyderus yn y technolegau oherwydd eu profiad o lwyfannau arnofiol yn eu gweithrediadau presennol. Serch hynny, disgwylir y bydd prosiectau gwynt arnofiol cychwynnol yn dal i fod yn fach. Er enghraifft, mae'r cyfanswm wedi rhoi cyhoeddusrwydd i'w dull 'cerrig sarn' o ddatblygu gwynt arnofiol ar y môr.

Gallai datblygiadau FLOW cynnar yng Nghymru roi mantais 'symudwr cyntaf' i gadwyn gyflenwi Cymru, gan ddangos gallu a chapasiti, a chasglu profiad a fyddai'n galluogi ceisiadau mwy llwyddiannus i'r prosiectau mwy a fyddai'n dilyn. Fodd bynnag, nid yw'r prosiectau cerrig sarn llai, ynddynt eu hunain, yn ddigon mawr i gyfawnhau buddsoddiad gan borthladdoedd i adeiladu'r cyfleusterau sydd eu hangen i gasglu'r datblygiadau cynnar hyn. Ar gyfer prosiectau ar raddfa fasnachol, mae angen buddsoddiad sylweddol, ac efallai y bydd angen cymorth allanol ar gyfer y buddsoddiad hwnnw. Un cymhelliant i'r adroddiad hwn yw nodi'r bylchau presennol mewn gallu a chapasiti a allai fod yn rhwystrau i gasglu mantais symudwr cynnar.

1.4 IS-STRWYTHURAU AR GYFER GWYNT ARNOFIOL

Mae'r gwahaniaeth allweddol rhwng gwynt arnofiol ar y môr a gwynt ar y môr sefydlog o'r gwaelod yn y math o strwythur a ddefnyddir i gefnogi'r tyrbîn gwynt. Mae gwynt ar y môr sydd sefydlog o'r gwaelod yn ddiwydiant mwy aeddfed, ac ar hyn o bryd mae'n cael ei reoli gan sylfeini mono-bentwr (mae 81.5% o'r holl sylfeini a osodwyd yn fono-bentyrrau). Mewn gwynt arnofiol, nid yw'n glir pa ddyluniad(au) is-strwythur fydd yn llwyddo, gan nad oes llawer o brofiad hyd yma ac mae dyluniadau newydd yn cael eu cynnig yn gyson. Yn gyffredinol, mae sylfeini arnofiol yn perthyn i bedwar categori, fel y dangosir yn [Ffigur 2](#).



Ffigur 2: Different types of floating foundation for offshore wind turbines. Source: DNVGL (2018)

1.5 DYLUNIAD FFERMYDD GWYNT A DDEFNYDDIR MEWN ASTUDIAETHAU ACHOS YNG NGHYMRU

1.5.1 Is-strwythur

Defnyddiwyd sylfeini polion ar gyfer arddangoswyr FLOW cynnar, ond mae angen dŵr dwfn iawn a chyfleusterau harbwr a phorthladd dwfn iawn arnynt, ac felly maen nhw'n anaddas ar gyfer dyfroedd Cymru. Mae sylfeini lled-ymsuddol, TLS a llonfau i gyd yn addas ar gyfer dyfroedd Cymru. Fodd bynnag, mae'r amrediad llanw mawr a welir ledled Cymru yn gwneud TLPs yn llai deniadol. Gellid defnyddio llong, ond teimlir mai sylfeini lled-ymsuddol dur a choncrit fydd fwyaf priodol, a bydd yr adroddiad hwn yn canolbwyntio ar y rhain. Dangosir y paramedrau ffisegol a ddefnyddir yn yr astudiaeth hon yn [Nhabl 1](#).

Gall y dewis o ddeunydd gael effaith fawr ar gynnwys lleol, yn dibynnu ar alluoedd a chapasiti presennol. Nid oes gan y DU, er enghraifft, lawer o gyfleusterau mwyach sy'n gallu rholio'r cydrannau dur mwy ar gyfer sylfeini lled-ymsuddol. Mae gallu concrit yn y DU yn llawer mwy cyffredin. Mae'n ymddangos bod y dewis o ddeunydd yn dibynnu ar ddylunydd, gyda chwmnïau peirianeg sifil yn aml yn ffafrio concrit dros ddur gan eu bod yn fwy cyfarwydd ag ef, ac i'r gwrthwyneb i gwmnïau olew a nwy ar y môr. Er mai dur yw'r dewis mwy poblogaidd o ddeunydd ar hyn o bryd, mae nifer y dyluniadau concrit wedi cynyddu'n gyson dros y blyneddau. Mae mwy o fanylion ar gael ar gyfer dyluniadau dur, a rhoddir rhan fawr o'r dadansoddiad yn yr adroddiad hwn i sylfeini is-ymsuddol dur, ond trafodwyd gweithgynhyrchu concrit gyda phob porthladd y cysylltwyd â nhw.

Tabl 1: Paramedrau is-strwythur a ddefnyddiwyd ar gyfer yr astudiaeth hon

Paramedr	Lled-ymsuddol (concrit)	Lled-ymsuddol (dur)
Màs is-strwythur (t)	12,000 – 15,000	3,000
Cymhareb màs i bŵer (t/MW)	800 – 1,000	200
Uchder (m)	30	30
Trawst/lled (m)	90	70

1.5.2 Tyrbîn

Dewiswyd tyrbîn 15MW ar gyfer y dadansoddiad hwn i adlewyrchu lle disgwylir i'r diwydiant a'r sgoriau tyrbinau gwynt sydd ar gael fod pan fydd gwynt arnofiol yn dod yn gwbl fasnachol.

Wedi'u darparu yn [Nhabl 2](#) mae paramedrau ar gyfer tyrbîn gwynt damcaniaethol 15MW a ddefnyddiwyd yn yr astudiaeth.

Tabl 2: Paramedrau ar gyfer Tyrbîn Gwynt 15MW fel a ddefnyddiwyd ar gyfer yr astudiaeth hon

Paramedr	Gwerth	Paramedr	Gwerth
Diamedr rotor (m)	220	Hyd Nasél (m)	20
Hyd y llafn (m)	105	Màs Nasél (t)	650
Màs y llafn (t)	40	Uchder y ⁴ tŵr (m)	120
Diamedr rotor llafn (m)	6	Diamedr tŵr ar y gwaelod (m)	8
Uchder Nasél (m)	10	Màs y tŵr ⁴ (t)	1,000
Lled Nasél (m)	10		

4. Mae uchder a màs y tŵr yn ddibynnol ar safle ac is-strwythur.

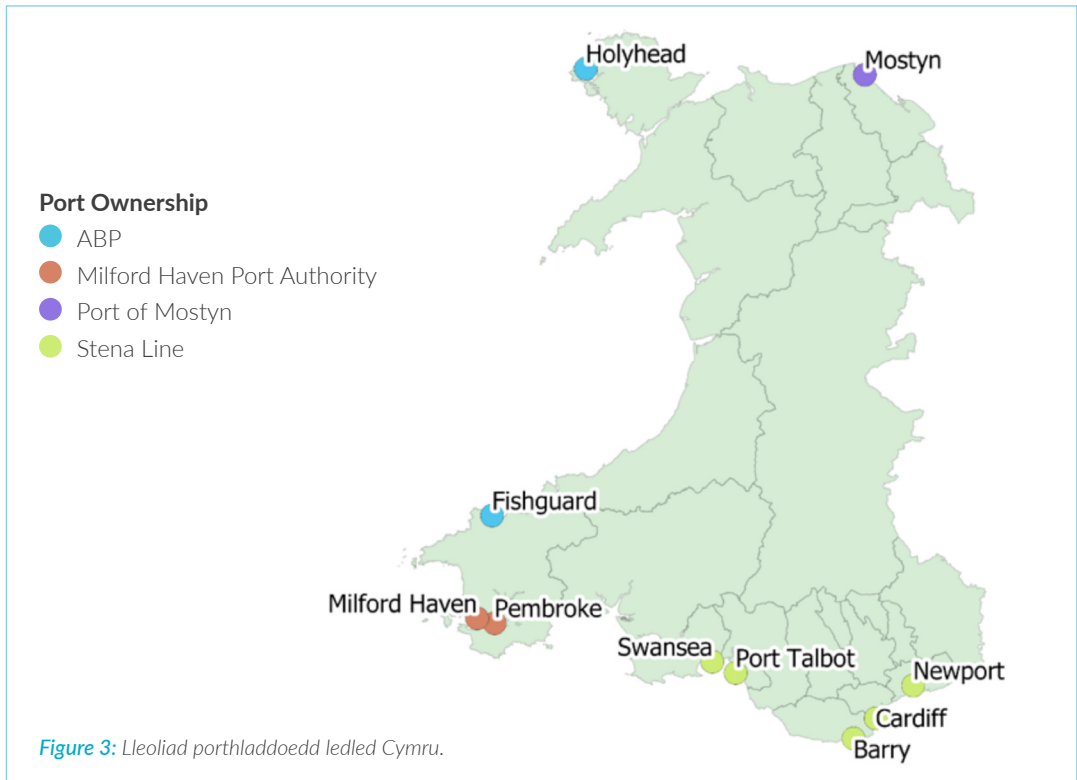
ASESIAD O ALLU PORTHLADDOEDD CYMRU AR GYFER GWYNT ARNOFIOL

2.1 METHODOLEG

Cynhaliwyd adolygiad o borthladdoedd a harbwsr Cymru o fewn Cyfeiriadur Cymdeithas Porthladdoedd Prydain. Cysylltwyd â'r safleoedd a ddangosodd gei cargo a masnachol cyffredinol (yn hytrach nag angorfeydd hamdden ac angorfeydd pysgota yn unig) i gael rhagor o wybodaeth. Cafodd grwpiau perchnogion porthladdoedd sydd eisoes wedi dechrau prif gynllunio seilwaith sylweddol ac wedi mynegi dyheadau ar gyfer gwynt ar y môr, gwynt arnofiol ar y môr, tonnau, a llif llanw i Lywodraeth Cymru, eu blaenoriaethu ar gyfer yr astudiaeth hon, a dangosir y rhain yn **Ffigur 3** isod gyda'u perchnogaeth wedi'i hamlygu yn y tabl sydd wedi'i ymgorffori.

