Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)

Adroddiad ERAMMP-137: Asesiad Gwaelodlin Carbon Fferm

Lucas, J.R.[1], Clark, C.[2], Beauchamp, K.[2], Hand, K.[2], Gruffudd, H.[2], Tabor, M.[1] & Emmett, B.A.[1]

[1] Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU, [2] Ymchwil Coedwigaeth

Cyfeirnod y Cleient: Llywodraeth Cymru / Contract C208/2021/2022
Fersiwn 1.0.0
Dyddiad: 12-Tachwedd-2026

Wedi'i ariannu gan:

Llywodraeth Cymru
Welsh Government

UKCEH

Hanes Fersiynau

Fersiwn	Diweddarwyd Gan	Dyddiad	Newidiadau
1.0.0	Tîm yr Awduron	12/11/2026	Cyhoeddiad

Mae'r adroddiad hwn ar gael yn electronig yma / This report is available electronically at: http://www.erammp.wales/137

Neu drwy sganio'r cod QR a ddangosir

Mae'r ddogfen hon hefyd ar gael yn Saesneg / This document is also available in English

Cyfres	Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)
Teitl	Adroddiad ERAMMP-137: Asesiad gwaelodlin Carbon Ffermydd
Cleient	Llywodraeth Cymru
Cyfeirnod Cleient	C208/2021/2022
Cyfrinachedd, hawlfraint ac atgynhyrchu	© Hawlfraint y Goron 2026 Mae'r adroddiad hwn wedi ei drwyddedu o dan y Drwydded Llywodraeth Agored 3.0.
Manylion cyswllt UKCEH	Bronwen Williams Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU (UKCEH) Canolfan Amgylchedd Cymru, Ffordd Deiniol, Bangor, Gwynedd, LL57 2UW 01248 374500 erammp@ceh.ac.uk
Awdur gohebol	James Lucas, CEH y DU jamluc@ceh.ac.uk
Awduron	Lucas, JR[1], Clark, C.[2], Beauchamp, K.[2], Hand, K.[2], Gruffudd, H.[2], Tabor, M.[1], Emmett, BE[1] [1] UKCEH, [2] Ymchwil Coedwigaeth
Awduron ac adolygwyr sy'n cyfrannu	
Sut i ddyfynnu (hir)	Lucas, JR, Clark, C., Beauchamp, K., Hand, K., Gruffudd, H., Tabor, M., Emmett, BE (2026). *Rhaglen Monitro a Modelu Materion Gwledig a'r Amgylchedd (ERAMMP)*. Adroddiad ERAMMP-137: Asesiad gwaelodlin Carbon Ffermydd. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C208/2021/2022)(Canolfan Ecoleg q Phrosiect Hydroleg y DU 08435)
Sut i ddyfynnu (byr)	Lucas, J.R *et al*, (2026). Adroddiad ERAMMP-137: Asesiad Gwaelodlin Carbon Ffermydd. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C208/2021/2022) (UKCEH 08435)
Cymeradwywyd gan	

Byrfoddau a Ddefnyddir yn yr Adroddiad hwn

AGB	Biomas uwchben y ddaear
BGB	Biomas tanddaearol
CS	Dal a storio carbon
DEFRA	Adran yr Amgylchedd, Bwyd a Materion Gwledig
FCB	Gwaelodlin Carbon Fferm
FR	Ymchwil Coedwig
GHG	Nwy Tŷ Gwydr
GHGI	Rhestr Nwyon Tŷ Gwydr
PRhNH	Panel Rhynglywodraethol ar y Newid yn yr Hinsawdd
LULUCF	Defnydd Tir, Newid Defnydd Tir a Choedwigaeth
NATMAP	Map Pridd Cenedlaethol Cymru a Lloegr
NFI	Y Rhestr Goedwigaeth Genedlaethol
NLSW	Arolwg LiDAR Cenedlaethol Cymru
SFS	Cynllun Ffermio Cynaliadwy
TOW	Coed y Tu Allan i'r Coetir
DU	Y Deyrnas Unedig
UKCEH	Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU
UKWIR	Ymchwil i'r Diwydiant Dŵr yn y DU
WLF	Nodweddion Llinol Prennaidd

Cynnwys

1 Crynodeb Gweithredol 2
2 Rhagymadrodd 4
2.1 Cefndir 4
2.2 Cwmpas y Fethodoleg 4
2.3 Defnydd o'r Fethodoleg gan Lywodraeth Cymru 6
3 Cefndir i'r Dulliau Cyfredol o Dal a Chadw Carbon 7
4 Dull ar gyfer Cyfrifo Dal a Storio Carbon 10
4.1 Coetir, Coedwigoedd Bach a Grwpiau Bach o Goed 10
4.2 Coed Unig 15
4.2.1 Cynnydd Uchder 15
4.2.2 Stociau Carbon Coed Unig 16
4.2.3 Cyfraddau Dal Carbon Coeden Unig 16
4.2.4 Ansicrwydd Coeden Unig 18
4.3 Gwrychoedd 18
4.3.1 Rhagdybiaethau Dull Gwrychoedd 18
4.3.2 Biomas Gwrychoedd 19
4.3.3 Ansicrwydd Biomas Gwrychoedd 23
4.3.4 Dalfa Pridd Gwrychoedd 23
4.3.5 Ansicrwydd Pridd Gwrychoedd 24
4.3.6 Dilysu: Cyfraddau Didoli Cyhoeddedig ar gyfer Gwrychoedd 25
4.3.7 Dilysu: Dalfa Gwrychoedd a Choetiroedd 26
4.4 Ansicrwydd (Pob Math o Lystyfiant) 26
5 Canllawiau Gweithredu 27
5.1 Paratoi Setiau Data Mewnbwn Gofodol 27
5.2 Cyfrifo Atafaeliad Carbon ar gyfer Pob Math o Lystyfiant 28
5.2.1 Coetir, Coedwigoedd Bach a Grwpiau Bach o Goed 28
5.2.2 Coed Unig 29
5.2.3 Gwrychoedd 29
5.3 Cyfrifwch y Sequestration Ar y Fferm 30
6 Cyfyngiadau a Rhybuddion 31
6.1 Coetir, Coedwigoedd Bach a Grwpiau Bach o Goed 31
6.2 Coed Unig 32
6.3 Gwrychoedd 32
7 Cymhariaeth â Chyfrifianellau Carbon Masnachol 34
7.1 Trosolwg o Gyfrifianellau'r DU a Rhyngwladol 34
7.2 Cymhariaeth o Ganlyniadau Fferm Model 37
8 Argymhellion Pellach 43
8.1 Gwelliannau i'r dull presennol 43
8.2 Dulliau Amgen 45
10 Atodiad 1: Adolygiad Llenyddiaeth o Atafaelu Carbon mewn Gwrychoedd 47

1 CRYNODEB GWEITHREDOL

Mae'r adroddiad hwn yn amlinellu dull ar gyfer amcangyfrif yn ofodol benodol o atafaelu carbon o orchudd canopi coed a llystyfiant, i'w ddefnyddio i gyfrifo atafaelu carbon ar y fferm o nodweddion coediog ar gyfer pob fferm sy'n cymryd rhan yn y Cynllun Fferm Gynaliadwy.

Mae'r fethodoleg wedi'i chynllunio i wneud defnydd o ddata LiDAR a gafwyd yn ddiweddar ar gyfer Cymru, ac i ystyried cyfraddau atafaelu amrywiol ar wahanol uchderau nodweddion coediog. Datblygwyd tablau chwilio am atafaelu carbon ar gyfer tri chategori eang o nodweddion coediog, a ddiffiniwyd yn ôl eu huchder a'u hardal canopi (Tabl 1-1): (i) coetiroedd, coedwigoedd bach, a grwpiau o goed; (ii) coed unigol; a (iii) gwrychoedd. Darperir canllawiau ar gyfer gweithredu methodoleg i gyfrifo atafaelu carbon ar fferm gan ddefnyddio'r tablau chwilio hyn gyda metrigau coed a gwrychoedd ar raddfa genedlaethol a grëwyd o Arolwg LiDAR Cenedlaethol Cymru, setiau data eraill ar raddfa genedlaethol fel y Rhestr Goedwigoedd Genedlaethol, Map Coed y Tu Allan i Goetiroedd (Llywodraeth Cymru, 2024), a gwybodaeth a gesglir gan Daliadau Gwledig Cymru (RPW) fel rhan o geisiadau ffermwyr am daliadau cynllun.

Tabl 1-1: Crynodeb o'r tablau chwilio a ddarperir ar gyfer mathau o nodweddion coediog yn yr adroddiad hwn.

Nodwedd goediog	**Dal a storio carbon o fewn y cwmpas**	**Pwysoli tabl chwiliad**	**Allweddi chwilio**
Coetir, coedwigoedd bach, grwpiau o goed	Biomas Uwchben y Ddaear a Biomas Isdan y Ddaear	fesul metr^2 o goetir	uchder y stondin, cynyddrannau o 0.1m
Coeden unig	Biomas Uwchben y Ddaear a Biomas Isdan y Ddaear	fesul coeden unigol	uchder mwyaf, cynyddrannau o 0.1m
Gwrych	Biomas Uwchben y Ddaear, Biomas Isdan y Ddaear, a Charbon Organig y Pridd	fesul metr o hyd gwrych	Cynnydd o uchder o 0.1m, cynnydd o led o 0.25m

Daw data ar gyfer y tablau chwilio am atafaelu carbon ar gyfer coetir, a'r coed y tu allan i gategorïau coetir o goedwigoedd bach a grwpiau o goed o fodel CARBINE Ymchwil Coedwig. Mae cyfraddau atafaelu coed unigol yn ôl uchder coeden yn deillio o hafaliadau biomas ar gyfer coed llydanddail (Gruffudd *et al., heb ei gyhoeddi*), gyda data ar uchder ac oedran coed a chymhareb gwreiddyn:cyffyn o'r llenyddiaeth (Cairns *et al.,* 1996, Vaz Monteiro *et al.,* 2017). Mae data yn y tabl cyfraddau atafaelu carbon gwrychoedd yn deillio o fodelau twf gwrychoedd sydd wedi'u llywio gan ddata o Arolwg Maes Cenedlaethol ERAMMP Cymru, a gwerthoedd dwysedd carbon gwrychoedd, gwerthoedd gwreiddyn:cyffyn, a chyfraddau atafaelu pridd o'r llenyddiaeth (Mokany *et al.,* 2006, Axe *et al.,* 2017, Biffi *et al.,* 2023, Black *et al.,* 2023, Drexler *et al.,* 2023, Drexler *et al.,* 2024, Maskell *et al,* 2025, Beauchamp *et al., wrthi'n cael ei baratoi*).

Mae'r fethodoleg wedi'i chynllunio i'w gweithredu ar draws ffermydd lle nad oes gwybodaeth fanwl am rywogaethau coed, dosbarth cynnyrch coetir, a rheoli coetir a gwrychoedd yn hysbys. Crëwyd tablau chwilio am goetiroedd ar gyfer dau gategori, coed llydanddail heb eu rheoli a chonwydd heb eu rheoli, trwy gyfrifo cromlin twf cyfartalog pwysol sy'n deillio o

arwynebedd pob rhywogaeth, dosbarth cynnyrch, a grŵp oedran o Restr Goedwigoedd Cenedlaethol (NFI) 2011 ar gyfer coetiroedd preifat yng Nghymru. Roedd y cromliniau twf yn tybio rheolaeth heb deneuo na thorri coed (dim teneuo, dim torri), oherwydd gwybodaeth gyfyngedig am arferion torri neu deneuo sy'n digwydd ar ffermydd ac ar y dybiaeth y byddai hyn yn fwyaf cynrychioliadol o reoli coed ar y fferm. Mae'r dybiaeth hon yn gyson â thybiaethau yn Rhestr Nwyon Tŷ Gwydr y DU bod 93% o goetir llydanddail preifat heb ei reoli, yn seiliedig ar ystadegau cynhyrchu pren isel o goedwigoedd preifat yng Nghymru (Ymchwil Coedwigaeth, 2026). Crëwyd tablau chwilio am wrychoedd gan ddefnyddio cyfartaledd o'r cyfraddau atafaelu ar gyfer gwrychoedd a reolir a heb eu rheoli wedi'u pwysoli gan gyfran genedlaethol pob math o reolaeth (Maskell *et al.,* 2025). Defnyddiwyd hafaliadau biomas a data cyhoeddedig ar gyfer coed llydanddail i greu tablau chwilio am goed unigol, yn gyson â'r dystiolaeth bod mwyafrif coed TOW yn goed llydanddail (Comisiwn Coedwigaeth 1983, 2001).

Cymharwyd gwerthoedd atafaelu carbon a gyfrifwyd gan ddefnyddio'r dull hwn ar gyfer tair 'fferm fodel' â gwerthoedd atafaelu nwyon tŷ gwydr a gafwyd o offer sydd ar gael yn fasnachol a chanfuwyd eu bod yn fras debyg. Roedd y gwahaniaethau rhwng y gwerthoedd a gyfrifwyd gan ddefnyddio dull yr adroddiad hwn a'r rhai a gyfrifwyd gan ddefnyddio offer masnachol ar yr un raddfa â'r gwahaniaethau rhwng offer masnachol. Ar gyfer y rhan fwyaf o 'ffermydd model', mae gwerthoedd atafaelu carbon a gyfrifir gan ddefnyddio offer masnachol sy'n cynnwys coetiroedd o fewn yr ystod o amcangyfrifon atafaelu carbon uchaf ac isaf o'r dull a gyflwynir yn yr adroddiad hwn.