Ports in Wales

Port	Assessed	Owner
Cardiff	No	ABP
Barry	No	ABP
Newport	No	ABP
Port Talbot	Yes	ABP
Swansea	No	ABP
Pembroke	Yes	Milford Haven Port Authority
Fishguard	No	Stena Line
Holyhead	Yes	Stena Line
Mostyn	Yes	Privately Owned
Milford Haven	Yes	Milford Haven Port Authority



Gyda llythyr eglurhaol gan Lywodraeth Cymru ar gyfer cyflwyno a gosod cyd-destun, anfonwyd holiaduron at berchnogion y 4 prif porthladd. Yna, ar wahân, darparwyd pecyn sleidiau i bob perchennog, ar wahân, gan gynnwys ei fapiau safle ei hun ac ardaloedd ehangu arfaethedig, ynghyd â diagramau llif proses. Ymchwiliodd y gweithdy cychwynnol i bob cam o'r broses gyda thros-haen graffigol ar sgematig porthladd. Yr hyn a ganfuwyd oedd bod gan y rhan fwyaf o'r porthladdoedd opsiynau amrywiol ar gyfer ehangu a defnyddio tir a bod angen mewnbwn ychwanegol o fewn ac yn dilyn y gweithdai ar y cynlluniau posibl ar gyfer eu safleoedd.

Er mwyn hwyluso trafodaethau, roedd y porthladdoedd wedi'u dodrefnu â dogfen o dybiaethau rhifiadol ynghylch maint, pwysau a nifer y cydrannau, a cynhaliwyd gweithdai dilynol a galwadau ffôn i gael eglurhad.

2.2 GWASANAETHAU PORTHLADD AR GYFER FLOW

Mae gwasanaethau porthladd yn y cyd-destun hwn yn perthyn i dri chategori sylfaenol:

- Dyfnideroedd dŵr sy'n caniatáu symud strwythurau arnofiol mawr i mewn ac allan o'r porthladd; y gallu i'r strwythurau mawr hyn gael eu hangori ochr yn ochr â chei; a chyfleusterau ar lan y cei sy'n caniatáu i strwythurau mawr gael eu llwytho a'u dadlwytho ar draws y cei hwnnw.
- Ardaloedd cyffiniol mawr o ofod haenau i ddarparu ar gyfer storio cydrannau ac is-osodiadau, megis llafnau tyrbîn, adrannau tŵr, naselau ac ati.
- Cyfleusterau peirianeg ac adeiladu ar gyfer gwneud y sylfeini a'r cydrannau.

Ar gyfer pob porthladd, casglwyd data i asesu addasrwydd y porthladd hwnnw i ddarparu gwasanaethau i wynt arnofiol gan ddefnyddio gwybodaeth a ddarparwyd ar ffurf holiadur. Roedd y math o wybodaeth a gasglwyd yn cynnwys:

- Lled, dyfnder a nenfwd sianel llywio (cliriad aer i bontydd, llinellau trosglwyddo)
- Hyd a nifer yr angorfeydd a'u dyfnder
- Uchafswm hyd llongau y gellir eu gwasanaethu, trawst a drafft
- Strwythur sydd ar gael – gofod (presennol ac ar gyfer datblygu yn y dyfodol), mynediad i'r ffyrdd a'r rheilffyrdd, craeniau, doc sych
- Amwynderau lleol
- Mynediad i'r gweithlu

Rhoddwyd pwyslais arbennig ar y potensial ar gyfer datblygu cilfachau, ceiau ychwanegol o ddyfnder priodol ac adeiladau a allai fod yn addas ar gyfer gwneuthuriad sydd angen ardaloedd glân, dan do.

2.3 Y PROSESAU DEFNYDDIO FFERMYDD GWYNT ARNOFIOL

Byddai defnyddio fferm wynt arnofiol generig yn cynnwys y prosesau canlynol:

Gweithgynhyrchu a storio sylfaen arnofiol

Cynhyrchir sylfeini, naill ai o ddeunyddiau crai fel dur dalen neu goncrit, neu wedi'u cydosod o is-gydrannau mwy a weithgynhyrchwyd mewn mannau eraill. Gwneir hyn fel arfer ar dir, er bod y defnydd o ddociau sych arnofiol yn bosibl. Gan fod sylfeini'n cael eu cynhyrchu cyn y gofyniad, mae angen gallu storio sylfeini nes bod eu hangen. Gallai hyn fod ar dir os oes digon o le ar gael, neu fel arall ar y môr, mewn man cysgodol (storfa wlyb).

Storfa clymu

Mae cadwyni ac angorau clymu yn cael eu storio ar lan y cei, nes bod eu hangen. Nid oes angen storio cadwyni clymu mewn storfa arbenigol, ond gallant ddifrodi arwynebau cei, felly efallai y bydd angen gwneud gwaith atgyweirio cyn y gellir defnyddio'r ardal cei honno at ddibenion eraill. Mae p'un a yw storio'r gadwyn clymu yn digwydd ochr yn ochr â'r gydran tyrbinau gwynt yn dibynnu ar ddatblygwr y prosiect. Mae'n bosibl gosod systemau clymu ar y môr ymhell cyn defnyddio tyrbinau.

Gorffwys elfen y tyrbinau gwynt

Mae nasél, llafnau a tyrau'r tyrbîn (mewn 2 neu 3 adran fel arfer) yn cael eu cludo i'r porthladd llwyfannu tyrbinau gwynt a'u storio mewn ardal gorffwys. Fel arfer, byddai angen digon o le i storio yn y porthladd llwyfannu tyrbinau gwynt, ar unrhyw un adeg, o draean i hanner y cydrannau sy'n angenrheidiol ar gyfer y fferm wynt gyflawn.

Llwyfannu a Defnyddio Tyrbinau Gwynt

Gelwir y gweithgaredd o osod yr holl gydrannau tyrbinau gwynt ar sylfaen arnofiol yn llwyfannu. Mae'r broses borthladd derfynol hon yn cael ei chynnal yn union cyn defnyddio'r tyrbîn arnofiol wedi'i gwblhau i'w safle fferm wynt terfynol. Gellir gwneud hyn yn gyfan gwbl ar lan y cei, os oes gallu wedyn i gael y ddyfais wedi'i chwblhau ar draws cei i mewn i'r dŵr, neu'n amlach, caiff ei wneud gyda'r sylfaen arnofiol wedi'i glymu ochr yn ochr â chei. Mae hon yn broses beryglus a rhaid ei dechrau a'i chwblhau mewn tywydd da (yn enwedig amodau gwynt isel) ac felly mae'n hanfodol bod pob cydran yn agos.

2.4 STRATEGAETHAU PORTHLADDOEDD AR GYFER DATBLYGU GWYNT ARNOFIOL YNG NGHYMRU

Gallai is-strwythurau gwynt symudol sydd i'w gosod yng Nghymru gael eu gwneud yn lleol yng Nghymru, yn y DU ehangach neu dramor. Mae'r dull mabwysiedig gan ddatblygwyr prosiectau yn cael ei lywio'n bennaf gan gostau, sydd yn achos Cymru yn cymharu costau gweithgynhyrchu uwch a chostau cludo is yng Nghymru â chostau gweithgynhyrchu is a chostau cludo uwch mewn mannau eraill (e.e., Sbaen neu Dde Corea). Mae tri phrosiect gwynt arnofiol wedi'u datblygu neu eu cynnig yn yr Alban gyda'r strategaethau porthladd canlynol:

- **Hywind Scotland** – Cafodd pum polyn eu gwneud a'u cydosod yn llawn gan Navantia yn Sbaen, ac yna cael eu cludo i Norwy, lle cawsant eu gosod am i fyny a gosod tyrbinau gwynt. Yna, cafodd unedau wedi'u cydosod yn llawn eu towio i'r Alban a'u bachu i systemau trydanol a chlymu a osodwyd ymlaen llaw. Cafodd yr angorau sugno eu gwneud yn yr Alban gan Barc Ynni Nigg.
- **Kincardine** – Bydd chwe strwythur lled-ymsuddol dur yn cael eu gwneud a'u cydosod yn llawn yn Navantia yn Sbaen. Bydd y rhain yn cael eu towio i'r DU a bydd tyrbinau gwynt yn cael eu gosod arnynt, cyn cael eu towio i'r safle a'u cysylltu â strwythur a oedd wedi'i ragosod.
- **Hexicon** – Cynigiodd y prosiect, sydd bellach wedi'i ganslo, gynnull un uned ym Mharc Ynni Nigg gan ddefnyddio cydrannau wedi'u gwneud ymlaen llaw yn Ne Korea. Awgrymwyd yr un porthladd ar gyfer llwyfannu a gosod tyrbinau gwynt cyn towio i'r safle i'w cysylltu.

Mae datblygwyr y prosiect hefyd yn ystyried gallu'r wlad a'i phorthladdoedd i gyflawni is-strwythurau. Mae hyn yn llai perthnasol i brosiectau arddangos ac amrywiaeth cyn-fasnachol sy'n cynnwys nifer fach o unedau ac sy'n fwy perthnasol i gasgliadau cwbl fasnachol, a allai fod y tu hwnt i allu un porthladd. Mae'r ffactorau cyfyngol yn cynnwys ystyriaethau fel trwygyrch deunydd, dyfnder dŵr, nodweddion glan y cei a chyfyngiadau gofodol y porthladd.

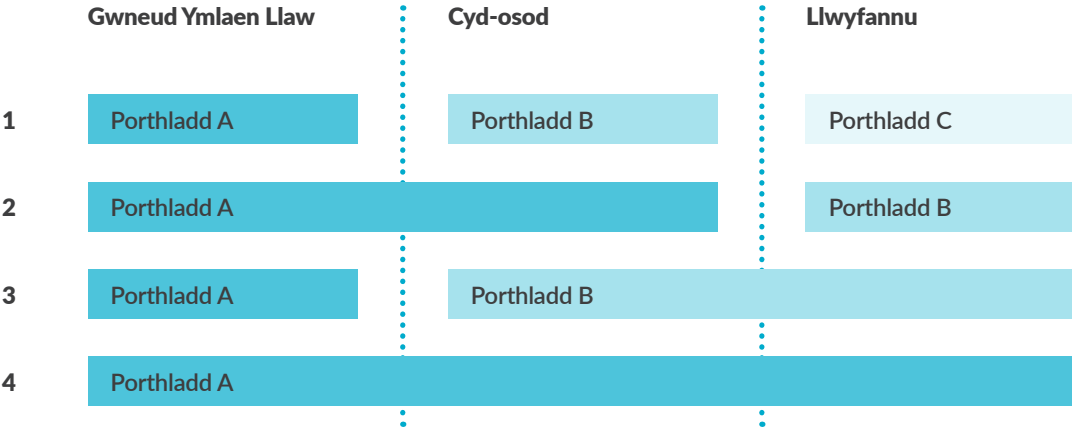
2.5 CYFUNO PORTHLADDOEDD MEWN PROSIECTAU ADEILADU FLOW

Gellid defnyddio porthladd ar gyfer gwahanol gamau o adeiladu ffermydd gwynt arnofiol:

- **Cyn ffugio** – Cyn-gwneud cydrannau is-strwythur (dur neu goncrïd).
- **Cynulliad** – Cydosod is-strwythur gan ddefnyddio modiwlau strwythur wedi'u gwneud ymlaen llaw (dur neu goncrïd)⁵.
- **Llwyfannu Generadur Tyrbinau Gwynt (WTG)** – Llwyfannu a chydodod tyrbîn gwynt ar is-strwythur.

Gan ddefnyddio'r dadansoddiad gweithgarwch sy'n gysylltiedig â'r is-strwythur, gellid defnyddio pedair strategaeth wahanol i gyflawni gwaith i adeiladu prosiectau gwynt arnofiol (**Ffigur 4**).

5. It should be noted that concrete substructures can be slip formed (no requirement for pre-fabrication).



Ffigur 4: Opsiynau Dadansoddi Gwaith Rhwng Porthladdoedd.

Byddai gwneud llinell clymu (cadwyn ddur neu rhaff synthetig fel arfer) yn cael ei gyflawni mewn cyfleusterau pwrpasol, tra gellid gwneud angorau mewn porthladd fel yn achos Hywind Scotland. Gellid cynnal llwyfannu system clymu (linell clymu ac angor) mewn porthladd ar wahân neu mewn cyfuniad ag unrhyw un o'r opsiynau uchod yn **Ffigur 4**. Sylwer bod diffyg capasiti ar gyfer gweithgynhyrchu cadwyni clymu confensiynol yn fyd-eang. Deellir bod Tata Steel ym Mhort Talbot yn cynhyrchu dur sy'n addas ar gyfer cadwyni clymu, ac awgrymwyd bod gan gwmnïau ddiddordeb mewn datblygu cyfleusterau gweithgynhyrchu cadwyni clymu yng Nghymru pe bai achos buddsoddi addas.

Byddai gwneud cebl trydanol yn cael ei gyflawni mewn cyfleusterau pwrpasol (e.e., JDR yn Hartlepool neu Prysmian yn Wreccsam) a'i gludo'n uniongyrchol i'r safle i'w osod gan ddefnyddio llong gosod cebl heb fod angen cyfleusterau porthladd cyfryngol. Er nad oes gan Prysmian broses 'o'r dechrau i'r diwedd' yng Nghymru ar hyn o bryd, gellid datblygu hyn pe bai digon o dystiolaeth o alw i gyflawnhau buddsoddi.

2.6 CRYNODEB O ALLUOEDD PORTHLADDOEDD CYMRU

Y prif feini prawf oedd nodweddion ffisegol y porthladd (e.e. arwynebedd, dyfnder dŵr) yn hytrach na'r peiriannau a chyfarpar sydd ar gael ar y safle (e.e. galluoedd gweithio dur, paent a siopau chwyth), gan y gellir caffael cyfleusterau o'r fath yn rhwydd. Gall nodweddion ffisegol, ar y llaw arall, osod terfynau sylfaenol (e.e. dim cyfleoedd ehangu, dim cyfle i dreilio'r cei).

Mae gwneud is-strwythurau ymlaen llaw yn cwmpasu cysyniadau dur y gellir eu gwneud ymlaen llaw yn adrannau cyn eu cydosod yn derfynol yn uned lawn, o bosibl mewn porthladd gwahanol. Fodd bynnag, mae cyd-osod is-strwythurau yn cwmpasu'r cydosod is-strwythurau dur, yn ogystal â gwneud/ffurfio slip dyluniad concrit.

Mae nifer o borthladdoedd mewn sefyllfa dda wedi'u nodi i gynnig gwasanaethau wrth adeiladu ffermydd gwynt arnofiol (gwneud cydrannau ymlaen llaw, gwasanaeth is-strwythur, cydosod WTG a llwyfannu system clymu). Gellid defnyddio porthladdoedd nad oeddent yn sgorio'n uchel ar gyfer y cyfnod adeiladu, yn bennaf oherwydd y gofod cyfyngedig sydd ar gael, fel canolfannau O&M, sydd â gofyniad ôl troed llawer llai yn y porthladd.

Edrychodd yr astudiaeth hon ar gapasiti a chyfleusterau presennol y porthladdoedd fel man cychwyn. Roedd hefyd yn ystyried cynlluniau datblygu presennol sydd gan rai o'r porthladdoedd, ac edrychodd ymhellach ar y posibilrwydd o ddatblygu seilwaith yn y dyfodol ym mhob porthladd a allai ryddhau capasiti a galluoedd ychwanegol.

Ar hyn o bryd, nid oes gan unrhyw Borthladd yng Nghymru y gallu i gyflawni'r holl swyddogaethau a gwasanaethau sydd eu hangen i ddefnyddio datblygiad gwynt arnofiol. Mae'r cyfyngiadau fel a ganlyn yn fras:

- **Gwnued, Cydosod a Llwyfannu** – Mae'n ymddangos ei bod yn bosibl uwchraddio Port Talbot i ymgymryd â'r holl broses, o wneud i ddefnyddio. Mae'r uwchraddio sy'n angenrheidiol ar gyfer hyn yn sylweddol ac yn mynd y tu hwnt i gynlluniau sydd gan y porthladd eisoes.
- **Cydosod a Llwyfannu** – Mae tri phorthladd (Porthladd Mostyn, Porthladd Talbot a Doc Penfro) a allai, ar ôl buddsoddiadau y tu hwnt i'r rhai a gynlluniwyd eisoes, gynnal gwasanaeth cydosod is-strwythur a llwyfannu tyrbinau gwynt. Ar gyfer dau o'r porthladdoedd hyn, byddai'r buddsoddiad a'r ailstrwythuro'n sylweddol, ac mae pryderon o hyd a allai atal y manteision rhag cael eu gwireddu.
- **Llwyfannu Tyrbinau Gwynt** – Mae gan ddau borthladd, Porthladd Caergybi a Doc Penfro, gynlluniau buddsoddi eisoes a fyddai, pe bydden yn cael eu cwblhau, yn caniatáu iddynt gynnal llwyfannu tyrbinau gwynt. Gallai dau borthladd arall, Porthladd Mostyn a Phorthladd Talbot ymuno â'r rhain pe byddent yn buddsoddi mewn uwchraddio seilwaith sylweddol, heb ei gynllunio ar hyn o bryd.
- **Llwyfannu Clymu** – Byddai gan dri phorthladd, Porthladd Mostyn, Porthladd Doc Penfro a Phorthladd Talbot y gallu i ymdrin â llwyfannu clymu ac angori unwaith y bydd uwchraddio wedi'i gynllunio ar waith. Gellid uwchraddio Porthladd Caergybi i ymdrin â'r gweithgaredd hwn pe bai uwchraddio sylweddol, y tu hwnt i'r hyn a gynlluniwyd, yn cael ei roi ar waith.