Mae argymhellion ar gyfer cyfrifiadau yn y dyfodol o ddal a storio carbon ar fferm yn cynnwys coed marw, sbwriel a phyllau carbon pridd ar gyfer coetir, ac ymgorffori data mewnbwn mwy penodol i'r safle ar rywogaethau coed, oedran y stondin, ac arferion rheoli coetiroedd neu wrychoedd. Mae arolygon LiDAR ailadroddus yn rhoi'r cyfle i gyfrifo faint o garbon sy'n cael ei storio ar fferm drwy amcangyfrif newid biomas rhwng dau bwynt mewn amser. Gallai arolygon ailadroddus, o LiDAR neu dechnegau arsylwi daear eraill, gofnodi cynnydd ym maint coed o ganlyniad i dwf neu gael gwared ar lystyfiant oherwydd teneuo, torri coed, neu aflonyddwch arall. Gallai hyn ddarparu amcangyfrif mwy cywir ar y fferm ar gyfer y mathau o lystyfiant sydd wedi'u cynnwys yn yr astudiaeth hon, a galluogi cynnwys mathau eraill o lystyfiant, fel coediog lluosflwydd, hefyd.

2 RHAGYMADRODD

2.1 Cefndir

Lansiwyd y Cynllun Ffermio Cynaliadwy (SFS) yn 2026 a bydd yn cynorthwyo'r diwydiant ffermio i gyflawni'r Amcanion Rheoli Tir Cynaliadwy o dan Ddeddf Amaethyddiaeth (Cymru) 2023. Argymhellwyd darparu gwaelodlin Carbon i ffermydd sy'n cymryd rhan yn yr SFS gan y Panel Tystiolaeth Carbon (Llywodraeth Cymru, 2024), gan gydnabod pwysigrwydd ffermwyr yn deall cydbwysedd carbon eu ffermydd eu hunain wrth gymryd camau ar y fferm tuag at gynyddu cyfleoedd ar gyfer dal a storio carbon (CS) a lleihau allyriadau nwyon tŷ gwydr (GHG). Cafodd y prosiect ei orchymyn gan y Bwrdd Newid Amaethyddiaeth, 26 Mawrth 2025, gyda'r nod o gynhyrchu gwaelodlin Carbon ar gyfer pob fferm yng Nghymru sy'n cymryd rhan yn y Cynllun Ffermio Cynaliadwy.

Un agwedd ar waelodlin Carbon fferm yw dal a storio carbon ar y fferm. Cyflwynir methodoleg ar gyfer cyfrifo faint o garbon sy'n cael ei amsugno ar raddfa fferm o goed ar y fferm (gan gynnwys coetiroedd) a gwrychoedd, sy'n addas i'w chymhwyso i bob fferm sy'n cymryd rhan yn yr SFS, yn yr adroddiad hwn. Tynnodd y Panel Tystiolaeth Carbon sylw at gymhlethdod a diffyg safoni offer archwilio carbon sydd ar gael ar y farchnad, a'r angen am ddull o gyfrifo'r Llinell gwaelodlin Carbon a oedd yn syml i ffermwyr ei ymgymryd ag ef. Er mwyn bodloni'r gofynion hyn, rydym yn manylu ar fethodoleg safonol y gall Llywodraeth Cymru ei chymhwyso i bob fferm yn yr SFS sy'n defnyddio data Arsylwi'r Ddaear (gan gynnwys Arolwg LiDAR Cenedlaethol Cymru, a'r Rhestr Goedwigoedd Genedlaethol a mapiau Coed y Tu Allan i Goetiroedd) ac nad yw'n ei gwneud yn ofynnol i ffermwyr gasglu data ychwanegol y tu hwnt i wybodaeth a gasglwyd eisoes gan Daliadau Gwledig Cymru (RPW) fel rhan o geisiadau ffermwyr am daliadau cynllun.

2.2 Cwmpas y Fethodoleg

Mae'r adroddiad hwn yn amlinellu methodoleg i fesur faint o carbon sy'n cael ei amsugno ar ffermydd o goed (gan gynnwys coetiroedd, coedwigoedd bach a choed unigol) a gwrychoedd. Ar gyfer coetiroedd, coedwigoedd bach a choed unigol, mae gwerthoedd atafaelu carbon ar gyfer cyfanswm biomas coed byw, gyda charbon mewn pren marw, sbwriel a phridd heb ei adrodd ar hyn o bryd oherwydd ansicrwydd (trafodir ymhellach yn Adran 6). Ar gyfer gwrychoedd, mae gwerthoedd atafaelu carbon ar gyfer biomas a phridd wedi'u cynnwys, er eu bod yn cael eu cyflwyno ar wahân. Mae atafaelu carbon gan briddoedd o dan wrychoedd wedi'i gynnwys yn y fethodoleg gan fod tystiolaeth gyson o gyfraddau uchel o atafaelu carbon mewn priddoedd gwrychoedd. Mae llai o dystiolaeth o gyfraddau atafaelu gan briddoedd o dan goed unigol neu TOW. Mae gan gyfraddau atafaelu pridd o dan goetir a choetir bach berthynas gref â'r amser ers ei sefydlu, nad oedd yn hysbys ar gyfer yr astudiaeth hon ac felly byddai'n cyflwyno gradd uchel o ansicrwydd. Mae'r dull hwn yn seiliedig ar y wybodaeth orau sydd ar gael ar hyn o bryd.

Mae'r fethodoleg wedi'i chynllunio i wneud defnydd o ddata LiDAR a gafwyd yn ddiweddar ar gyfer Cymru, ac i ystyried gwahanol gyfraddau atafaelu ar wahanol uchderau. Cyflwynir cyfraddau atafaelu fel tablau edrych sy'n amcangyfrif atafaelu ar wahanol gyfnodau uchder ar gyfer coetir a choed y tu allan i goetir (TOW) ac ar wahanol werthoedd uchder a lled ar gyfer gwrychoedd. Mae'r rhain i'w cyfuno â setiau data gofodol, fel y Rhestr Goedwigoedd Genedlaethol, gwybodaeth am ddefnydd tir a gesglir gan RPW fel rhan o gais ffermwyr am daliadau cynllun a'r map TOW a ddatblygwyd yn ddiweddar (Llywodraeth Cymru, 2024), er mwyn darparu amcangyfrif gofodol penodol o atafaelu o lystyfiant coediog ar gyfer parseli fferm. Mae'r fethodoleg yn gyson â dull Haen 2 o dan ganllawiau'r IPCC ar gyfer adrodd ar

restr nwyon tŷ gwydr, gyda chyfraddau atafaelu yn deillio o ddata penodol i'r DU ar gyfer pob math o lystyfiant.

Nid yw'r fethodoleg yn ystyried amrywiad ar lefel caeau na ffermydd mewn arferion rheoli ar gyfer coetiroedd, TOW, na gwrychoedd, gan wneud rhagdybiaethau ar raddfa genedlaethol am reolaeth yn lle hynny. Trafodir ymgorffori gwybodaeth ar raddfa leol ar reolaeth mewn cyfrifiadau atafaelu carbon yn y dyfodol yn Adran 8 (Argymhellion Pellach). Nid yw effaith newid defnydd tir, cael gwared ar lystyfiant, ac arferion rheoli pridd wedi'u cynnwys chwaith. Er y byddai hyn yn rhoi darlun mwy cyflawn o sefyllfa net fferm (cydbwysedd cyffredinol nwyon tŷ gwydr), ystyriwyd bod hyn y tu allan i'r cwmpas gyda'r wybodaeth gyfyngedig sydd ar gael (gweler y drafodaeth yn Adran 8 am welliannau posibl yn y dyfodol).

Trosolwg o'r fethodoleg

Mae nodweddion coediog ar ffermydd wedi'u rhannu'n dri chategori: coetir (coetir Rhestr Goedwigoedd Genedlaethol (o leiaf 0.5 hectar, o leiaf 20 m o led ac o leiaf 20% o orchudd canopi) a choedwigoedd bach (0.1 i 0.5 hectar) a grwpiau o goed o'r map Coed y Tu Allan i Goetir), coed unigol, a gwrychoedd. Ar gyfer pob categori o nodwedd goediog, defnyddir modelau twf perthnasol i ddarparu'r data ar gyfer tablau atafaelu carbon, sy'n caniatáu cyfrifo atafaelu carbon mewn nodweddion coediog yn seiliedig ar eu dimensiynau h.y. uchder coed ac uchder a lled gwrychoedd.

Coetiroedd

Ar gyfer coetiroedd, coetiroedd bach, a grwpiau bach o goed, crëwyd tabl edrych cymedr pwysol, wedi'i bwysoli gan gyfansoddiad coetiroedd preifat yng Nghymru, i ddarparu gwerthoedd atafaelu cymedr ar gyfer pob cynnydd o 0.1m yn uchder y brig, ar gyfer coetir conwydd a choed llydanddail.

Daw data ar gyfer tablau atafaelu carbon coetiroedd o CARBINE, model cyfrifyddu carbon Forest Research. Defnyddir CARBINE ar gyfer cydran coedwigaeth Rhestr Nwyon Tŷ Gwydr Genedlaethol y DU (Brown *et al.*, 2025) ac mae'n defnyddio damcaniaeth model gwaelodlinol gyson i'r Cod Carbon Coetiroedd, cyfrifiannell cyfrifo carbon a gynlluniwyd i greu credydau carbon sy'n sail i gyfrifiadau atafaelu carbon coetiroedd mewn llawer o offer cyfrifo carbon masnachol (ADAS, 2023). Gan ddefnyddio'r data stoc carbon o CARBINE, crëwyd tablau o atafaelu carbon yn ôl cynnydd uchder ar gyfer pob rhywogaeth a dosbarth cynnyrch ar gyfer coetir dim tenau, dim cwympo. Crëwyd cromlin twf pwysol ar gyfer categorïau cyffredinol o goetir llydanddail neu goniffer heb ei reoli gan ddefnyddio pwysoliad ar gyfer pob rhywogaeth a dosbarth cynnyrch yn deillio o arwynebedd pob rhywogaeth, dosbarth cynnyrch, a grŵp oedran o Restr Goedwigoedd Cenedlaethol (NFI) 2011 ar gyfer coetiroedd preifat yng Nghymru.

Mae defnyddio cromlin twf cyfartalog pwysol cenedlaethol yn dybiaeth y mae'n rhaid ei gwneud i wneud iawn am y diffyg gwybodaeth am amodau penodol rhywogaethau a dosbarth cynnyrch mewn darn penodol o dir. Yn yr un modd, yn absenoldeb gwybodaeth ar lefel parseli tir neu fferm ar reoli coetiroedd, ystyriwyd ar sail cyngor arbenigol gan Forest Research mai'r dybiaeth bod coetir ar fferm (llydanddail a chonifferaidd) heb ei reoli oedd fwyaf tebygol o fod yn gyson â rheoli coed ar fferm. Mae'r dybiaeth hon yn gyson â thybiaethau yn Rhestr Nwyon Tŷ Gwydr y DU bod 93% o goetir llydanddail preifat heb ei reoli, yn seiliedig ar ystadegau cynhyrchu pren isel o goedwigoedd preifat yng Nghymru (Ymchwil Coedwigaeth, 2026). Mae'r dybiaeth o goetir heb ei reoli yn debygol o dueddu amcangyfrifon o atafaelu biomas coed i fyny, gan fod arferion rheoli fel teneuo yn tynnu biomas sy'n sefyll ac yn trosglwyddo'r carbon i'r gronfa cynhyrchion pren a gynaeafwyd.

Cymhwyswyd y tablau chwilio CARBINE ar gyfer coetir hefyd i'r categorïau TOW o goetir bach a grwpiau bach o goed, gan nad oedd unrhyw ddata addas arall i ddatblygu dull penodol ar gyfer y mathau hyn o lystyfiant.

Gwrychoedd

Ar gyfer gwrychoedd, mae tablau chwilio wedi'u pwysoli yn ôl hyd (m), gyda gwerthoedd atafaelu carbon ar gyfer cyfuniadau o led (i'r 0.25 m agosaf) ac uchder (i'r 0.1 m agosaf). Daw data ar gyfer tablau dal a storio carbon gwrychoedd o fodelau twf gwrychoedd, gyda rhagdybiaethau wedi'u gwneud i gynrychioli rheolaeth gyfartalog gwrychoedd a phriodoleddau gwrychoedd fel oedran, rhywogaethau ac amodau'r safle.

Cyfrifir y newid stoc carbon biomas uwchben y ddaear blynyddol ar gyfer gwahanol gategorïau maint o wrychoedd a reolir a heb eu rheoli fel cynnyrch y cynnydd mewn cyfaint mewn gwrych, yn seiliedig ar ei ddimensiynau mesuredig a'i gynnydd blynyddol mewn lled ac uchder sy'n deillio o Arolwg Maes Cenedlaethol Cymru ERAMMP (Maskell *et al.*, 2025), a gwerthoedd dwysedd carbon cyhoeddedig ar gyfer gwrychoedd a reolir a heb eu rheoli (Biffi *et al*., 2023, Beauchamp *et al*., *wrthi'n cael ei baratoi*). Mae cyfraddau atafaelu gwrychoedd cenedlaethol yn cael eu creu gan ddefnyddio cyfartaledd o'r cyfraddau atafaelu ar gyfer gwrychoedd a reolir a gwrychoedd heb eu rheoli wedi'u pwysoli gan gyfran genedlaethol pob math o reolaeth. Cyfrifwyd cyfraddau atafaelu carbon biomas islaw'r ddaear o gyfraddau biomas uwchlaw'r ddaear gan ddefnyddio gwerthoedd gwreiddyn:cyffyn o'r llenyddiaeth (Mokany *et al*., 2006, Axe *et al.,* 2017, Black *et al*. 2023, Drexler *et al.,* 2023, Drexler *et al.,* 2024), a chyfrifwyd atafaelu carbon mewn pridd hefyd gan ddefnyddio cyfraddau atafaelu cyhoeddedig (Biffi *et al.,* 2023).