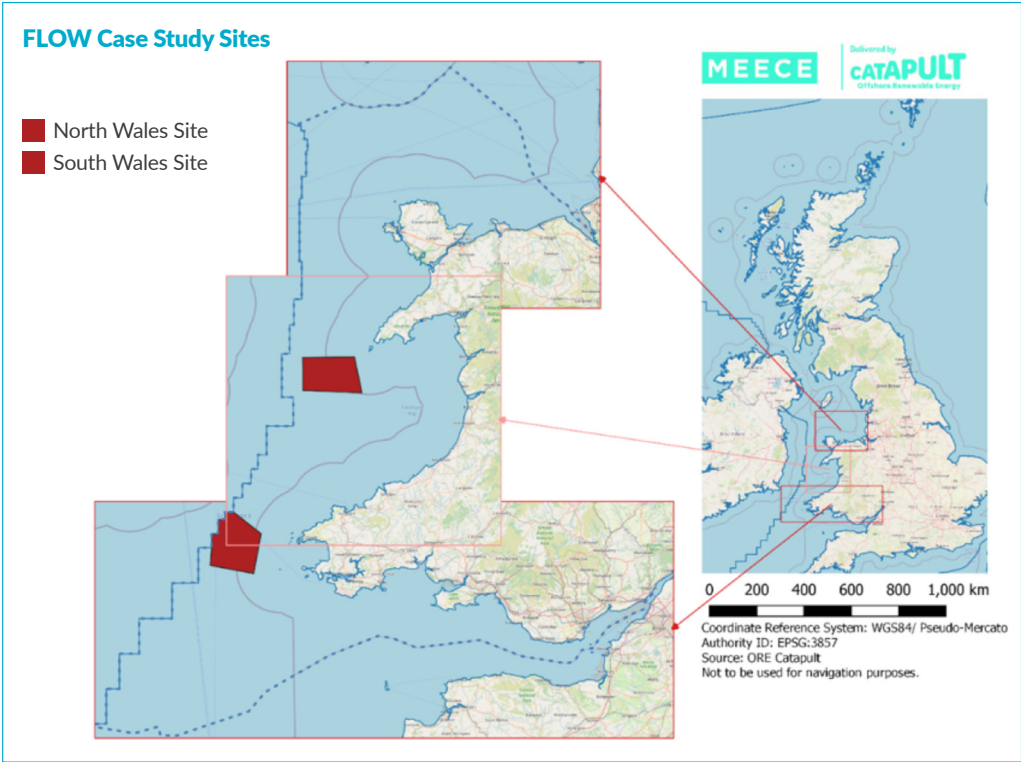
3

DEFNYDDIO PORTHLADDOEDD CYMRU MEWN PROSIECTAU FLOW

3.1

ASTUDIAETHAU ACHOS

Dewiswyd dau leoliad astudiaeth achos i ddangos prosiectau llif Cymreig cynrychioliadol, a ddangosir yn **Ffigur 5**; safle 'Gogledd Cymru' a safle 'De Cymru'.



Ffigur 5: Map o leoliadau astudiaethau achos FLOW Cymru

Nid yw union leoliad pob fferm wynt yn hanfodol i'r trafodaethau yn yr adroddiad hwn, ac mae'n deillio o'r adroddiad Gwynt Arnofiol Ar y Môr: Llwybrau Lleihau Costau i fod Heb Gymhorthdal⁶.

Tabl 3: edrau astudiaethau achos.

Astudiaeth Achos		De Cymru	Gogledd Cymru
Dyfnder dŵr cyfartalog	m	115	80
Pellter i'r porthladd	km	60	75
Parth Cysylltu Grid		Sir Benfro	Pentir
Pellter i olwg y tir	km	40	38
Pellter cebl ar y tir	km	10	63
Cyflymder gwynt cymedrig ar y safle (@ 150m uchder)	m/s	10.7	9.9
Cymedr blynyddol uchder tonnau arwyddocaol	m	1.9	1.5
Amodau gwely'r môr (gweler Tabl 2)		Caled	Normal

⁶ <https://ore.catapult.org.uk/?orecatapultreports=floating-offshore-windcost-reduction-pathways-subsidy-free>

Tabl 4: Manylion safleoedd astudiaethau achos

Amodau Gwely'r Môr Posibl		
Math	Disgrifiad	Amodau pridd
Gwan (pŵer dal)	Amodau anffafriol oherwydd pŵer dal gwan gwely'r môr sy'n gofyn am angorau mwy. Symudiad ac ysgubo gwely'r môr posibl.	Mwd meddal
Normal (pŵer dal)	Gellid defnyddio nifer o wahanol angorau ar y safle (e.e. llusg wedi'i wreiddio, sugno, disgyrchiant, wedi'u pentyrru). Yr amodau gwely'r môr mwyaf optimaidd o glymu CAPEX.	Tywod, mwd tywod-lyd, mwd, clai
Caled	Gwely'r môr caled yn gwahardd defnyddio angorau llusg a sugno. Y mwyaf priodol yn seiliedig ar ddisgyrchiant neu wedi'i drilio.	Seiliedig ar graig (e.e. basalt)

Dangosir paramedrau allweddol y safle ar gyfer pob lleoliad yn **Nhablau 3 & 4**, ac fe'u defnyddiwyd i ddarparu amcangyfrif cost ar gyfer prosiectau ym mhob lleoliad, ac i amcangyfrif y meintiau cydrannau sydd eu hangen, er enghraifft hyd cadwyn a dewisiadau technoleg angori. Ym mhob lleoliad, mae strategaeth porthladd wedi'i datblygu ar gyfer prosiect 300MW a phrosiect 1,000MW i gynrychioli prosiect masnachol ac aeddfed cynnar i ymchwilio i'r mathau o borthladdoedd llif gwaith ddarparu ar gyfer prosiectau FLOW a llywio strategaethau porthladd hirdymor.

3.2 DEWIS Porthladd

Yn seiliedig ar yr asesiad porthladd yn adrannau 2, porthladdoedd Caergybi, Mostyn, Aberdaugleddau a Phort Talbot ar gyfer y drafodaeth astudiaeth achos, roedd y detholiad hwn yn seiliedig yn bennaf ar agosrwydd at y safle ac is-strwythur sydd ar gael ar hyn o bryd ar gael neu is-strwythur posibl mewn porthladdoedd erbyn 2030. Dangosir cwmpas pob porthladd ar gyfer pob un o safleoedd yr astudiaethau achos yn **Nhablau 5 & 6**.

- Defnyddir Port Talbot ar gyfer cydosod is-strwythur ym mhob senario lled-ymsuddol dur. Mae effeithlonrwydd mewn datblygu un safle i arbenigo yn y gweithgaredd, yn hytrach na datblygu dau safle at yr un diben nad oes ganddynt y trwygyrch hirdymor o bosibl i gyfiawnhau'r gost ymlaen llaw.
- Mae'n gwbl dichonadwy y gallai Mostyn gyflawni'r gweithgaredd hwn, ac yna gosod tyrbinau yng Nghaergybi, fodd bynnag, gyda phrydlesu newydd yn Iwerddon a thrwy Rownd Arwerthiant 4 yn y DU, bydd yn rhaid i brosiectau FLOW gystadlu â gosodiad tyrbinau gwaelod sefydlog am ddefnydd o'r porthladdoedd hyn. Serch hynny, rydym yn dangos y porthladdoedd hyn fel strategaeth ddewisol yn **Nhabl 6**.
- Yn astudiaeth achos Gogledd Cymru, mae Caergybi wedi'i fodelu fel y safle llwyfannu ar gyfer gosod llinell clymu ac angori. Dewiswyd porthladd sy'n agos at y safle gan fod gosod yn defnyddio pibellau trin angori gyda chapasiti dec cyfyngedig. Mae hyn yn golygu bod angen nifer fawr o deithiau i osod yr holl angorau a llinellau clymu ar gyfer safle. Mae pellter byrrach yn well ar gyfer y weithred ailadroddus hon. Am yr un rheswm, tybiwyd Port Talbot ar gyfer astudiaeth achos De Cymru.
- Ar gyfer y ddau safle astudiaeth achos, tybiwyd mai Porthladd Aberdaugleddau yw'r prif leoliad gosod tyrbinau a lansiad i'r safle, yn seiliedig ar yr asesiad bod gan y safle ddyfnderoedd sianel optimaidd a chyflymder gwynt isel i ymgymryd â'r gwaith o osod tyrbinau. Mae'r amodau metocean yn golygu bod llai o gyfyngiadau ar dowio oherwydd llanw. Ar gyfer astudiaethau achos 1GW, y ddyfrffordd yw'r lleoliad mwyaf addas ar gyfer storio is-strwythur dros y gaeaf. Mae lleoliadau cysgodol eraill nad ydynt yn borthladdoedd yn debygol o fod ar gael ond nid ydynt wedi cael eu harchwilio'n llawn yn yr adroddiad hwn. Ar gyfer astudiaeth achos Gogledd Cymru, mae Caergybi hefyd yn opsiwn ar gyfer llwyfannu tyrbinau gwynt.
- Mae'r dewis o borthladd ar gyfer llwyfannu tyrbinau gwynt yn cael ei sbarduno gan agosrwydd at y safle. Mae'n bwysig gallu gadael prot, towio i'r safle a defnyddio o fewn ffenestr tywydd o 72 awr. Ar gyflymder tynnu o 3 not, mae astudiaethau achos Gogledd a De Cymru ymhell o fewn pellter towio Porthladd Penfro.