Coed unig

Ar gyfer coed unigol, cyfrifir atafaelu carbon ar gyfer uchafswm uchder un goeden. Darperir tabl edrych ar gyfer y carbon a gedwir ym mhob cyfwng o 0.1 m o uchder coeden. Mae'r cyfraddau atafaelu yn ôl uchder coeden yn deillio o hafaliadau biomas penodol i goed TOW sy'n rhagweld biomas uwchben y ddaear o uchder coed (Gruffudd, *heb ei gyhoeddi*), a data ar uchder yn ôl oedran ar gyfer coed TOW trefol (Vaz Monteiro *et al.,* 2017). Cynhwyswyd biomas tanddaearol trwy gymhwyso cymhareb gwreiddyn:cyffyn, sydd ar gael o'r llenyddiaeth (Cairns *et al.,* 1996). Dim ond ar gyfer rhywogaethau coed llydanddail yr oedd data ar gael. Fodd bynnag, mae hyn yn gyson â'r dystiolaeth bod y rhan fwyaf o goed TOW yn goed llydanddail (Comisiwn Coedwigaeth, 1983, 2001). Nid yw'r dull yn ystyried arwynebedd canopi'r coed.

2.3 Defnydd o'r Fethodoleg gan Lywodraeth Cymru

Darperir canllawiau manwl ar gyfer defnyddio'r tablau edrych ar atafaelu carbon i gynhyrchu gwerthoedd atafaelu carbon ar y fferm yn Adran 5. Mae'r tablau edrych wedi'u cynllunio i fod yn hawdd eu defnyddio gyda metrigau coed a gwrychoedd ar raddfa genedlaethol a grëwyd gan Lywodraeth Cymru o ddata cwmwl pwynt Arolwg LiDAR Cenedlaethol Cymru. Defnyddir mapiau Rhestr Goedwigoedd Genedlaethol (NFI) a Choed y Tu Allan i Goetir (TOW) Cymru i gategoreiddio'r raster LiDAR i'r tri chategori o nodwedd goediog, gyda'r NFI yn darparu'r ffynhonnell ar gyfer dosbarthu coetir ar raddfa parseli tir yn goed llydanddail a chonwydd, wedi'i ategu gan y wybodaeth a adroddwyd gan ffermwyr ar barseli tir a gasglwyd gan RPW yn ystod y broses ymgeisio am daliadau cynllun.

Rhagwelir y bydd y fethodoleg hon yn cael ei chymhwyso gan Lywodraeth Cymru i greu gwerthoedd atafaelu carbon ar gyfer gwaelodlin Carbon Lefel Fferm 2026.

3 Cefndir i'r Dulliau Cyfredol o Dal a Chadw Carbon ar gael ar gyfer Nodweddion Woody

Ystyriwyd nifer o ddulliau ar gyfer cyfrifo gwerthoedd atafaelu carbon ar ffermydd cyn dewis y dull a gymerwyd. Gellir rhannu'r dulliau a ystyrir yn fras yn ddulliau gan ddefnyddio naill ai a) modelau sy'n seiliedig ar brosesau neu b) tablau chwilio o ffactorau allyriadau.

Mae gan fodel carbon ecosystem gysylltiedig sy'n cael ei ddatblygu yn UKCEH y potensial i ddarparu amcangyfrifon o atafaelu carbon ar raddfa fferm. Mae'r model carbon modiwlaidd hwn ar raddfa ecosystem yn fframwaith sy'n seiliedig ar brosesau ac wedi'i adeiladu o fodiwlau gwahanol sy'n efelychu prosesau penodol, megis twf planhigion, dyrannu carbon a dynameg carbon pridd. Yn hollbwysig, mae'n cael ei yrru gan ddata Arsylwi'r Ddaear (yn dyddio o 2016 ymlaen) ac yn canfod newidiadau i lystyfiant fel pori, cynaeafu, neu dorri coed, gan olrhain llifau carbon sy'n deillio o hynny i dda byw, tail, a biomas wedi'i dynnu. Gan ddefnyddio'r deinameg hwn, mae'n darparu amcangyfrifon wythnosol o gydbwysedd carbon net yr ecosystem a newid carbon y pridd. Mae'n gweithredu ar raddfa is-faes ac felly mae'n addas ar gyfer cyfrifo atafaelu carbon ar raddfa fferm. Mae'r model yn integreiddio data tir dewisol, h.y. gwybodaeth am ddefnydd tail, math o gnwd, a dwysedd da byw, i leihau ansicrwydd allbwn. Ar hyn o bryd, defnyddir arsylwadau mynegai arwynebedd dail i gyfyngu ar gydran carbon biomas dail y biomas uwchben y ddaear a efelychir. Gellid ymgorffori amcangyfrifon o fiomas uwchben y ddaear o LiDAR (neu uchder biomas sy'n deillio o LiDAR) fel cyfyngiad arsylwadol ychwanegol ar "garbon planhigion" efelychiedig, swm y carbon mewn gwreiddiau, coesynnau a changhennau, a dail. Mae gan y model hwn, sy'n seiliedig ar brosesau, y galluoedd i ddarparu amcangyfrifon o ddal a storio carbon, gan ymgorffori ffynonellau data perchnogol Llywodraeth Cymru o Arolwg LiDAR Cenedlaethol Cymru a gwybodaeth a adroddwyd gan ffermwyr a gasglwyd drwy Daliadau Gwledig Cymru. Fodd bynnag, nid yw gwaith ar ddatblygu a phrofi modelau wedi'i gyhoeddi eto, ac mae angen dilysu modelau ymhellach hefyd, ac felly penderfynwyd bod y fethodoleg hon ar hyn o bryd yn rhy gynnar i'w defnyddio yn y prosiect hwn.

Mae dull amgen a ystyrir yn defnyddio techneg sy'n cael ei datblygu yn UKCEH i bennu stoc carbon. Mae'r dechneg hon yn pennu stoc carbon uwchben y ddaear trwy ddefnyddio delweddaeth Arsylwi Daear LiDAR ac RGB i fapio coed a strwythurau coediog, a mynegiadau allometrig i gael biomas o uchder a diamedr coron. Pan gaiff ei gymhwyso yn Lloegr, defnyddir Map Gorchudd Tir 3m y DUCEH i bennu'r math o goeden (llydanddail vs. conwydd); ar y datrysiad hwn, gellir datrys y math o goeden ar gyfer coed unigol mawr. Nid yw'r Map Gorchudd Tir 3m ar gael yng Nghymru, er y gallai map Cymru Fyw (datrysiad 10m) fod yn ddewis arall. Mae'r model hwn yn cael ei ddilysu, ac nid yw wedi cael ei adolygu gan gymheiriaid eto, er bod y canlyniadau cychwynnol yn addawol ac mae stociau carbon wedi'u creu ar gyfer ffermydd arddangos yn Lloegr. Ar y cyd â'r model hwn ar gyfer carbon uwchben y ddaear, gellir pennu stoc carbon islaw'r ddaear gyda model ystadegol a ddatblygwyd hefyd gan UKCEH. Mae hwn yn fodel carbon pridd rhagfynegol sy'n cael ei baramedroli gan oddeutu 20,000 o ddadansoddiadau pridd, sy'n defnyddio math a gwead pridd, topograffeg a hinsawdd, ac yn cymathu defnydd tir a hanes defnydd tir sy'n deillio o loeren, hanes cnydau a gorchudd cnydau i ragweld stociau carbon pridd. Mae allbynnau modelau yn cynnwys dilysu modelau cysylltiedig ac amcangyfrifon ansicrwydd. Er bod y dull hwn yn darparu amcangyfrifon penodol yn ofodol o stoc carbon, byddai angen trosi ymhellach i ddal a storio carbon i ddiwallu anghenion y prosiect hwn. Mae'r dechneg i bennu stoc carbon uwchben y ddaear o LiDAR yn cael ei datblygu gan UKCEH ar gyfer cymhwysiad masnachol; gall costau eiddo deallusol a thrwyddedu hefyd wneud y dull hwn yn anaddas i Lywodraeth Cymru ei ddefnyddio.

Gellid addasu ffactorau allyriadau o'r sector Defnydd Tir, Newid Defnydd Tir a Choedwigaeth (LULUCF) o'r Rhestr Nwyon Tŷ Gwydr (GHGI) (Brown *et al*., 2026) i gyfrifo atafaelu carbon ar ffermydd gan ddefnyddio dull tabl edrych. Gellid defnyddio ffactorau allyriadau o'r LULUCF GHGI i ddarparu cyfraddau atafaelu fesul ardal o goetir, wedi'u rhannu'n fras yn ôl math o goeden a pha mor ddiweddar y bu newid defnydd tir, a fesul cilomedr o wrych, wedi'i reoli ai peidio. Datblygwyd y ffactorau allyriadau hyn yn unol â Chanllawiau'r IPCC ar gyfer Rhestrau Nwyon Tŷ Gwydr Cenedlaethol (IPCC, 2006, 2019). Fodd bynnag, nid oes unrhyw ffactorau allyriadau yn bodoli yn y LULUCF GHGI ar gyfer Coed y Tu Allan i Goetir (TOW). Anfantais bellach o ddefnyddio dull o'r brig i lawr a gynlluniwyd ar gyfer cyfrifo rhestr eiddo genedlaethol yw nad yw'n fwyaf addas ar gyfer cyfrifiad fesul fferm, a fyddai'n elwa o ystyried manylion a manylion penodol amodau ar lawr gwlad. Yn ogystal, ni fyddai defnyddio tablau chwilio yn seiliedig ar arwynebedd coetir neu hyd gwrych yn defnyddio'r manylion a gynigir gan Arolwg LiDAR Cenedlaethol Cymru (NLSW) yn llawn, sy'n darparu gwybodaeth ychwanegol am ddimensiynau nodweddion fel lled gwrych neu uchder canopi.

Datblygwyd offeryn seiliedig ar daenlen i gyfrifo atafaelu carbon ar ddaliadau tir sy'n cyd-fynd â'r dull a ddefnyddir yn sector LULUCF GHGI y DU, ac yn cynnwys rhagdybiaethau 'diofyn' penodol i wledydd ar gyfer coetir megis codau rhywogaethau "llydanddail cyfartalog" a "chonwydd cyffredin", dosbarth cynnyrch, dosbarth oedran a chanran gorchudd coed, ar gyfer Ymchwil i'r Diwydiant Dŵr y DU (UKWIR, 2022). Mae'r offeryn hwn yn darparu cyfrifiannell carbon ar gyfer "ardaloedd coedwig" coetir ac agrogoedwigaeth, gan gynnwys atafaelu mewn biomas uwchben y ddaear (AGB), biomas islaw'r ddaear (BGB) a phridd, mewn gwrychoedd, ac mewn "ardaloedd defnydd tir eraill" gan gynnwys tir âr, perllannau, gwinllannoedd, coedlannau a glaswelltir. Mae effaith math o bridd ar allyriadau (h.y. pridd organig) hefyd yn cael ei chyfrifo yn yr offeryn. Fel gyda'r dull tabl chwilio a grybwyllwyd yn flaenorol, byddai methodoleg yn seiliedig ar yr offeryn hwn yn gwneud defnydd cyfyngedig o'r wybodaeth a ddarperir gan arolwg LiDAR Cenedlaethol; er enghraifft, gan ddefnyddio dim ond ardal o goetir gyda rhagdybiaeth dosbarth oedran ddiofyn a pheidio â defnyddio uchder y canopi.

Mae'r Cyfrifiannell Carbon Coetir (Cod Carbon Coetir, 2025) yn offeryn arall sy'n seiliedig ar daenlen sy'n darparu cyfraddau atafaelu carbon ar gyfer ardaloedd o goetir ac wedi'i gynllunio i fod yn ddigon cadarn i greu credydau carbon. Mae'r offeryn hwn yn cynnwys tablau chwilio ar gyfer atafaelu carbon mewn coetir fesul hectar yn seiliedig ar rywogaeth, oedran coeden, bylchau plannu, dosbarth cynnyrch a gweithgaredd rheoli. Er bod gwybodaeth a adroddwyd gan ffermwyr a gasglwyd drwy Taliadau Gwledig Cymru yn gwahaniaethu rhwng ardaloedd o goetir llydanddail a chonwydd, nid yw hwn na'r arolwg LiDAR Cenedlaethol yn darparu gwybodaeth uniongyrchol am oedran, bylchau, dosbarth cynnyrch na rheolaeth; byddai'n rhaid gwneud rhagdybiaethau diofyn wedi'u teilwra i'r math o blannu a geir fel arfer ar dir fferm. Am y rheswm hwn, nid yw'r offeryn fel y mae yn addas iawn i'r mewnbynnau data y byddai angen i'r fethodoleg ar gyfer cyfrifo atafaelu carbon fferm weithio gyda nhw. Ni ellid defnyddio'r Cyfrifiannell Carbon Coetir ar ei ben ei hun i gyfrifo atafaelu carbon mewn nodweddion coediog ar ffermydd, gan fod atafaelu mewn gwrychoedd a TOW y tu allan i'w gwmpas. Mae cod carbon gwrychoedd yn cael ei ddatblygu ond nid yw wedi'i lansio eto (Prosiect Allerton, dim dyddiad).

Defnyddir CARBINE, model cyfrifyddu carbon Ymchwil Coedwigaeth, i gyfrifo cyfraddau atafaelu carbon ar gyfer tir coedwig yn sector LULUCF o'r Rhestr Nwyon Tŷ Gwydr. Mae'r fethodoleg a fabwysiadwyd yn y pen draw ar gyfer y prosiect hwn, a ddisgrifir yn fanylach yn yr adrannau dilynol, yn addasu'r model hwn i ddarparu tablau am-edrych o ddal a storio carbon yn ôl rhywogaeth ac uchder ar gyfer ardaloedd coetir trwy ferwi'r berthynas yn fanylach. uchder-cynyddiad/uchder/oedran i uchder-cynyddiad/uchder. Er bod y fethodoleg hon yn dal i olygu bod angen amcangyfrifon o rywogaethau llydanddail a chonwydd

cynrychioliadol, dosbarth cynnyrch, a gweithgaredd rheoli, gellir barnu aeddfedrwydd o gyfuniad o uchder (o LiDAR) a rhywogaethau. Crëwyd tablau chwilio o atafaelu carbon mewn coed a gwrychoedd unigol gan ddefnyddio modelau twf a ddatblygwyd gan Forest Research.

Mae'r dull olaf hwn yn caniatáu amcangyfrif gofodol penodol o atafaelu carbon gan orchudd canopi coed a llystyfiant yn unig, gan fanteisio ar fuddsoddiad Llywodraeth Cymru mewn arolygon LiDAR manwl. Mae'r fethodoleg i gyfrifo atafaelu carbon biomas yn gyson â dull Haen 2 o dan ganllawiau'r IPCC ar gyfer adrodd ar restr nwyon tŷ gwydr. Mae cyfrifo atafaelu carbon mewn coetiroedd yn cyd-fynd â methodoleg Rhestr Nwyon Tŷ Gwydr LULUCF y DU, gan ei fod yn deillio o'r model CARBINE ac yn cymhwyso'r un rhagdybiaethau ar gyfer cyfansoddiad rhywogaethau, dosbarth cynnyrch ac oedran ar gyfer coetiroedd sector preifat yng Nghymru.

4 Dull ar gyfer Cyfrifo Dal a Storio Carbon gan Nodweddion Coedlyd ar y Fferm

Ar hyn o bryd nid oes dull sydd ar gael yn rhwydd i gyfrifo cyfraddau atafaelu biomas yn uniongyrchol o fiometreg coed sy'n deillio o LiDAR yn unig (uchder coed ac arwynebedd canopi). Mae hyn wedi'i gyfyngu naill ai gan y gofyniad am ddata mewnbwn ychwanegol, fel rhywogaethau, oedran, a chyfradd twf sy'n ofynnol ar gyfer coed coetir, neu, ar gyfer coed y tu allan i goetir a gwrychoedd, oherwydd nad yw dulliau wedi'u datblygu eto.

Mae map TOW Cymru a'i fodel uchder canopi sylfaenol yn darparu uchderau gofodol penodol ar gyfer yr holl goed a choetiroedd yng Nghymru. Mae argaeledd y data uchder hwn yn caniatáu amcangyfrif mwy cynnil o stoc carbon a chyfraddau atafaelu sy'n gysylltiedig â choed, yn wahanol i gymhwyso cyfradd atafaelu wastad a gymhwysir i bob coeden waeth beth fo'u maint. Mae dulliau cyfrifyddu carbon coed safonol yn seiliedig ar fesuriadau ar y ddaear, gan ddefnyddio rhywogaethau a diamedr boncyff yn bennaf, tra bod data uchder canopi sy'n deillio o LiDAR yn ei ddarparu yn unig. Felly, roedd angen rhywfaint o ailfframio ac ailweithio setiau data a dulliau presennol Forest Research i alluogi rhagfynegi atafaelu carbon yn seiliedig ar uchder coed yn unig.

Datblygiad y fethodoleg a ystyriwyd: data sydd ar gael i ddatblygu tablau edrych i fyny, sut y gall cyfraddau atafaelu amrywio rhwng mathau o lystyfiant, a sut mae gwahanol fathau o lystyfiant ar fferm yn cael eu cofnodi mewn setiau data geo-ofodol. O ganlyniad, datblygwyd methodoleg ar wahân ar gyfer:

Coetir, coedwigoedd bach, a grwpiau bach o goed (fesul ardal o orchudd canopi, yn ôl uchder)
Coed unigol (fesul coeden, yn ôl uchder)
Gwrychoedd (fesul hyd gwrych ar gyfer lled ac uchder penodol)

4.1 Coetir, Coedwigoedd Bach a Grwpiau Bach o Goed

Crëwyd tabl atafaelu carbon wedi'i bwysoli yn ôl arwynebedd ar bob cynnydd o uchder o 0.1 m ar gyfer coetiroedd llydanddail a chonifferaidd. Cymerwyd data atafaelu o CARBINE, model cyfrifyddu carbon Ymchwil Coedwig, ar gyfer coetir heb ei reoli (dim teneuo a dim torri coed). Dewiswyd coetir heb ei reoli ar gyfer conwydd a choed llydanddail, gan mai dyna oedd yr hyn a ystyrid yn fwyaf tebygol o fod yn gyson â rheoli coed ar fferm. Gall CARBINE fodelu cyfraddau atafaelu yn seiliedig ar rywogaethau coed a dosbarth cynnyrch, sy'n fynegai o gynhyrchiant stondinau. Cafodd cyfraddau atafaelu blynyddol lefel y stondin ac uchder pen y stondin (metrig sy'n disgrifio uchder cymedrig y 100 o goed â'r diamedr mwyaf ar uchder y frest (DBH) yr hectar) eu tynnu o CARBINE.

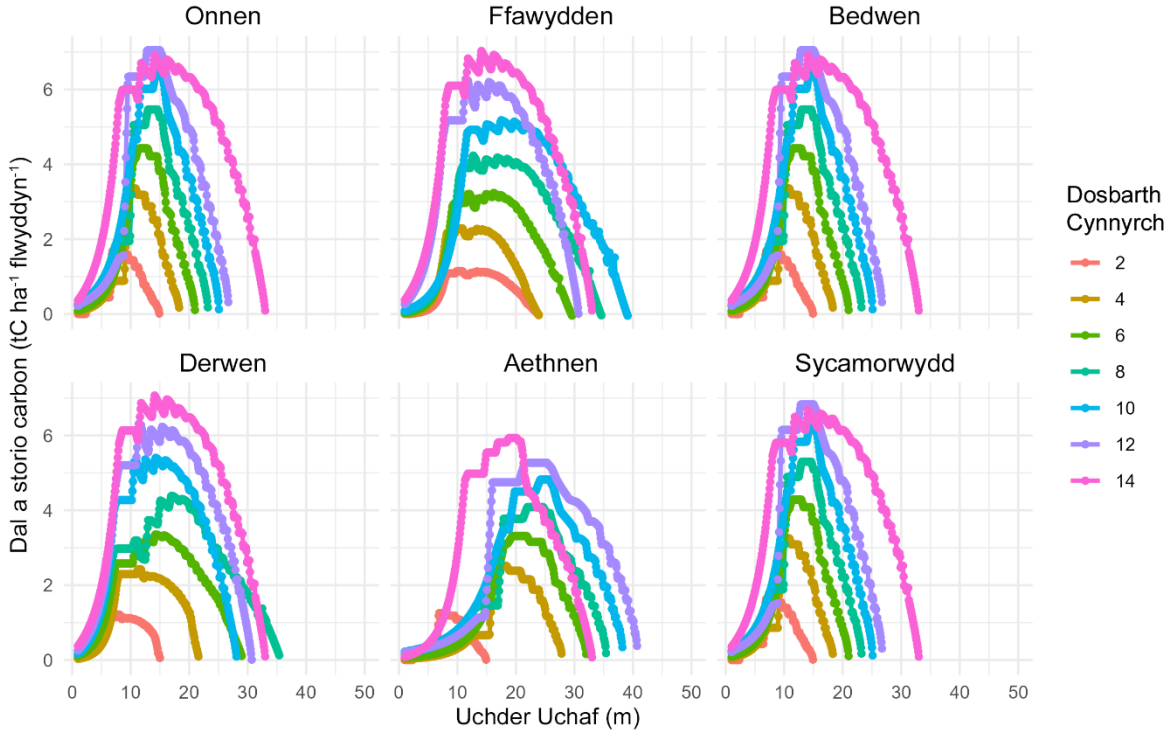
Adroddwyd am atafaelu carbon ar gyfer cyfanswm biomas coed byw. Ni adroddwyd ar garbon mewn pren marw, sbwriel a phridd ar y cam hwn, oherwydd ansicrwydd ac er mwyn cynnal cysondeb â'r mathau eraill o lystyfiant i'w modelu fel rhan o'r prosiect hwn.

Cymhwyswyd y camau canlynol i gyfrifo'r tabl chwilio yn seiliedig ar uchder uchaf.

1. **Creu cromlin atafaelu carbon ym mhob cynnydd uchder uchaf, ar gyfer pob rhywogaeth a dosbarth cynnyrch**

Cafodd y data carbon a adroddwyd yn CARBINE, a adroddir fel arfer fel stoc carbon yn ôl oedran, ei beiriannu'n ôl i greu tabl o newid stoc carbon yn ôl gwerth uchder uchaf, ar gyfer

coetir heb ei reoli. Yna cafodd y gwerthoedd eu rhyngosod i greu tabl o atafaelu carbon bob cynnydd o 10cm o uchder, ar gyfer pob rhywogaeth a dosbarth cynnyrch. Dangosir y cromliniau atafaelu ar gyfer rhywogaethau llydanddail yn Ffigur 4-1.



Ffigur 4-1: Storio carbon yn ôl gwerth uchder wedi'i ryngosod, ar gyfer pob rhywogaeth lydanddail a dosbarth cynnyrch

2. Cyfrifwch gromlin twf pwysol arwynebedd

Cymerwyd arwynebedd pob rhywogaeth, dosbarth cynnyrch, a grŵp oedran (yn ôl band degawdol) o NFI 2011 ar gyfer coetiroedd preifat yng Nghymru. Defnyddiwyd y data hwn gan ei fod ar gael yn rhwydd fel mewnbwn i restr nwyon tŷ gwydr y DU.

Defnyddiwyd hyn i gyfrifo pwysoli arwynebedd pob rhywogaeth a dosbarth cynnyrch ar ystod uchder benodol, fel cyfran o gyfanswm y coetir preifat yng Nghymru. Cyfrifwyd cromlin twf pwysol arwynebedd trwy luosi'r atafaelu ym mhob cyfwng uchder â'r pwysau, ar gyfer pob rhywogaeth a dosbarth cynnyrch, ac yna adio i gael cyfanswm ar gyfer y gwerth uchder hwnnw.

Cafodd sbriws Sitka ei eithrio o'r cyfrifiad ar gyfer coetir conwydd, er mwyn osgoi'r rhagfarn bosibl o gynnwys clystyrau cynhyrchiol sy'n tyfu'n gyflym ac a reolir ar gyfer cynhyrchu pren.

3. Addaswch y gromlin i leihau sŵn

Mae'r gromlin twf pwysol yn ôl arwynebedd yn cynyddu'n gyson ac yna'n amrywio gan nad yw rhai rhywogaethau a chyfuniadau dosbarth cynnyrch wedi'u cynnwys yn y cyfrifiad oherwydd naill ai i) ni allant gyrraedd yr uchder hwnnw, neu ii) mae ganddynt bwysoliad o sero. Mae Ffigur 4-2 yn dangos hyn ar gyfer coetir llydanddail.

I leihau hyn, cymhwyswyd cyfartaledd treigl o ±1m i'r naill ochr a'r llall i'r gwerth uchder uchaf i lyfnhau'r berthynas (a ddangosir yn Ffigur 4-3 ar gyfer coed llydanddail a Ffigur 4-5 ar gyfer

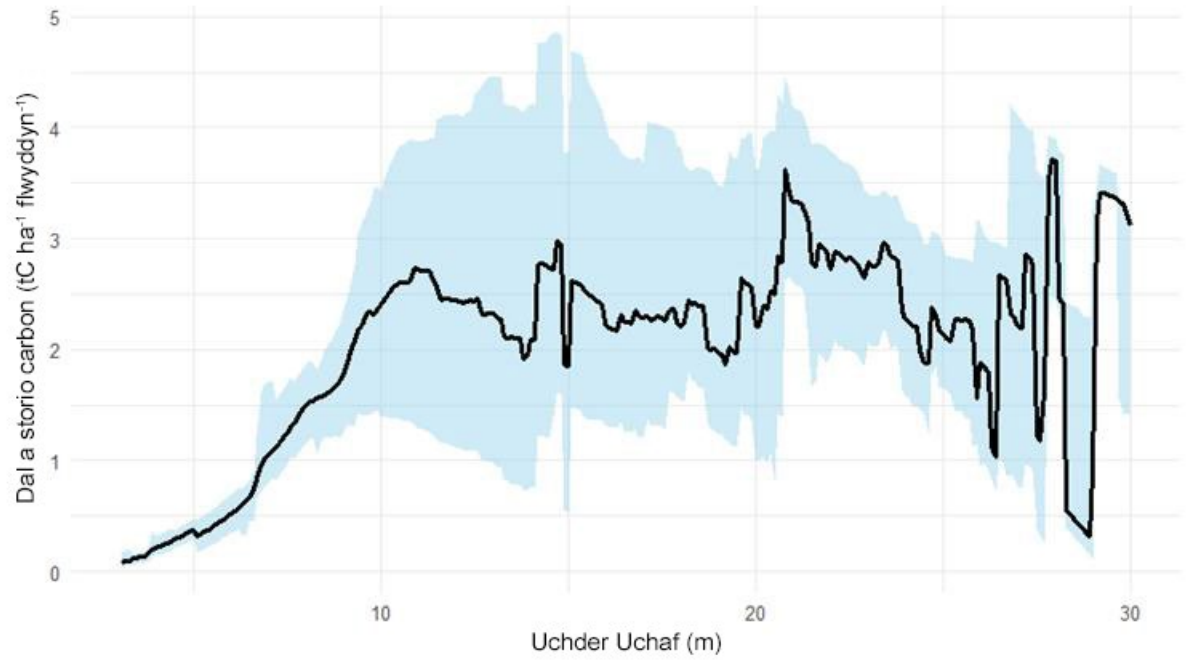
conwydd). Er bod hyn wedi gwella'r berthynas, roedd problem yn parhau o ansicrwydd ac anwadalrwydd cynyddol ar werthoedd uchder uwch, oherwydd nifer llai o gyfuniadau o ddosbarthiadau cynnyrch a rhywogaethau a oedd yn bresennol.

Yna gwnaed addasiad pellach i ryngosod perthynas linellol rhwng y brig cyntaf mewn atafaelu i gafn ar 18 m ar gyfer coed llydanddail ac ar 30 m ar gyfer conwydd. Dewiswyd y gwerthoedd hyn yn weledol yn seiliedig ar drywydd cyffredinol y berthynas, a bwriedir iddynt fod yn geidwadol.