3.3 STRATEGAETH Porthladd Astudiaeth Achos De Cymru

Tabl 5: Strategaeth Porthladd Astudiaeth Achos De Cymru

Gweithgaredd Porthladd	
Cydosodiad Is-strwythur (dur)	Port Talbot
Is-strwythur Concrïd	Porthladd Penfro
Llinell Glymu a Chydodod Angor	Port Talbot
Storio Gwlyb	Porthladd Aberdaugleddau
Cydosodiad Tyrbinau	Porthladd Penfro

3.4 STRATEGAETH Porthladd Astudiaeth Achos De Cymru

Tabl 6: Strategaeth porthladd astudiaeth achos Gogledd Cymru

Gweithgaredd Porthladd (strategaeth opsiwn mewn glas)	
Cydosodiad Is-strwythur (dur)	Mostyn / Port Talbot
Is-strwythur Concrïd	Mostyn / Porthladd Penfro
Gosod Llinell Glymu ac Angor	Caergybi
Storio Gwlyb	Caergybi / Mostyn / Port of Milford Haven
Cydosodiad Tyrbinau	Caergybi / Porthladd Penfro

3.5 DATRYSIADAU Porthladd Adeiladu Amgen

Mae'r astudiaeth hon wedi canolbwyntio ar fanteisio i'r eithaf ar botensial cyfleusterau porthladd presennol yng Nghymru. Fodd bynnag, mae nifer o gwmnïau'n datblygu cysyniadau ar gyfer atebion dros dro neu arnofiol i ategu cyfleusterau sy'n bodoli eisoes, megis y rhai a ymgorfforwyd yn yr astudiaeth achos, neu sy'n gweithredu fel cyfleusterau annibynnol y gellir eu cydosod a'u dad-osod yn ôl y gofyn. Gellid ystyried yr atebion amgen hyn fel atebion hirdymor mwy cost-effeithiol nag uwchraddio seilwaith porthladdoedd confensiynol, er bod costau'n debygol o fod yn benodol iawn i leoliad. Gan fod gan rai o'r opsiynau hyn amser arweiniol llawer byrrach hefyd nag uwchraddio seilwaith porthladdoedd, gellid eu defnyddio hefyd ochr yn ochr â buddsoddiad tymor hwy, er mwyn cipio cynnwys lleol cynnar o'r datblygiadau gwynt arnofiol bach, cyntaf, fel Erebus.

4 BUDD ECONOMAIDD GWEITHGARWCH PORTHLADD FLOW I GYMRU

Yn seiliedig ar ymgysylltu â'r diwydiant, mae ORE Catapult wedi adeiladu dadansoddiad o'r gwaelod i fyny o gost ddisgwyliedig pob gweithgaredd ar gyfer safleoedd yr astudiaethau achos a ddisgrifir yn Adran 4.1. Mae pob proses a ddiffiniwyd yn yr adrannau blaenorol wedi'i rhannu i nodi cost y cyfleuster, cost y peiriannau a'r gost lafur sy'n gysylltiedig â phob gweithgaredd. Mae'r astudiaeth achos yn rhagdybio dyrannu cwmpasau gwaith i borthladdoedd fel y disgrifir yn Adran 3.5.

- Mae cost y cyfleuster yn cwmpasu costau porthladd parhaus sy'n gysylltiedig â gweithgareddau penodol, megis codi offer trwm, defnyddio'r cei, defnyddio asedau sy'n bodoli eisoes (craeniau bach, teirw tryfal ac offer peiriannau eraill) yn ogystal â rhent parhaus ar gyfer defnydd unigryw o rannau mawr o'r porthladd i storio a chydod.
- Mae cost peiriannau'r disgrifio'r defnydd o offer gan gynnwys craeniau, teirw tryfal, a thyrâu mynediad i gydodod a gosod strwythurau.
- Mae cost llafur yn cynnwys yr holl weithwyr sy'n ymwneud â'r tasgau sy'n gysylltiedig â chydodod a gosod strwythurau.

Mae cyfradd ddysgu wedi'i chymhwyso i'r costau, gan dybio y bydd y prosiect 300MW yn cael ei gynnal yn 2028 a bod y prosiect 1,000MW yn cael ei gynnal yn 2030. Mae hyn yn addasu costau i adlewyrchu'r datblygiadau a ddisgwyilir mewn prosesau dylunio a gweithgynhyrchu is-strwythur yn seiliedig ar wersi a ddysgwyd mewn prosiectau blaenorol. Amcangyfrifwyd yr holl gostau hyd at eithaf ein gwybodaeth ar adeg ysgrifennu yn seiliedig ar ymgysylltu â phorthladdoedd, iardiau gwneud a datblygwyr is-strwythur.

Yn ôl Asesiad Gallu Strategol Sylfeini'r DU⁷ a gynhaliwyd gan ORE Catapult yn 2020, amcangyfrifir bod gwneud dur yn costio 10-15% yn fwy yn y DU neu Ewrop o gymharu â'r prisiau mwyaf cystadleuol a gyflawnwyd yn y farchnad. Fodd bynnag, mae cydrannau sy'n deillio o ymhellach i ffwrdd yn arwain at gostau trafndiaeth uwch ac mae'r gadwyn gyflenwi wedi nodi bod cyfran uwch o strwythurau wedi gofyn am waith adfer wrth gyrraedd y DU, gan achosi cynnydd annisgwyl mewn costau ac oedi o ran amserlenni.

Nid yw'r costau a ddyfynnir yn yr adrannau canlynol yn cynnwys buddsoddiad mawr sy'n ofynnol er mwyn i'r safle ymgymryd â chontractau cydosod is-strwythur, e.e. cynhyrchu cei newydd ond mae'n cynnwys darpariaeth ar gyfer paratoi prosiectau, e.e. paratoi yr arwyneb. Bydd buddsoddiad mawr yn debygol o gael ei ddigolledu dros gyfres o brosiectau yn y porthladd a bydd yn cynyddu cost y cyfleuster. Mae'n anodd amcangyfrif yn gywir sut y gallai hyn gynyddu costau prosiectau yn seiliedig ar sut y caiff uwchraddio porthladdoedd ei ariannu, a pha biblinell prosiect weladwy y gall porthladd ddisgwyl adennill eu costau drwyddi.

7. <https://ore.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2020/01/UK-OSW-Foundations-Strategic-Capability-Assessment-2019-v04.03.pdf>

4.1 CYDOSODIAD IS-STRWYTHUR

Cydodod is-strwythur yw un o'r costau mwyaf mewn prosiect FLOW oherwydd y prosesau dwys o ran llafur sy'n cymryd llawer o amser. Yn seiliedig ar yr asesiad porthladd, rydym wedi ystyried opsiynau i weithgarwch cydosod is-strwythur dur a choncridd ddigwydd ym mhorthladdoedd Cymru.

4.1.1 Sylfaen Lled-ymsuddol dur

Mae **Tabl 7** yn crynhoi'r dadansoddiad cost ar gyfer cydosod sylfaen lled-ymsuddol dur ar draws y categorïau uchod.

Tabl 7: Cost Gweithgaredd Porthladd – Cydosod sylfaen lled-ymsuddol dur

Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Dur	Unedau	300MW De Cymru	1,000MW De Cymru	300MW Gogledd Cymru	1,000MW Gogledd Cymru
Cost Cyfleuster	£m	19	39	19	39
Cost Ffatri	£m	63	143	63	143
Cost Llafur	£m	56	127	56	127
Cyfanswm	£m	138	309	138	309
Cost fesul kW	£/kW	463	310	463	310

- Tybir bo Port Talbot yn ymgymryd â chydodod is-strwythur yn astudiaethau achos De a Gogledd Cymru.
- Mae rhai costau sefydlog yn gysylltiedig â pharatoi'r safle sy'n gwneud y safle 1,000MW ychydig yn rhatach ar sail 'fesul MW' na'r safle 300MW.
- Disgwyilir i bedwar i chwe is-strwythur gael eu cynhyrchu ar yr un pryd (mewn gwahanol gamau o'u cwblhau).

4.1.2 Sylfaen lled-ymsuddol concridd

Mae **Tabl 8** yn crynhoi'r dadansoddiad cost ar gyfer cydosod sylfaen lled-ymsuddol concridd ar draws y categorïau uchod.

Tabl 8: Cost Gweithgaredd Porthladd – Cydosod sylfaen lled-ymsuddol concridd

Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Concridd	Unedau	300MW De Cymru	1,000MW De Cymru	300MW Gogledd Cymru	1,000MW Gogledd Cymru
Cost Cyfleuster	£m	34	46	34	46
Cost Ffatri	£m	14	33	14	33
Cost Llafur	£m	96	218	96	218
Cyfanswm	£m	144	297	144	297
Cost fesul kW	£/kW	480	296	480	296

- Tybir bod Port Talbot yn ymgymryd â chydodod is-strwythur yn astudiaeth achos De Cymru; tybir bod Mostyn yn ymgymryd â'r rôl ar gyfer astudiaeth achos Gogledd Cymru. Disgwyilir i'r costau fod yr un fath yn y ddau achos gan fod yr un offer yn cael ei ddefnyddio, a daethpwyd â llawer ohono i mewn ar gyfer y prosiect. Gall costau cyfleusterau fod ychydig yn wahanol rhwng y ddau borthladd yn seiliedig ar yr ardal a ddefnyddir a'r taliadau a ddefnyddiwyd.
- Disgwyilir i'r costau sefydlog sy'n gysylltiedig â pharatoi'r safle (O fewn costau cyfleusterau) fod yn uwch ar gyfer gwasanaeth pendant yn seiliedig ar y gofyniad am linell gydodod ar gyfer y broses, mowldiau ffurfio slip, neu offer arall sy'n cael ei sefydlu ar gyfer y broses gyfan. Mae hyn hefyd yn arwain at fwy o fudd o gynyddu gweithrediadau i 1,000MW.
- Disgwyilir y bydd dwy i dair llinell cydosod gydag wyth i ddeuddeg strwythur yn cael eu hadeiladu ar yr un pryd (mewn gwahanol gamau o'u cwblhau).
- Mae costau peiriannau yn is nag ar gyfer gwasanaeth dur, gan y disgwyilir y bydd llai o angen am offer codi neu SPMTs.
- Mae costau llafur yn debyg yn fras i'r cydosod dur

4.2 LLINELL GLYMU A LLWYFANNU ANGORI

Mae hon yn broses lawer llai dwys o ran llafur na gweithgynhyrchu is-strwythur ac mae wedi'i modelu fel yr un broses ar gyfer is-strwythurau dur neu goncrïd. Mae safle astudiaeth achos De Cymru mewn dŵr dyfnach ac mewn hinsawdd tonnau ychydig yn fwy llym, gan arwain at linellau clymu hirach neu ddiamedr cadwyn uwch. Mae hyn yn effeithio ar gost cyfleusterau porthladd oherwydd gofynion mwy o ran gofod. Mae **Tabl 9** yn dangos dadansoddiad cost o weithgarwch porthladd ar gyfer llinell glymu a llwyfannu angori.