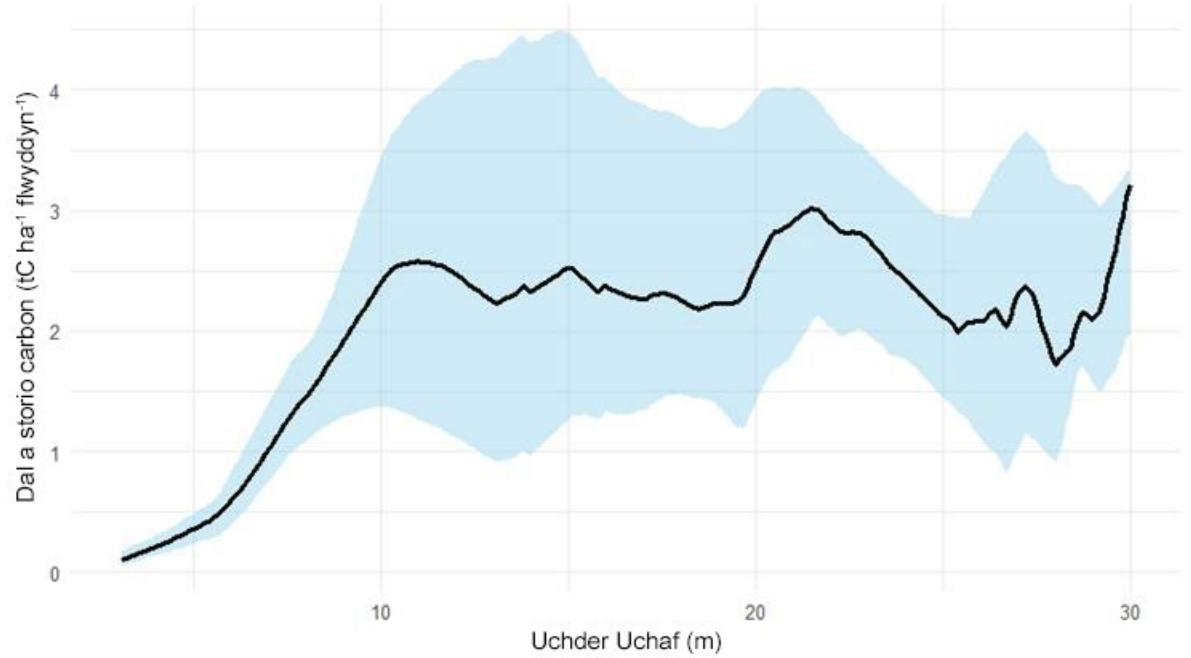
Mae hyn yn darparu perthynas linellol ychydig yn negyddol rhwng uchder coed a dal a storio tyrchod, ar ôl cyrraedd y brig cyntaf, sy'n gyson â'n dealltwriaeth o ostyngiad yn y gyfradd twf mewn coedwigoedd hŷn. Yna allosodwyd y berthynas linellol i 40 m. Dangosir y tablau chwilio terfynol yn Ffigur 4-4 ar gyfer coed llydanddail a Ffigur 4-6 ar gyfer coed conwydd.

4. Cyfrifwch ansicrwydd

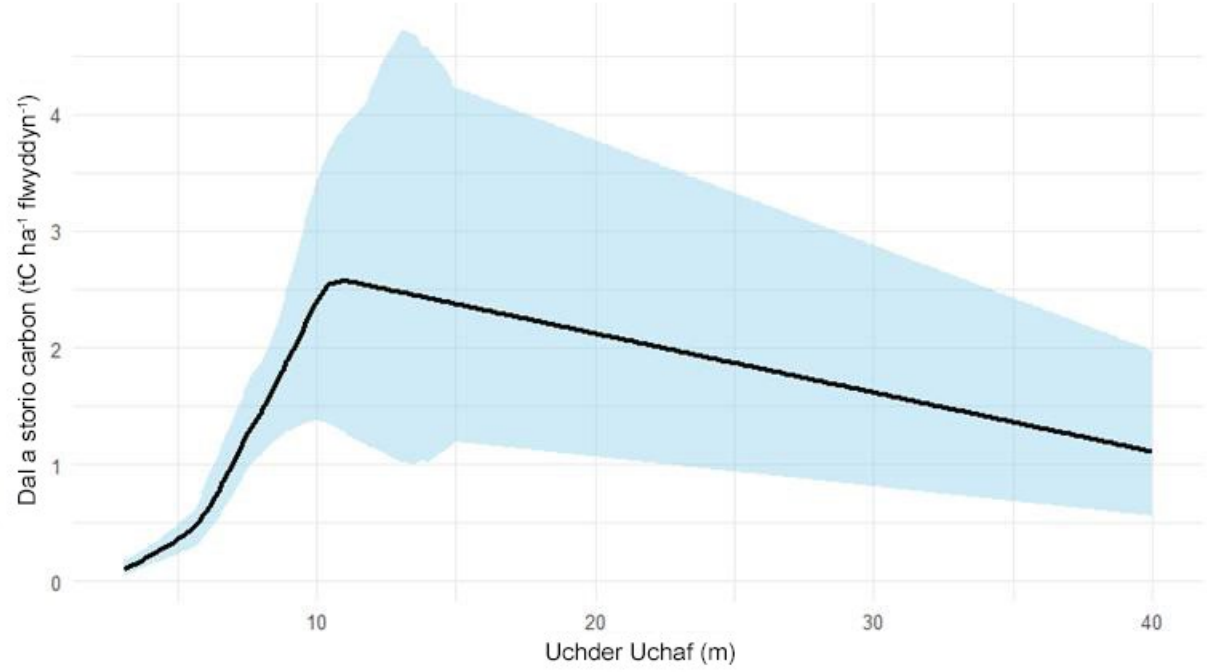
Amcangyfrifwyd gwerth ansicrwydd drwy gyfrifo cymedr pwysol o werthoedd uwchlaw ac islaw'r cymedr cyffredinol, gan ddarparu mesur o ledaeniad sy'n debyg i ddull chwartel pwysol. Mae'r gwerthoedd hyn yn dangos y byddem yn disgwyl i'r gwerth fod o fewn yr ystod hon 50% o'r amser.



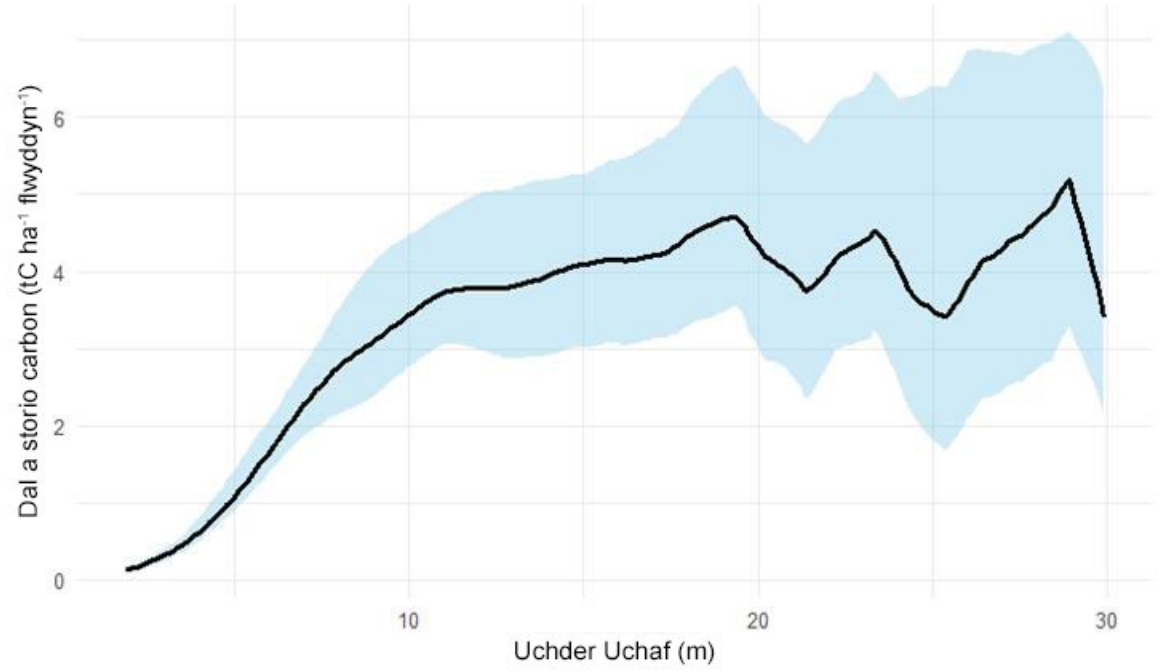
Ffigur 4-2. Y pwysau arwynebedd cymedrig atafaelu yn ôl y tabl uchder uchaf ar gyfer coetir llydanddail. Mae glas yn cynrychioli'r cymedr pwysol ar gyfer pob gwerth uwchlaw ac islaw'r cymedr



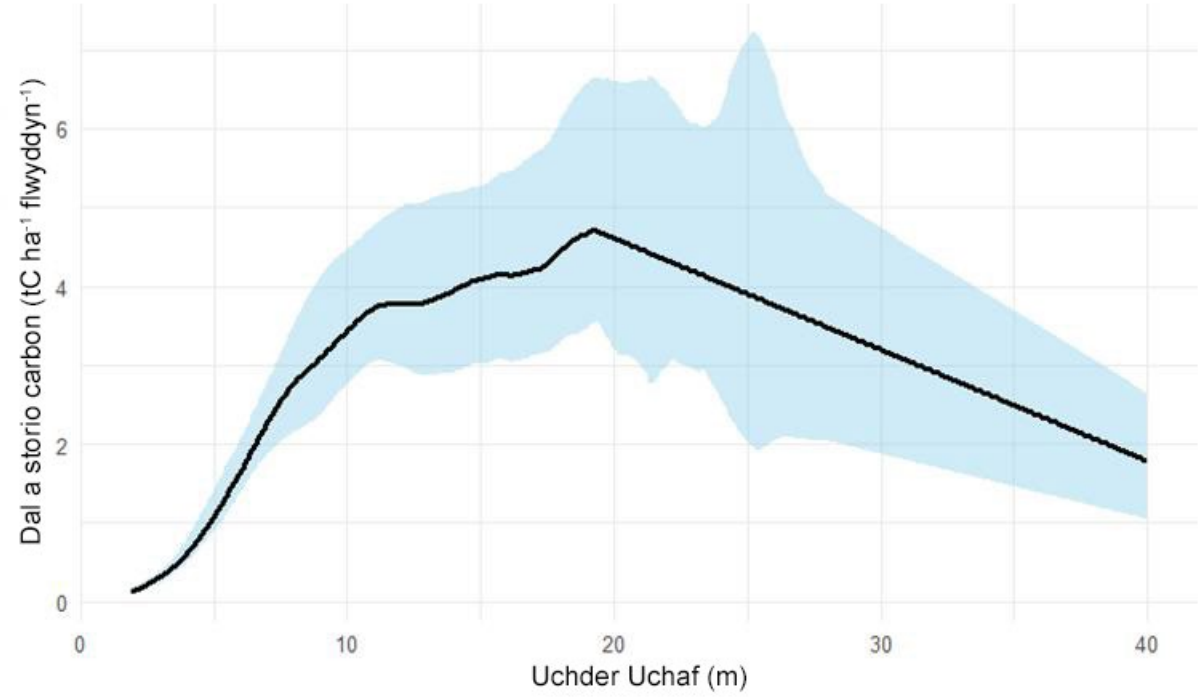
Ffigur 4.3. Y cymedr pwysau arwynebedd sy'n cael ei ddal fesul hectar yn ôl uchder brig ar gyfer coetir llydanddail, gyda chyfartaledd treigl o ±1 m wedi'i gymhwyso. Mae glas yn cynrychioli'r cymedr pwysol ar gyfer pob gwerth uwchlaw ac islaw'r cymedr



Ffigur 4-4. Y cymedr pwysau arwynebedd terfynol i'w ddal fesul hectar yn ôl uchder brig ar gyfer coetir llydanddail, gyda rhyngosodiad llinol yn cael ei gymhwyso ar ôl y brig cyntaf. Mae glas yn cynrychioli'r cymedr pwysol ar gyfer pob gwerth uwchlaw ac islaw'r cymedr



Ffigur 4-5. Y pwysau arwynebedd cymedrig atafaelu fesul hectar yn ôl uchder uchaf ar gyfer coetir conwydd, gyda chyfartaledd treigl o ±1 m wedi'i gymhwyso. Mae glas yn cynrychioli'r cymedr pwysol ar gyfer pob gwerth uwchlaw ac islaw'r cymedr



Ffigur 4-6. Y cymedr pwysau arwynebedd terfynol i'w ddal fesul hectar yn ôl uchder brig ar gyfer coetir llydanddail, gyda rhyngosodiad llinol yn cael ei gymhwyso ar ôl y brig cyntaf. Mae glas yn cynrychioli'r cymedr pwysol ar gyfer pob gwerth uwchlaw ac islaw'r cymedr.