Tabl 9: Cost Gweithgaredd Porthladd – Llinell glymu a gosod angor

Gosod Llinell Glymu ac Angor	Unedau	300MW De Cymru	1,000MW De Cymru	300MW Gogledd Cymru	1,000MW Gogledd Cymru
Cost Cyfleuster	£m	1.3	2.8	0.9	2.0
Cost Ffatri	£m	0.6	1.4	0.4	1.0
Cost Llafur	£m	1.7	3.8	1.2	2.6
Cyfanswm	£m	4.0	8.0	2.0	6.0
Cost fesul kW	£/kW	12	8	8	6

4.3 GWASANAETH TYRBIN A STORFA WLYB

Fel gyda chydod is-strwythur, mae rhai costau sefydlog yn gysylltiedig â pharatoi'r safle sy'n gwneud y safle 1,000MW ychydig yn rhatach ar sail 'fesul MW' na'r safle 300MW, ochr yn ochr â'r buddiannau sy'n gysylltiedig â'r gyfradd dysgu.

Nid yw'r costau a ddyfynnir yn cynnwys buddsoddiad mawr sy'n ofynnol er mwyn i'r safle ymgymryd â chontractau cydosod is-strwythur. Mae'n debygol y bydd y buddsoddiad hwn yn cael ei ddigolledu dros gyfres o brosiectau yn y porthladd.

Tybir y bydd y prosiect 300MW yn cael ei osod o fewn un tymor. Disgwylir i'r prosiectau mwy gael eu cynhyrchu dros ddau dymor gyda rhai strwythurau'n cael eu storio yn y ddyfrffordd yn ystod y gaeaf pan fydd y tywydd yn gwneud y tyrbinau ar y safle yn anymarferol.

Mae **Tabl 10** yn dangos dadansoddiad cost o weithgarwch porthladd ar gyfer gwasanaeth tyrbinau a llwyfannu ar gyfer gosod.

Tabl 10: Cost Gweithgaredd Porth – Gwasanaeth tyrbîn a storfa wlyb

Cydoddiad Tyrbinau (a storfa gwlyb)	Unedau	300MW De Cymru	1,000MW De Cymru	300MW Gogledd Cymru	1,000MW Gogledd Cymru
Storio Gwlyb	£	0	2.5	0	2.5
Cost Cyfleuster	£	5	11	5	11
Cost Ffatri	£	9	20	9	20
Cost Llafur	£	13	30	13	30
Cyfanswm	£	27	61	27	61
Cost fesul kW	£/kW	91	60	91	60

Mae'r disgwyliad y bydd is-strwythurau'n cael eu storio am gyfnod cyn gosod y WTG yn ychwanegu cost o £2.5 miliwn i'r astudiaeth achos 1,000MW. Mae gan y gost hon elfen sefydlog uchel oherwydd costau paratoi dod â llongau i mewn i gysylltu'r is-strwythurau â llinellau clymu dros dro, felly mae'r dull storio hwn yn fwy priodol ar gyfer cyfnodau storio hirach. Bydd yn well cael atebion gwahanol yn dibynnu ar hyd disgwyliedig y storfeydd a'r cyfleusterau sydd ar gael yn y porthladd. O fewn dyfrffordd Aberdaugleddau, efallai y byddai'n well, ac yn llawer rhatach, i glymu nifer fach o strwythurau ar hyd glan y cei os yw am gyfnod byr. Gellid defnyddio dull 'Mewn Pryd'; fodd bynnag, nid yw'n aml yn cael ei ffafrio gan ddatblygwyr prosiectau oherwydd y risg ychwanegol y bydd oedi cyn i dyrbinau fod yn weithredol.

4.4 BUDDSODDIAD HIRDYMROR MEWN PORTHLADDOEDD I LEIHAI COSTAU

Gan fod yr astudiaeth achos yn 'flaengar', mae tybiaethau cost sylfaenol ynghylch mân wariant y bydd angen i bob un o'r porthladdoedd, neu EPCI sy'n defnyddio'r porthladd, ei wneud i'w galluogi i ymgymryd â phrosiectau o'r fath. Mae sawl ardal a fydd yn elwa o amlygrwydd pibell prosiect ac a allai arbed costau yn y tymor hwy drwy fuddsoddi mewn seilwaith mwy parhaol.

- Efallai y bydd angen paratoi wyneb i lefelu'r tir mewn rhai porthladdoedd. Mae hon yn broses ddurd. Yn dibynnu ar yr arwynebedd sydd ei angen, gall fod cymaint â £5m. Byddai gwelededd cyfres o brosiectau yn cefnogi'r achos buddsoddi ar gyfer y porthladd ac o bosibl yn caniatáu iddynt adennill cost dros gyfres hirach o brosiectau, gan leihau costau prosiectau cychwynnol.
- Mewn perthynas â phorthladdoedd y nodir eu bod fwyaf priodol ar gyfer llwyfannu llinellau clymu, bydd angen gosod plât dur ar wyneb y cei. Mae'n debygol, pe bai porthladd yn dymuno cynnig y gwasanaeth hwn, y bydd yn rhan benodol o'r cyfleuster, felly mae angen dadansoddi mewn perthynas ag oes y prosiect/prosiectau procsi.
- Gall tŵr mynediad modiwlaid safonol sy'n gweithio gydag amrywiaeth o ddyluniadau is-strwythur y gellid eu dal mewn porthladd yn y tymor hir gyflymu'r broses o baratoi a dad-baratoi porthladdoedd a lleihau costau sy'n gysylltiedig â chasglu strwythurau pwrpasol ar gyfer pob prosiect.
- Yn yr un modd, byddai'n fuddiol i OEM WTG safoni offer codi ar gyfer cydrannau tyrbinau ar draws gwahanol weithgynhyrchwyr, yn enwedig os disgwylir i borthladdoedd fod yn berchen ar offer o'r fath a'i gynnal.

4.5 AMCANGYFRIF O'R CYNNWYS LLEOL AR GYFER PROSIECTAU

Mae'r prosiectau gwynt arnofiol ar y môr peilot a ddefnyddiwyd yn y DU hyd yma wedi cael cyfraniad cyfyngedig gan gadwyn gyflenwi'r DU, gyda gwaith gwneud a gosod mawr yn cael ei wneud yn Sbaen a Norwy.

O dan Strategaeth Ddiwydiannol a Strategaeth Twf Glân y DU, mae angen cynyddol i ddangos bod arian cyhoeddus ar gyfer cynhyrchu ynni yn rhoi gwerth i drethdalwyr a defnyddwyr ynni'r DU. Ar hyn o bryd mae cadwyn gyflenwi'r DU ar gyfer gwynt ar y môr sefydlo o'r gwaelod yn cyflawni 48% o werth oes prosiecta⁸. Mae'r Fargen Sector, rhwng y llywodraeth a'r sector, y cytunwyd arni ym mis Mawrth 2019 yn gosod targed o gyflawni 60% o gynnwys y DU erbyn 2030, gan gynnwys pwyslais ar gynyddu cyfran y DU o wariant cyfalaf ("capex") y tu hwnt i 29%. Bydd y math hwn o ddatblygiad cadwyn gyflenwi, y mae'r rhanbarth yn ceisio'i annog, yn hanfodol i'r sector gyflawni ei ymrwymadau.

4.5.1 Gwerth Ychwanegol Crynswth

Mae gwerth ychwanegol crynswth (GYC) yn fesur o werth nwyddau a gwasanaethau a gynhyrchir mewn ardal, diwydiant neu sector o economi. Mae'n darparu gwerth ariannol am nwyddau a gwasanaethau sydd wedi'u cynhyrchu, heb gost yr holl fewnbynnau a deunyddiau crai y gellir eu priodoli'n uniongyrchol i'r cynhyrchiad hwnnw.

Er mwyn amcangyfrif y GYC, mae'r gweithgaredd wedi'i fapio i sectorau sefydledig y diwydiant. Ar gyfer pob un o'r sectorau diwydiant hyn, cyhoeddir tablau Allbwn Mewnbynnu, lluosyddion GYC, cyflogau cyfartalog a lluosyddion cyflogaeth ac fe'u defnyddiwyd i amcangyfrif GYC a swyddi yn seiliedig ar yr amcangyfrifon gwariant yn **Nhabl 6**. Mae'r fethodoleg hon yn gyson â'r fethodoleg a ddefnyddiwyd ar gyfer yr astudiaeth Budd-daliadau Macroeconomaidd. Mae'r GYC wedi'i rannu'n dair rhan:

- GYC Uniongyrchol** – Y galw am gynhyrchion a gwasanaethau perthnasol sy'n arwain yn uniongyrchol at greu cyfalaf ac incwm llafur o fewn sectorau'r diwydiant.
- GYC anuniongyrchol** – Defnyddio nwyddau a gwasanaethau a gynhyrchir gan sectorau diwydiant eraill oherwydd y prif weithgaredd, gan arwain yn anuniongyrchol at greu cyfalaf ac incwm llafur o fewn y sectorau diwydiant hyn yr effeithir arnynt yn anuniongyrchol.
- GYC ysgogol** – Wrth i gyflogau a thâl (incwm llafur) gynyddu yn unol â mwy o allbwn diwydiannau, gall fod effaith a ysgogwyd hefyd sy'n arwain at fwy o alw gan aelwydydd am nwyddau a gwasanaethau.