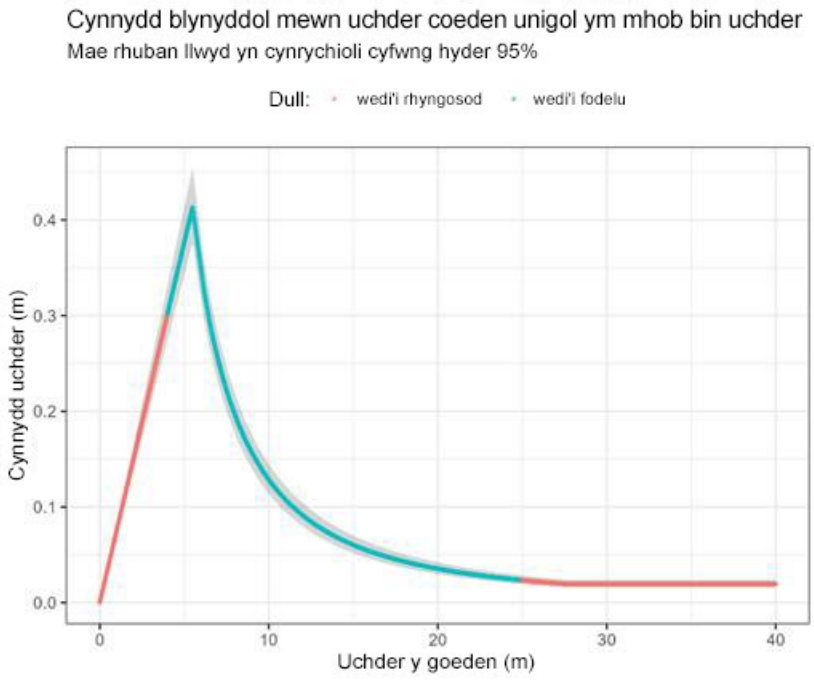
4.2 Coed Unig

Canfuwyd bod gan goed sy'n tyfu ar eu pen eu hunain berthnasoedd twf a storio carbon gwahanol o'i gymharu â choed sy'n tyfu mewn coedwigoedd (Forrester *et al.,* 2017; Moeys *et al.,* 2025). Gall llai o gystadleuaeth am olau olygu twf uchder arafach, gyda mwy o ddyraniad o fiomas blynyddol i ddiamedr coesyn a thwf canghennau yn lle hynny, a stociau carbon uwch fesul coeden nag mewn coed a dyfir mewn coedwigoedd. Mae hyn yn awgrymu y bydd setiau data penodol i TOW yn darparu amcangyfrifon mwy cynrychioliadol o gyfraddau atafaelu carbon ar gyfer coed unigol, yn hytrach nag allosod gwerthoedd coetiroedd.

Amcangyfrifwyd cyfradd atafaelu coed unigol trwy gyfuno asesiadau ar wahân o fiomas a thwf penodol i TOW. Aseswyd yr ansicrwydd gan ddefnyddio cyfyngau hyder cyfun o fodelau uchder a biomas. Mae cyfyngau hyder yn cynrychioli'r ystod o werthoedd lle disgwylir i'r gyfradd atafaelu gymedrig fod ynddi, gyda sicrwydd o 95%.

4.2.1 Cynnydd Uchder

Modelwyd cyfradd twf uchder coed unigol o astudiaeth a gyfrifodd oedran ac uchder pum rhywogaeth llydanddail a leolir mewn parciau ar draws pedair dinas yn y DU (Vaz Monteiro *et al.,* 2017). Echdynnwyd y cynnydd mewn uchder ym mhob bin uchder ynghyd â chyfyngau hyder. Cafodd cynnydd ar gyfer uchderau y tu hwnt i ystod y set ddata gychwynnol (4 i 25 m) eu rhyngosod, gan dybio nad oes cynnydd o gwbl ar uchder sero (Ffigur 4-7).



Ffigur 4-7. Cynnydd uchder blynyddol a ragwelir ym mhob bin uchder coeden ar gyfer coed unigol. Mae lliw'r llinell yn nodi ffynhonnell y data, gyda'r llinell las yn nodi data sy'n deillio'n uniongyrchol o'r model twf uchder a'r llinell oren yn nodi lle mae cynnydd mewn uchder wedi'i ryngosod y tu hwnt i ystod uchder gychwynnol y model. Mae'r rhuban llwyd yn dangos cyfyngau hyder o 95%.

4.2.2 Stociau Carbon Coed Unig

Amcangyfrifwyd biomas coediog uwchben y ddaear mewn coed unigol gan ddefnyddio set ddata biomas TOW a gasglwyd fel rhan o brosiect arall yn amcangyfrif stociau carbon ar gyfer map TOW Lloegr. Ailfodelwyd y set ddata hon i ddarparu hafaliad uniongyrchol uchder i fiomas gyda chyfyngau hyder. Cymhwyswyd yr hafaliad hwn i ragweld biomas uwchben y ddaear ar finiau o uchder o 0.1 m. Cafodd biomas coediog uwchben y ddaear ei drawsnewid yn fiomas coediog coed cyfan gan ddefnyddio ffactor trosi gwreiddyn:cyffyn o 0.26 (Cairns *et al*., 1996). Mae biomas coediog yn cynrychioli'r holl fiomas yn y goeden ar wahân i fiomas dail. Troswyd biomas yn garbon drwy luosi gwerth y biomas â ffactor cynnwys carbon o 0.5, yn gyson â'r gwerth a ddefnyddiwyd yn CARBINE.

4.2.3 Cyfraddau Dal Carbon Coeden Unig

Amcangyfrifwyd cynnydd uchder rhagfynegol ar ôl 1 flwyddyn o dwf ar gyfer gwerthoedd uchder wedi'u binio o 0.1 m, yna cyfrifwyd y stociau carbon ar gyfer uchder ym mlwyddyn 1 a blwyddyn 2. Cyfrifwyd y gyfradd atafaelu fel y gwahaniaeth mewn stociau carbon amcangyfrifedig ar uchderau blynyddoedd 1 a 2, lle mae uchder blwyddyn 2 yn uchder cychwynnol ynghyd â'r cynnydd uchder blynyddol.

Er mwyn mynd i'r afael â'r amrywioldeb mawr yn y data o tua 17 m o uchder ymlaen, defnyddiwyd dull tebyg i'r un a gymhwyswyd ar gyfer coed coetir. Yn gyntaf, defnyddiwyd cyfartaledd treigl o ±1 m i lyfnhau'r data (Ffigur 4-8). Yna, er mwyn llyfnhau'r amrywioldeb sy'n weddill a darparu amcangyfrif ceidwadol ar gyfer coed mawr, cymhwyswyd cyfradd atafaelu gyson o uchder 17 m ymlaen (Ffigur 4-9). Mae'r dull hwn yn ddoeth oherwydd cyfyngiadau yn y setiau data sydd ar gael:

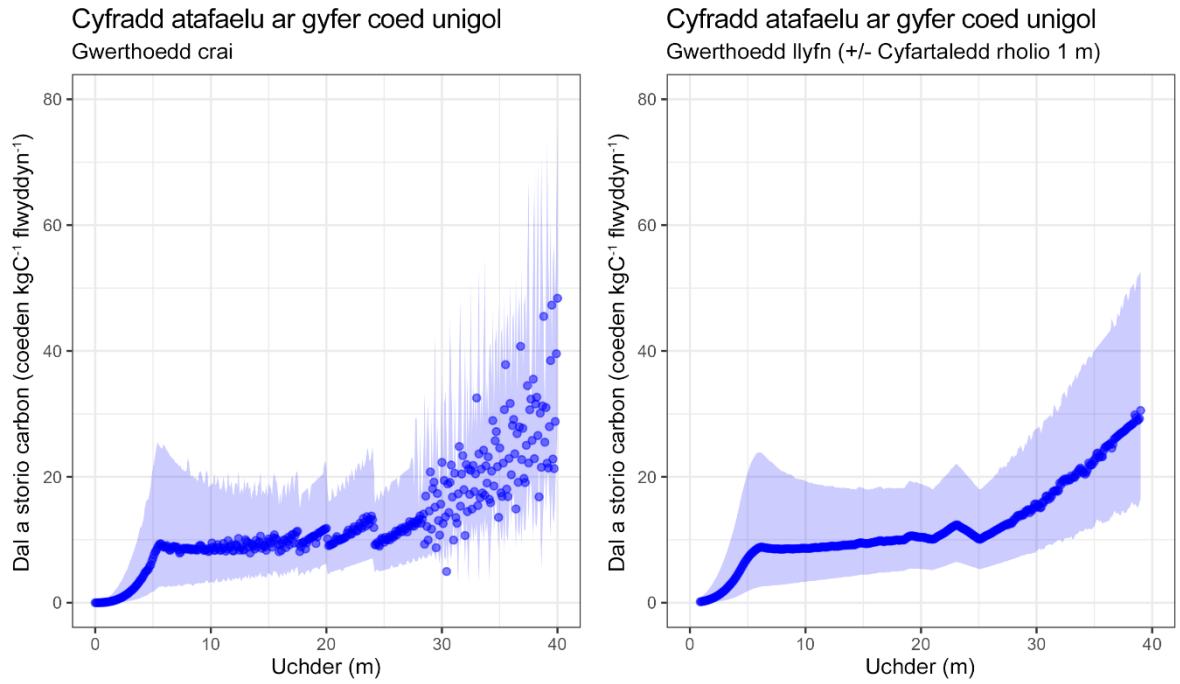
- Mae diffyg data ar gyfer coed mawr, gan wneud amcangyfrifon ar gyfer y coed hyn yn llai cadarn,
- mae'r setiau data twf a biomas yn rhagfarnllyd i rywogaethau coed mwy (e.e. ffawydd nid afalau),
- mae'r data'n tueddu i gael ei gasglu o goed mewn cyflwr rhagorol, nad yw efallai'n wir am bob coeden ar dir fferm.

Mae'r cyfraddau atafaelu terfynol hyd yn oed yn ~ 10 kg o goeden C^{-1} y flwyddyn $^{-1}$, gydag amcangyfrif is o ~ 5 kg C ac amcangyfrif uchaf o 18 kg C. Cymharol ychydig o gyfraddau atafaelu fesul coeden sydd yn y llenyddiaeth i gymharu'r cyfraddau hyn â nhw. Fodd bynnag, canfuwyd eu bod o fewn yr un ystod â'r rhai a adroddwyd yn Simovic *et al*. (2024) a Hand & Doick (2021).

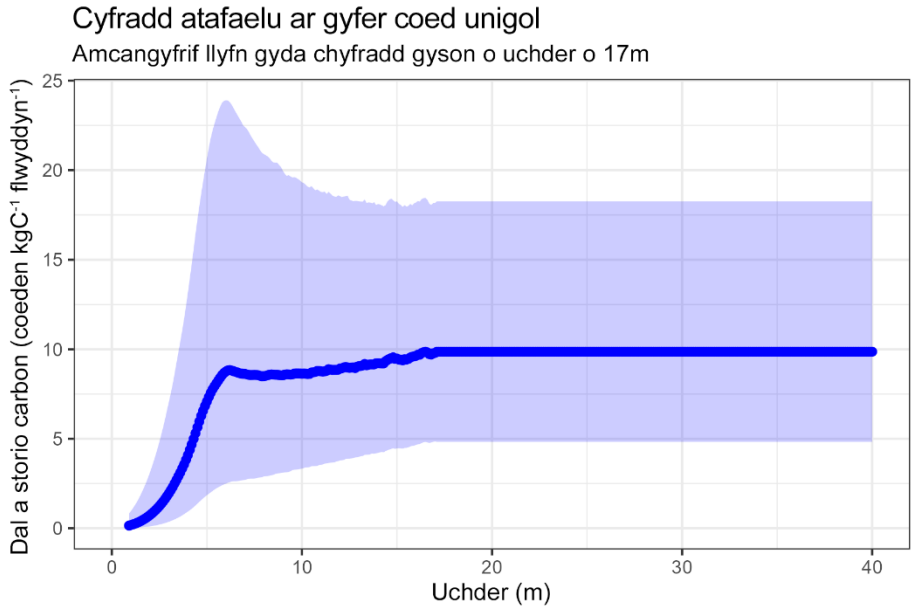
Allbwn y dull hwn yw tabl edrych i fyny o gyfradd atafaelu carbon (kg C coeden $^{-1}$ flwyddyn $^{-1}$ a t CO_2 coeden $^{-1}$ flwyddyn $^{-1}$) ar gyfer uchder coed ar gynnydd o 0.1 m hyd at 40 m o uchder. Darperir amcangyfrif isaf ac uchaf o'r gwerth cymedrig (sy'n deillio o gyfyngau hyder 95%) hefyd. Yn wahanol i'r data coetir, nid yw'r chwiliad am goed unigol yn gwahaniaethu rhwng coed conwydd a choed llydanddail, ac nid yw'n cael ei bwysoli yn seiliedig ar ddosbarthiad gwahanol rywogaethau. Mae hyn oherwydd dau brif reswm:

- Mae data biomas a thwf cyfyngedig ar gael ar gyfer coed unigol, gyda'r mwyafrif helaeth o hyn ar gael ar gyfer rhywogaethau coed llydanddail yn unig. Felly, nid oedd ceisio deillio hafaliadau ar wahân ar gyfer gwahanol fathau neu rywogaethau o goed yn bosibl.

- Disgwylir i fwyafrif y TOW fod yn rhywogaethau llydanddail (Comisiwn Coedwigaeth, 1983; 2001), felly mae'n annhebygol y bydd peidio â gwahaniaethu cyfraddau atafaelu conwydd yn cael effaith fawr ar y cyfraddau atafaelu cyffredinol a ragwelir.



Ffigur 4-8. Cyfraddau atafaelu fesul coeden ar gyfer coed unigol ar y chwith: gwerthoedd crai a'r dde: gwerthoedd gyda chyfartaledd treigl o ±1m wedi'i gymhwyso. Mae'r ardal rhuban yn cynrychioli cyfwng hyder o 95%



Ffigur 4-9. Amcangyfrif o gyfradd atafaelu carbon fesul coeden ar gyfer coed unigol gyda rhagfynegiad llyfn a chyfradd atafaelu gyson o 17 m o uchder ymlaen. Mae'r ardal rhuban yn cynrychioli cyfwng hyder 95%

4.2.4 Ansicrwydd Coeden Unig

Mae'r amcangyfrifon uchaf ac isaf a ddarperir yn y gwerthoedd chwilio am goeden unigol yn cynrychioli'r cyfyngau hyder cyfun o'r model twf uchder a'r model biomas. Cynhyrchwyd yr amcangyfrifon cyfun drwy baru'r amcangyfrif is cyfatebol o'r model uchder ag amcangyfrif y model biomas, gyda'r broses hon yn cael ei hailadrodd ar gyfer yr amcangyfrif cymedrig a'r amcangyfrif uchaf.

Dylid ystyried bod ansicrwydd y dull hwn yn uchel, yn bennaf oherwydd data cyfyngedig i adeiladu modelau twf a biomas ohono, ond dylid nodi hefyd bod y terfynau uchaf ac isaf a adroddir ar gyfer y dull hwn yn cynrychioli'r gwall yn y gwerth cymedrig amcangyfrifedig ar unrhyw uchder. Bydd yr amrywioldeb mewn gwerthoedd atafaelu carbon ar gyfer unrhyw un goeden yn fwy amrywiol na'r ystod a roddir yn yr amcangyfrifon ansicrwydd uchaf ac isaf. Disgrifir cyfyngiadau'r dull hwn yn fanylach yn adran 6.2.

4.3 Gwrychoedd

Mae cyfraddau atafaelu carbon gan wrychoedd yn wahanol i rai coetir a choed unigol oherwydd eu bod yn cael eu rheoli'n aml trwy ffugio, eu cyfansoddiad rhywogaethau llwynog, dwysedd plannu coesynnau uwch, a'u trefniant llinellol.

Mae cyfraddau atafaelu yn deillio o newidiadau wedi'u modelu yn stoc carbon gwrychoedd dros amser gan ddefnyddio gwerthoedd o'r llenyddiaeth gyhoeddedig, gan gynnwys carbon yn y biomas uwchben y ddaear, biomas islaw'r ddaear a phridd.

Diffiniad Gwrych

Gellir diffinio gwrychoedd fel unrhyw linell ffin o goed neu lwyni dros 20 m o hyd a llai na 5 m o led, a lle mae unrhyw fylchau rhwng y rhywogaethau coed neu lwyni yn llai nag 20 m o led (Bickmore, 2002; JNCC, 2011).

Ar gyfer deillio cyfraddau atafaelu ar gyfer gwrychoedd sefydledig ar ffermydd yng Nghymru gan ddefnyddio nodweddion gwrychoedd gofodol o uchder, lled a hyd, fe wnaethom gyfrifo cyfraddau atafaelu i'w cymhwyso i 1.0 m o hyd gwrych ar gyfer bwcedi 0.25 m o led a bwcedi 0.1 m o uchder, ar gyfer gwrychoedd rhwng 0.5 m a 5 m o uchder a lled. Mae mesuriadau uchder a lled sy'n deillio o LiDAR hyd at ymyl allanol biomas y gwrych a dylid eithrio bylchau mewn gwrychoedd.

4.3.1 Rhagdybiaethau Dull Gwrychoedd

Gwnaed y rhagdybiaethau canlynol i fynd i'r afael â chyfyngiadau ar argaeledd data:

- Tybir bod data LiDAR yn gyfredol, hynny yw, tybir bod gwrychoedd yn dal i fodoli, a'u bod yr un maint a chyflwr ag yr oeddent pan sganiwyd hwy; ni chymhwyswyd unrhyw addasiad ar gyfer newid ers y sganio, nac ystyriaeth o'r amrywiad yn nyddiad y sgan.
- Tybir mai draenen wen yw rhywogaethau gwrychoedd yn bennaf. Draenen wen yw 70% o wrychoedd y DU. Mae asesiad o ddal carbon gwrychoedd wedi bod yn bennaf ar gyfer gwrychoedd draenen wen ac mae data cyfyngedig ar gael ar gyfer amrywiad yn ôl rhywogaeth.
- Tybir bod pob gwrych yn dilyn cyfraddau twf cyfartalog (o Maskell *et al.*, 2025) ac yn iach. Nid oes digon o dystiolaeth o amrywioldeb mewn cyfraddau twf ar draws safleoedd neu yn ôl amodau safle, gan gynnwys effeithiau hinsawdd, pridd, uchder neu amlygiad i wynt.

- Tybir bod gwrychoedd a reolir yn cael eu tocio'n raddol bob 3 blynedd, heb fod pob gwrych fferm yn cael ei docio ar unwaith sy'n sicrhau parhad cynefin i fywyd gwyllt, felly mae cyfraddau atafaelu yn gyfartaleddau blynyddol cymedrig ar draws y cyfnod tocio tair blynedd. Tybir nad yw gwrychoedd wedi'u tocio ychydig cyn asesiad LiDAR. Nid yw'r biomas a dynnir yn ystod tocio ac adnewyddu gwrychoedd wedi'i gynnwys yn yr amcangyfrifon atafaelu, gan fod y mwyafrif yn cael ei golli trwy bydredd neu losgi, ac mae effeithiau dadleoli ar gyfer tanwydd coed y tu allan i'r cwmpas. Tybir hefyd fod y cynnydd cynyddrannol mewn maint hefyd yn digwydd yn ailddyfiant y biomas.
- Mae arolygon yn dangos bod 50% o wrychoedd ledled Cymru yn cael eu rheoli'n dda (Maskell *et al.,* 2025). Nid oes data ar gael ar hanes rheoli gwrychoedd penodol, felly mae cyfraddau ar gyfer gwrychoedd dan reolaeth a gwrychoedd heb eu rheoli yn cael eu cyfartaleddu a'u cymhwyso ar draws pob fferm.
- Mae cyfraddau atafaelu gwrychoedd yn uwch yn y ~12 blynyddoedd ar ôl plannu nag ar ôl eu sefydlu a'r isaf mewn hen wrychoedd (Biffi *et al.,* 2023). Ar gyfer gwrychoedd a reolir, rydym yn eithrio'r cyfnod sefydlu ac yn cymryd yn ganiataol nad yw gwrychoedd wedi cyrraedd y stociau carbon mwyaf.
- Argymhellir adnewyddu gwrychoedd trwy osod neu goedlannu bob 20-30 mlynedd i gynnal strwythur trwchus (PTES, 2026), er yn ymarferol efallai na fydd adnewyddu yn digwydd mor aml ar draws pob fferm. Mae adnewyddu yn cael gwared ar gyfran o'r biomas uwchben y ddaear, a fyddai'n arwain at allyriadau yn ystod y flwyddyn ac yna ailddyfiant. Ar hyn o bryd nid oes digon o ddata i adlewyrchu effeithiau adnewyddu ar atafaelu carbon gwrychoedd. Tybir bod effeithiau adnewyddu ar faint gwrychoedd wedi'u hymgorffori o fewn newidiadau cymedrig mewn uchder a lled, ac na fydd adnewyddu yn digwydd rhwng LiDAR a'r flwyddyn yn dilyn cymhwyso'r dull hwn.
- Cymhwysir cyfraddau atafaelu pridd gwrychoedd ar gyfer gwrychoedd sefydledig, a thybir nad yw stociau carbon pridd wedi cyrraedd cydbwysedd eto. Nid oes digon o dystiolaeth i ddeillio perthynas rhwng cyfraddau dal carbon pridd ac uchder gwrychoedd, ar gyfer gwrychoedd a reolir a gwrychoedd heb eu rheoli, nac i ystyried gwahaniaethau yn y math o bridd, er y tybir nad yw priddoedd yn organig.

4.3.2 Biomas Gwrychoedd

4.3.2.1 Biomas Gwrychoedd Uwchben y Ddaear

Cyfrifir y stociau carbon ym miomas gwrych un metr o hyd o briodoleddau maint gwrych ac amcangyfrifon o dwf, a gwerthoedd cyhoeddedig o ddwysedd carbon, hynny yw, y stociau carbon fesul metr ciwbig o fiomas gwrych. Mae cyfraddau atafaelu blynyddol yn deillio o'r newid mewn stociau carbon dros amser.

Cynnydd Twf Gwrychoedd

Rhwng arolygon yn 2016 a 2022, cynyddodd lled cymedrig gwrychoedd ledled Cymru o 2.10 i 2.29 m a chynyddodd yr uchder cymedrig o 1.86 i 2.03 m (Maskell *et al.*, 2025). Mae hyn yn cyfateb i gynnydd blynyddol cyfartalog o 0.032 m o led (Ll) a 0.028 m o uchder (Uchel), gan gynnwys gwrychoedd dan reolaeth a gwrychoedd heb eu rheoli.

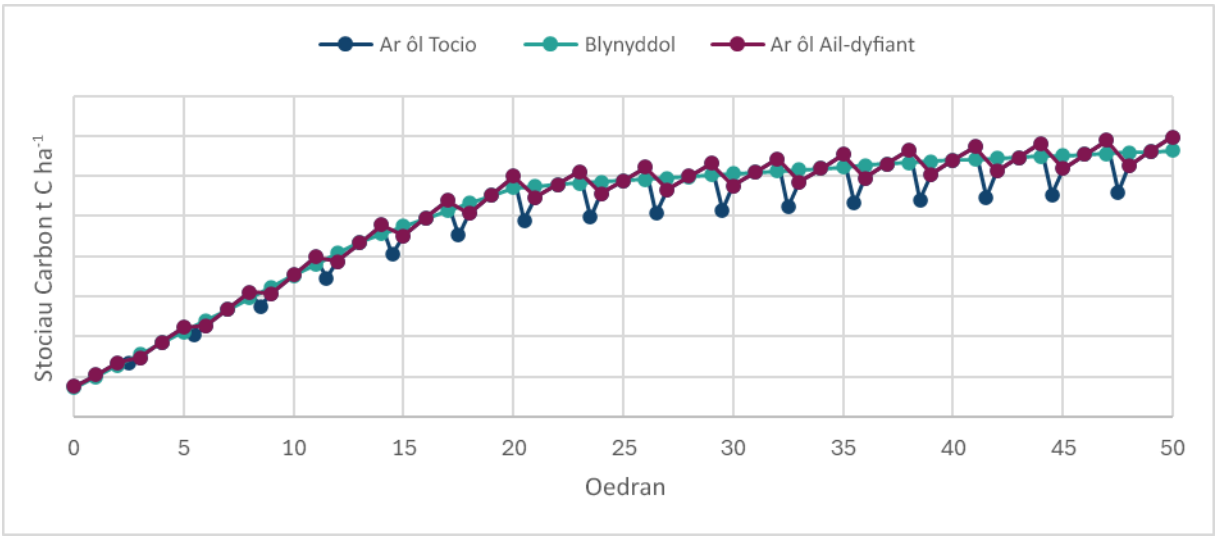
Tybir bod gwrychoedd a reolir yn cael eu tocio'n raddol bob 3 blynedd, gan ddilyn gofynion cynllun amaeth-amgylcheddol i beidio â thocio'r gwrych mewn blynyddoedd olynol. Cynnydd blynyddol cymedrig sy'n hafal i draean o'r cynnydd 3 blynedd, gan dybio bod traean o wrychoedd fferm yn cael eu tocio bob blwyddyn (Ffigur 4-11). Argymhellir tocio cynyddrannol, sy'n caniatáu i uchder a lled y gwrych gynyddu 5-10 cm bob toc i atal ffurfio cnapiau a chynnal biomas trwchus (Ffigur 4-10). Heb docio cynyddrannol, mae'n debygol y byddai cyfraddau atafaelu yn arafu dros amser. Mae'r cynnydd blynyddol cymedrig o Maskell

et al. (2025) yn cyfateb i gynnydd o 9.5 cm mewn lled ac 8.5 cm mewn uchder dros y cyfnod tocio 3 blynedd, o fewn yr ystod a argymhellir ar gyfer gwrychoedd sy'n cael eu tocio'n raddol, ond ar y pen uchaf.



Ffigur 4-10. Trawstoriad gwrych, yn dangos cynnydd mewn maint gyda thocio cynyddrannol (PTES, 2026).

Ar gyfer gwrychoedd heb eu rheoli, nid yw'r cynnydd twf yn ddibynnol ar docio, ac yn hytrach mae'n dibynnu ar newidynnau gan gynnwys amodau'r safle, rhywogaethau ac oedran. Nid oes digon o ddata ar gyfer cyfradd twf gwrychoedd heb eu rheoli ar draws mathau o safleoedd. Cymhwysir yr un cynnydd ag ar gyfer gwrychoedd a reolir, ond gyda dwysedd carbon is.



Ffigur 4-11. Enghraifft o stociau carbon biomas uwchben y ddaear ar gyfer gwrychoedd a reolir trwy eu tocio bob 3 blynedd, gan ddangos stociau ar ôl tocio, ar ôl aildyfu, a chyfartaleddau blynyddol

Tybir mai lled (W1) ac uchder (H1) cychwynnol y gwrych yw'r rhai a fesurwyd yn ystod arolwg LiDAR mewn metrau. Mae lled y gwrych ar ôl blwyddyn (W2) yn hafal i'r lled cychwynnol ynghyd â'r cynnydd lled blynyddol (Wi), yn yr un modd mae'r uchder (H2) yn hafal i'r uchder cychwynnol ynghyd â'r cynnydd uchder blynyddol (Hi). Mae cyfaint cychwynnol y gwrych (V1) yn hafal i luoswm yr uchder, y lled a hyd yr adran gychwynnol (1

metr) [V1 = L*W1*H1], gyda chyfaint ar ôl y cynnydd blynyddol cymedrig (V2) yn hafal i luoswm yr uchder a'r lled ar ôl y twf cynyddrannol a hyd o 1 metr (V2 = L*W2*H2).

Y cynnydd blynyddol cyfartalog yng nghyfaint y gwrych (Vi) ar gyfer un metr o wrych (mewn$^{m^3}$ m^{-1}), yw'r cyfaint ar ôl y cynnydd cynyddrannol llai cyfaint cychwynnol y gwrych. [Vi = V2 – V1]. Mae'r gyfradd flynyddol o atafaelu fesul metr o hyd gwrych (kg CO_2 m^{-1} yr^{-1}) yn hafal i'r cynnydd blynyddol cymedrig yng nghyfaint y gwrych fesul metr (Vi, m^3 m^{-1}) wedi'i luosi â dwysedd carbon.