⁸ www.renewableuk.com/resource/resmgr/publications/Offshore_Wind_Investment_V4.pdf

⁹ <https://ore.catapult.org.uk/?industryreports=macroeconomic-benefits-of-floating-offshore-wind-in-the-uk>

Dangosir GYC uniongyrchol a gynhyrchir gan weithgarwch porthladd yn ystod y cyfnod adeiladu yn **Nhabl 11**, yr amcangyfrifir ei fod yn £68m - 72m ar gyfer astudiaethau achos 300MW a £149m - £155m ar gyfer astudiaethau achos 1,000MW. Mae **Tabl 11** hefyd yn dangos cyfanswm GYC (swm y GYC uniongyrchol, anuniongyrchol ac ysgogol) a gynhyrchir gan weithgarwch porthladd ym mhob un o'r astudiaethau achos. Mae astudiaeth achos 300MW yn cynhyrchu rhwng £160m a 166m drwy weithgarwch porthladdoedd yng Nghymru ac amcangyfrifir bod y prosiect 1,000MW yn cynhyrchu rhwng £345m - £358m, a chydodod is-strwythur yw'r elfen fwyaf ohono.

Tabl 11: Amcangyfrifon GYC Uniongyrchol a Chyfanswm.

GYC Uniongyrchol	Unedau	300MW De Cymru	1,000MW De Cymru	300MW Gogledd Cymru	1,000MW Gogledd Cymru
Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Dur	£m	56	126	56	126
Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Concridd	£m	59	121	59	121
Llinell Clymu ac Angori	£m	2	3	1	2
Cydododiad Tyrbinau (a storfa gwlyb)	£m	11	26	11	26
Cyfanswm (Sylfaen lled-ymsuddol dur)	£m	69	155	68	154
Cyfanswm (Sylfaen lled-ymsuddol concridd)	£m	72	150	71	149
Cyfanswm GYC	Units	300MW South Wales	1,000MW South Wales	300MW North Wales	1,000MW North Wales
Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Dur	Unedau	300MW De Cymru	1,000MW De Cymru	300MW Gogledd Cymru	1,000MW Gogledd Cymru
Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Concridd	£m	136	280	136	280
Llinell Clymu ac Angori	£m	4	8	2	6
Cydododiad Tyrbinau (a storfa gwlyb)	£m	26	59	26	59
Cyfanswm (Sylfaen lled-ymsuddol dur)	£m	160	358	158	356
Cyfanswm (Sylfaen lled-ymsuddol concridd)	£m	166	347	164	345

4.6 AMCANGYFRIF O GREU SWYDDI DRWY BROSIECTAU

Dengys **Tabl 11** amcangyfrif 'o'r brig i lawr' o swyddi uniongyrchol a gefnogir drwy'r gwaith yn y porthladd, yn seiliedig ar fethodoleg astudio¹⁰ Buddiannau Macroeconomaidd. Mae hyn yn rhagweld 374 – 431 o flynyddoedd gwaith cyfwerth ag amser llawn uniongyrchol yn cael eu creu dros gyfnod adeiladu'r prosiect 300MW a 834 – 902 ar gyfer y prosiect 1,000MW. Amcangyfrifir hefyd bod 308 – 357 o swyddi ychwanegol mewn diwydiannau anuniongyrchol ar gyfer y prosiect 300MW, a 692 – 747 o swyddi anuniongyrchol yn y prosiect 1,000MW a ddangosir fel cyfanswm y swyddi a grëwyd yn **Nhabl 12**.

10. <https://ore.catapult.org.uk/?industryreports=macroeconomic-benefits-of-floating-offshore-wind-in-the-uk>

Tabl 12: Amcangyfrif o greu swyddi a gynhyrchir drwy weithgarwch porthladd (FTE am flwyddyn)

FTE Uniongyrchol	Unedau	300MW De Cymru	1,000MW De Cymru	300MW Gogledd Cymru	1,000MW Gogledd Cymru
Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Dur	FTE	305	684	305	684
Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Concridd	FTE	362	747	362	747
Llinell Clymu ac Angori	FTE	9	18	4	13
Cydododiad Tyrbinau (a storfa gwlyb)	FTE	60	137	60	137
Cyfanswm (Sylfaen lled-ymsuddol dur)	FTE	374	839	369	834
Cyfanswm (Sylfaen lled-ymsuddol concridd)	FTE	431	902	426	897

Tabl 13: Amcangyfrif o greu swyddi a gynhyrchir drwy weithgarwch porthladd (FTE am flwyddyn)

Cyfanswm FTE (Uniongyrchol, Anuniongyrchol ac Ysgogol)	Unedau	300MW De Cymru	1,000MW De Cymru	300MW Gogledd Cymru	1,000MW Gogledd Cymru
Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Dur	FTE	559	1,251	559	1,251
Cydodod Sylfaen Lled-ymsuddol Concridd	FTE	662	1,366	662	1,366
Llinell Clymu ac Angori	FTE	16	32	8	24
Cydododiad Tyrbinau (a storfa gwlyb)	FTE	110	251	110	251
Cyfanswm (Sylfaen lled-ymsuddol dur)	FTE	685	1,534	677	1,526
Cyfanswm (Sylfaen lled-ymsuddol concridd)	FTE	788	1,649	780	1,641

4.7 EFFAITH STRATEGAETH Y PORTHLADD AR GYNNWYS LLEOL

Nid yw defnyddio mwy nag un porthladd ar gyfer y tair proses allweddol a ddadansoddwyd o reidrwydd yn golygu gwanhau cynnwys lleol – mae'n gwbl bosibl defnyddio cyfuniad o borthladdoedd Cymru yn hytrach na gorfod edrych dramor.

Ar gyfer llwyfannu tyrbinau gwynt, nodwedd allweddol yw'r pellter o'r porthladd llwyfannu i'r fferm wynt ei hun. Y rheswm am hyn yw mai'r gofynion towio ar gyfer y tyrbinau sydd wedi'u cydosod yn llawn sydd fwyaf caeth, a'r ffenestri tywydd ar gyfer y toc terfynol yw'r rhai mwyaf cyfyngol. Gallai fod yn drychinebus dod ar draws newid yn y tywydd yn ystod y towio hwnnw, felly mae cadw towio yn fyr o ran hyd yn hollbwysig.

Mae pellter o borthladd i fferm wynt fel arfer yn ffactor allweddol ar gyfer dewis sylfaen Gweithrediadau a Chynnal a Chadw (O&M). Gyda gwynt arnofiol, fodd bynnag, mae opsiwn i dowio platfform yn ôl i'r porthladd ar gyfer gweithrediadau codi trwm. Mae gofynion y porthladd ar gyfer y math o O&M a fyddai'n gofyn am dowio'n ôl i'r porthladd yn debygol o fod yr un fath ag ar gyfer y tyrbinau gwynt sy'n llwyfannu ei hun.

O ran gwerth, mae'r camau cyn gwneud a chydodod yn cario mwy o werth na'r tyrbinau terfynol ac felly dylid ceisio datblygu'r cyfleusterau porthladd gofynnol i ddenu'r gweithgareddau hyn. Fodd bynnag, ar gyfer sylfeini lled-ymsuddol, gallai fod angen buddsoddiad cyfalaf sylweddol. Efallai mai cam cyntaf rhesymegol tuag at gipio'r gadwyn gwerth cyfan yw datblygu cynnig cryf iawn i lwyfannu tyrbinau, ond mae hyn yn debygol o fod angen datblygu'r Cei Celtaidd ym Mhorthladd Penfro.

Mae cael y cam lleoli terfynol, a'r gweithgareddau O&M parhaus wedi'u lleoli yng Nghymru yn creu mwy o resymeg dros gael y gweithgareddau cam cynharach gwerth uwch yn yr un lleoliadau, gan greu galw, a rhoi'r signalau i berchnogion porthladdoedd fuddsoddi'n briodol.

Ar gyfer sylfaen lled-ymsuddol concriid, mae rhwystr llawer is i ymgymryd â gwneud cyflawn. Mae adeiladu concriid yn allu gyda sylfaen ddiwydiannol eang yn y DU ac nid oes angen llawer o fuddsoddiad mewn offer arbenigol. Fodd bynnag, fel technoleg, mae sylfeini lled-ymsuddol concriid yn llai datblygedig a dangosol na'r dur cyfatebol. Gallai cymhellion strategol, megis rhaglenni a ariennir gan grantiau, gyflymu'r broses o ddatblygu a derbyn sylfeini concriid, sydd â'r potensial i wella cynnwys y DU.

10. <https://ore.catapult.org.uk/?industryreports=macroeconomic-benefits-of-floating-offshore-wind-in-the-uk>

5

CASGLIADAU

Mae'n amlwg o'r dadansoddiad hwn na all un porthladd yng Nghymru ymdopi â'r holl weithgareddau sydd eu hangen i baratoi fferm wynt fawr arnofiol ar hyn o bryd. Yn y gogledd, mae arwerthiannau diweddar R4 yn ei gwneud yn glir y bydd porthladdoedd yn canolbwyntio ar ddarparu gwasanaethau i'r sector gwynt ar y môr sefydlog o'r gwaelod, gyda llif o brosiectau dros y tymor canolig i'r hirdymor. Fodd bynnag, ar gyfer gwynt arnofiol, mae dau borthladd a allai fod yn sail i gonsortiwm o borthladdoedd sydd â'r gallu presennol i gyflawni'r rhan fwyaf o'r gweithgarwch gofynnol ac a allai, gyda'r buddsoddiad angenrheidiol mewn seilwaith, mewn gwirionedd, ddarparu'r holl weithgareddau angenrheidiol.

Port Talbot, gyda'i agosrwydd at gyfleusterau cynhyrchu dur mawr ac yn meddu ar y gofod angenrheidiol (presennol a photensial), yw'r porthladd Cymreig gorau ar gyfer cynhyrchu is-strwythur arnofiol, yn enwedig ar gyfer senarios lled-ymsuddol dur. Gellid ystyried Port Talbot ar gyfer cyflenwi prosiectau De Cymru a Gogledd Cymru, ac mae arbedion effeithlonrwydd wrth ddatblygu un safle i arbenigo yn y gweithgaredd, yn hytrach na datblygu dau safle at yr un diben nad oes ganddynt y trwygyrch hirdymor o bosibl i gyfiawnhau'r gost ymlaen llaw.

Ymddengys mai **Porthladd Aberdaugleddau** yw'r porthladd Cymreig gorau ar gyfer llwyfannu tyrbinau gwynt. Mae hyn yn seiliedig ar yr asesiad bod gan y safle ddyfnderoedd sianel optimaidd a chyflymder gwynt cyfartalog isel, gan gynnig ffenestri tywydd hirach i ymgymryd â'r gosodiad tyrbîn. Mae'r amodau metocean yn golygu bod llai o gyfyngiadau hefyd ar dowio platfformau tyrbîn terfynol i safleoedd defnyddio.

Mae cyfleoedd clir i borthladdoedd eraill yng Nghymru wneud cyfraniadau sylweddol i'r prosesau angenrheidiol eraill sy'n gysylltiedig â defnyddio fferm wynt arnofiol ar y môr, yn enwedig storio a defnyddio'r gadwyn clymu ac angori, a Gweithrediadau a Chynnal a Chadw parhaus. Ar gyfer y ffermydd gwynt mwy, bydd angen storio sylfeini'n wlyb a fydd yn gofyn am nifer o leoliadau ledled Cymru.

Er mwyn manteisio i'r eithaf ar y gadwyn werth FLOW, mae'n amlwg bod angen buddsoddiad sylweddol mewn seilwaith porthladdoedd. Nid yw hyn wedi'i fesur yn yr adroddiad hwn ond mae angen ei ddeall yn well er mwyn deall premiymau cost posibl a ysgwyddir gan ddatblygwyr prosiectau a dyrannu cymorth ariannol yn effeithlon. Un o alluogwyr allweddol buddsoddiad o'r fath, sydd ar goll ar hyn o bryd, fyddai bodolaeth llif credadwy o brosiectau i'w datblygu dros yr 20 mlynedd nesaf. Ar hyn o bryd, dim ond ar gyfer prosiectau 'datblygu' o gapasiti hyd at 100MW y gall datblygwyr prosiectau fynd at Ystâd y Goron (TCE), ac nid oes amserlen ar gyfer arwerthiannau ar gyfer prydlesi ardaloedd gwely'r môr ar gyfer gwynt arnofiol. Mae trafodaethau gyda darpar ddatblygwyr prosiectau yn dangos bod awydd ar unwaith am gylchoedd datblygu o 300MW o leiaf, a bod awydd credadwy yn y tymor byr am brydlesi masnachol ar gyfer ffermydd gwynt o gapasiti 1GW o leiaf.

Rhwyrstr arall i gipio'r gadwyn gwerth FLOW lawn yw'r diffyg cyfleusterau gwneud mawr ar sylfeini lled-ymsuddol dur. Byddai'r mater hwn yn diflannu i raddau helaeth pe bai sylfaen lled-ymsuddol concriid yn dod yn sylfaenol ar gyfer FLOW.

6 ARGYMHELLION

● **Argymhelliad 1.**

Un o'r gofynion allweddol wrth ddenu datblygwyr FLOW i ddefnyddio porthladdoedd lleol yw bodolaeth ardaloedd mawr o leoedd gorwedd, ac ardaloedd cyfagos sy'n addas ar gyfer gweithgynhyrchu. Argymhellir bod Llywodraeth Cymru yn archwilio sut y gellir cymell porthladdoedd i fuddsoddi mewn a chreu gofod gorwedd cyn i brosiectau ddod i benderfyniadau buddsoddi. Byddai cynnwys Llywodraeth Cymru mewn cymhellion o'r fath hefyd yn anfon neges bolisi gref at ddatblygwyr y bydd prosiectau FLOW yn cael eu cefnogi mewn ffyrdd eraill.

● **Argymhelliad 2.**

Er ei bod yn annhebygol, hyd yn oed gyda buddsoddiad sylweddol, y gallai unrhyw borthladd yng Nghymraeg gefnogi cyflawni prosiect FLOW mawr, mae'r adroddiad hwn wedi dangos y gallai consortiwm o borthladdoedd gefnogi'r gwaith o gyflawni prosiectau o'r fath, a chredwn fod awydd i borthladdoedd Cymru gydweithio a rhannu cadwyn gwerth FLOW. Argymhellir y dylai Llywodraeth Cymru ystyried a allai penodi 'Cydlunydd Porthladdoedd', neu ddull tebyg, hwyluso'r ffordd i gydweithredu o'r fath.

● **Argymhelliad 3.**

Rydym yn argymhell y dylid cynyddu'r ymgysylltu rhwng yr holl randdeiliaid a TCE, er mwyn sicrhau bod y TCE yn gwbl ymwybodol o'r potensial ar gyfer datblygu prosiectau'n gyflym yn y Môr Celtaidd ac rydym yn ymwybodol o'r angen dybryd am rownd(iau) arwerthiant i alluogi datblygiadau o'r fath, ac felly darparu llif o brosiectau a all helpu i gefnogi penderfyniadau buddsoddi i uwchraddio ac ymestyn galluoedd porthladdoedd Cymru.

● **Argymhelliad 4.**

Dylai Llywodraeth Cymru ystyried sut y gallai gymell y diwydiant FLOW i fanteisio ar sylfeini lled-ymsuddol congrid, gan y byddai hyn yn lleihau'n sylweddol y rhwystrau i wneud sylfaen llawn ym mhorthladdoedd Cymru. Gallai camau gweithredu gynnwys:

- Dull Menter Ymchwil Busnesau Bach (SBRI) naill ai gan Lywodraeth Cymru, Llywodraeth y DU neu'r ddau, gan arwain at gaffael cynllun cysyniad, ac yna caffael a phrofi sylfaen prototeip.
- Prosiect ar y cyd â'r Ganolfan Ragoriaeth Ar y Môr, i archwilio ac arddangos cysyniadau sylfaen congrid.
- Prosiect a ariennir gan Horizon Europe ledled Ewrop.

● **Argymhelliad 5.**

Mae'n hysbys bod gan nifer o borthladdoedd Cymru y potensial i gynyddu'r tir gweithio sydd ar gael drwy gael mynediad i fannau cyffiniol neu gyfagos sydd o dan berchnogaeth arall. Nid yw'r adroddiad hwn wedi gallu archwilio'r cyfle hwn yn llawn. Rydym yn argymhell bod Llywodraeth Cymru yn ystyried darn dilynol o waith er mwyn cael gwell dealltwriaeth o'r mater hwn. Gallai hyn fod yn rhan o Argymhelliad 2.

● **Argymhelliad 6.**

Dylid archwilio dulliau amgen, arloesol o wella galluoedd porthladdoedd yn llawn. Gall atebion hyblyg neu arnofiol dros dros ategu'r cyfleusterau presennol i gefnogi gweithgarwch adeiladu lleol mewn ffordd gost-effeithiol gydag amser arweiniol byrrach. Gall dadansoddiad pellach o'r cyfyngiadau amlygu meysydd lle gallai'r opsiynau hyn weithio ochr yn ochr â datblygu porthladdoedd dros y tymor hir. Fel gydag Argymhelliad 4, gallai dull SBRI ganiatáu i Lywodraeth Cymru gaffael datrysiad doc sych arnofiol newydd y gellid ei ddefnyddio fel ateb tymor byr ar gyfer prosiectau gwynt bach, arnofiol cynnar (Erebus, Valorous) heb amharu ar ddatblygiadau seilwaith tymor hwy yn y porthladdoedd.

● **Argymhelliad 7.**

Nid oes cymhariaeth o gynnwys oes cyfan sylfeini lled-ymsuddol dur a chongrid wedi'i chynnal. Rydym yn argymhell bod Llywodraeth Cymru yn ymchwilio i'r mater hwn cyn gwneud unrhyw benderfyniad ynghylch pa ddeunydd, os o gwbl, i'w flaenoriaethu.

CYSYLLTU Â NI

✉ info@ore.catapult.org.uk

YMGYSYLLTWCH Â NI



ore.catapult.org.uk

GLASGOW

Inovo
121 George Street
Glasgow
G1 1RD

Ffôn +44 (0)333 004 1400

BLYTH

National Renewable
Energy Centre
Offshore House
Albert Street
Blyth, Northumberland
NE24 1LZ

Ffôn +44 (0)1670 359 555

LEVENMOUTH

Fire Renewables
Innovation Centre (FRIC)
Ajax Way
Leven
KY8 3RS

Ffôn +44 (0)1670 359 555

HULL

O&M Centre of Excellence
Ergo Centre
Bridgehead Business Park
Meadow Road, Hessle
HU13 0GD

ABERDEEN

Subsea UK
30 Abercrombie Court
Prospect Road, Westhill
Aberdeenshire
AB32 6FE

CERNYW

Hayle Marine Renewables
Business Park
North Quay
Hayle, Cornwall
TR27 4DD

SIR BENFRO

MEECE
Bridge Innovation Centre
Pembroke Dock
Pembrokeshire
Wales
SA72 6UN

LOWESTOFT

Orbis Energy
Wilde Street
Lowestoft,
Suffolk
NR32 1XH

TSIEINA

11th Floor, Lan Se Zhi Gu No. 5
Ke Ji Avenue, Hi-Tech Zone
Yantai City
Shandong Province
China