Dwysedd Carbon

Y gwerthoedd dwysedd carbon cymedrig ar gyfer gwrychoedd yn y llenyddiaeth yw 1.42 kg C m^{-3} (5.21 kg CO_2 m^{-3}) ar gyfer gwrychoedd a reolir a 0.97 kg C m^{-3} (3.56 kg CO_2 m^{-3}) ar gyfer gwrychoedd sydd wedi gordyfu heb eu rheoli (Biffi *et al.*, 2023, Beauchamp *et al., wrth ei baratoi*). Mae dwysedd carbon yn is mewn gwrychoedd heb eu rheoli nad ydynt yn cael eu tocio'n rheolaidd oherwydd bod y canghennau isaf yn dod yn gysgodol gan arwain at lai o ganghennau wrth waelod y gwrych, a mwy o ganghennu a lledaenu yn rhan uchaf y gwrych. Nid yw gwerthoedd dwysedd carbon ar gael ar gyfer gwrychoedd sydd wedi'u gor-dorri mewn cyflwr gwael, a chymhwysir y gwerth ar gyfer gwrychoedd heb eu rheoli.

Cyfraddau Dalfa Gwrychoedd

Roedd cyfraddau atafaelu gan y biomas uwchben y ddaear yn amrywio o 0.16 i 1.57 t CO_2 km^1 $flwyddyn^{-1}$ ar gyfer gwrychoedd a reolir, ac o 0.11 i 1.06 t CO_2 km^{-1} $flwyddyn^{-1}$ ar gyfer gwrychoedd heb eu rheoli. Gan dybiaeth bod tua 50% o wrychoedd yng Nghymru yn cael eu rheoli ac mewn cyflwr da, cyfartaleddwyd cyfraddau ar gyfer gwrychoedd a reolir a heb eu rheoli i ddeillio gwerthoedd i'w cymhwyso'n lleol heb wybod cyflwr rheoli gwrychoedd. Roedd y gwerthoedd cyfartalog yn amrywio o 0.13 i 1.31 t $CO_2$$km^{-1}$ yr^{-1} yn ôl maint y gwrych, gweler Ffigur 4-12.

4.3.2.2 Biomas Tanddaearol Gwrychoedd

Mae asesiadau dinistriol o fiomas gwrychoedd tanddaearol yn gyfyngedig, ac fel arfer mae cymhareb gwreiddiau i egin yn cael ei chymhwyso i amcangyfrifon biomas uwchben y ddaear i ddeillio stoc carbon tanddaearol a chyfraddau atafaelu. Mae cymarebau gwreiddyn:cyffyn ar gyfer gwrychoedd yn uwch nag ar gyfer coed a choedwigoedd, a'r ddamcaniaeth yw bod hyn oherwydd tocio rheolaidd yn hyrwyddo biomas tanddaearol wrth gyfyngu ar y biomas uwchben y ddaear (Axe *et al.*, 2017). Nid yw biomas islaw'r ddaear yn dirywio gyda thocio neu adnewyddu trwy osod neu goedlannu i'r un graddau â biomas uwchlaw'r ddaear (Axe *et al.,* 2017).

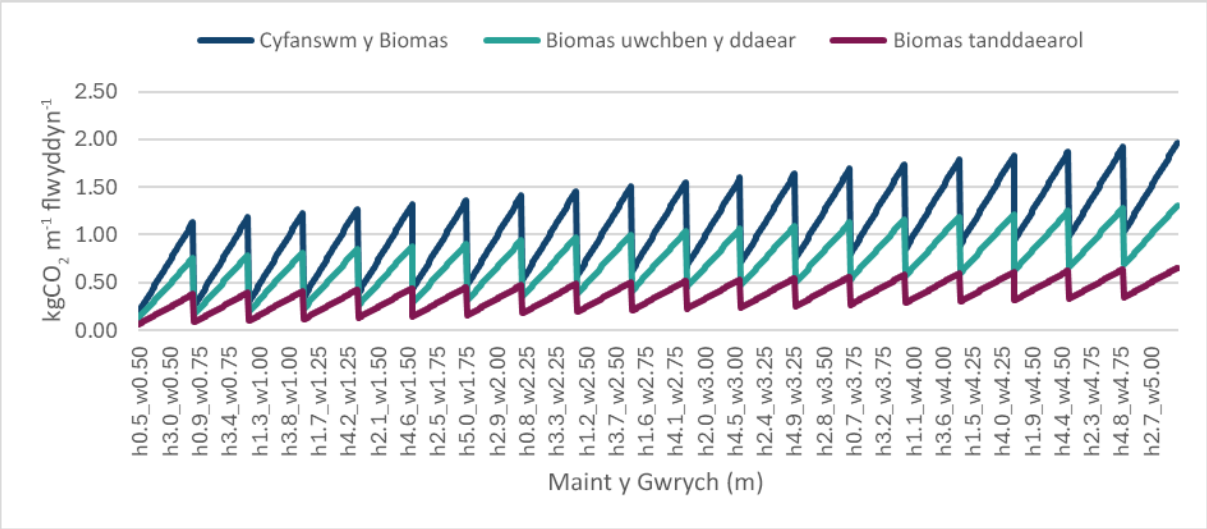
BGB:AGB roedd y gymhareb ar gyfer gwrychoedd yn amrywio o 0.16 i 0.94 (Axe *et al.*, 2017, Black *et al*., 2023, Drexler *et al.,* 2023). Roedd y gymhareb uchaf o 0.94 (Axe et al., 2017) yn cynnwys biomas yn y carthion coedlan yn yr amcangyfrif tanddaearol. Canfu Black *et al.,* (2023) gymhareb o 0.16 i 0.74, gyda chymhareb uwch mewn gwrychoedd a reolir yn fwy dwys, tra bod gwrychoedd iau a heb eu rheoli yn debygol o fod â chymhareb is. Adroddwyd cymhareb ar gyfer coed rhwng 0.2 - 0.33, ar gyfer llwyni o 0.5 (Mokany *et al*., 2006), a gwrychoedd aeddfed o 0.7 (Drexler *et al.,* 2024). Yn y fethodoleg hon, cymhwyswyd cymhareb gwreiddyn canolog i egin o 0.5, gan y tybir nad yw gwrychoedd yn aeddfed nac yn newydd eu plannu, ac mae cyflwr y gwrychoedd yn amrywio, gyda hanner mewn cyflwr da. Mae stociau carbon islaw'r ddaear tua hanner stociau carbon uwchlaw'r ddaear, felly cyfrifir cyfraddau atafaelu carbon gan y biomas islaw'r ddaear fel hanner biomas uwchlaw'r ddaear.

Roedd yr atafaelu gan y biomas tanddaearol yn amrywio o 0.08 i 0.78 t CO_2 km^{-1} y $flwyddyn^{-1}$ ar gyfer gwrychoedd a reolir, o 0.05 i 0.53 t CO_2 km^{-1} y $flwyddyn^{-1}$ ar gyfer gwrychoedd a

reolir ac o 0.07 i 0.66 t CO_2 km^{-1} y $flwyddyn^{-1}$ ar gyfer gwrychoedd cyffredin, gweler Ffigur 4-12.

4.3.2.3 Biomas Cyfanswm Gwrychoedd

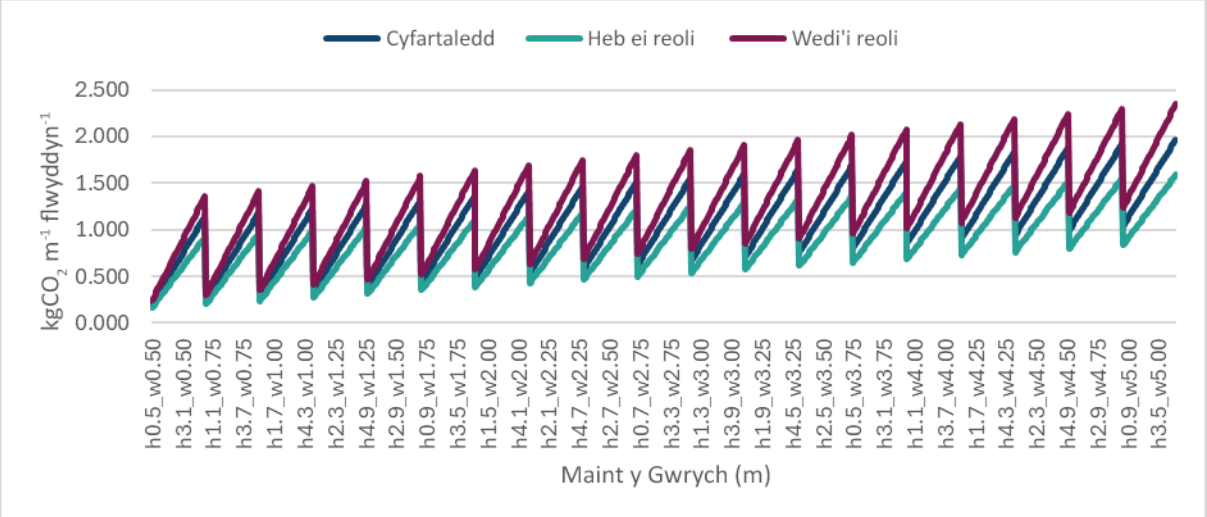
Y cyfanswm o atafaelu gan y biomas yw'r cyfuniad o gyfraddau uwchben y ddaear ac islaw'r ddaear. Dangosir y gwerthoedd cyfartalog a fydd yn cael eu cymhwyso ar gyfer biomas uwchben y ddaear, islaw'r ddaear a chyfanswm yn Ffigur 4-12.



Ffigur 4-12. Dal a storio biomas yn ôl maint ar gyfer gwrychoedd cyffredin, ar gyfer hyd un metr o fiomas uwchben y ddaear, biomas islaw'r ddaear a chyfanswm biomas.

Dangosir cyfanswm y biomas a gedwir yn ôl maint y gwrych ar gyfer hyd un metr o wrychoedd a reolir, heb eu rheoli a gwrychoedd cyffredin, gyda chynnydd o 8.5 cm mewn uchder a chynnydd o 9.5 cm mewn lled bob 3 blynedd yn Ffigur 4-13.

Roedd cyfanswm yr atafaelu biomas ar gyfer gwrychoedd a reolir yn amrywio o 0.24 i 2.35 t CO_2km^{-1} y $flwyddyn^{-1}$ ac ar gyfer gwrychoedd heb eu rheoli o 0.16 i 1.59 t CO_2km^{-1} y $flwyddyn^{-1}$. Mae'r gwerthoedd cymedrig a fydd yn cael eu cymhwyso yn amrywio o 0.20 i 1.97 t CO_2km^{-1} yr^{-1}.

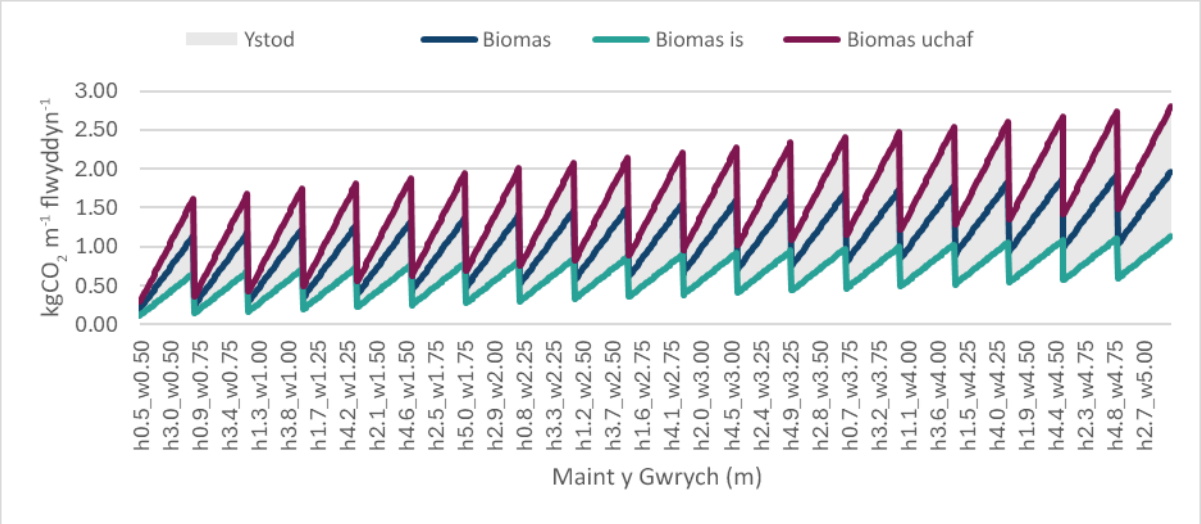


Ffigur 4-13. Cyfanswm cyfraddau atafaelu biomas gwrychoedd yn ôl maint gwrych, ar gyfer hyd un metr o wrychoedd sy'n cael eu rheoli'n dda, heb eu rheoli a chyfartalog.

Roedd cyfanswm yr atafaelu biomas ar gyfer gwrychoedd a reolir yn amrywio o 0.24 i 2.35 t $CO_2 km^{-1}$ y flwyddyn^{-1} ac ar gyfer gwrychoedd heb eu rheoli o 0.16 i 1.59 t $CO_2 km^{-1}$ y flwyddyn^{-1}. Mae'r gwerthoedd cymedrig a fydd yn cael eu cymhwyso yn amrywio o 0.20 i 1.97 t $CO_2 km^{-1}$ yr^{-1}.

4.3.3 Ansicrwydd Biomas Gwrychoedd

Nid oedd gwall safonol na chyfwng hyder ar gael ar gyfer cynnydd maint gwrychoedd a arolygwyd, na'r gwerthoedd dwysedd carbon a ddefnyddiwyd i gyfrifo atafaelu carbon. Fel dewis arall, deilliodd ansicrwydd ar gyfer atafaelu biomas gwrychoedd cymedrig gan ddefnyddio cyfraddau atafaelu a chyfwng hyder o 95% gan Biffi *et al.,* (2023) ar gyfer gwrychoedd 39 oed o 3.14 (1.82–4.47) tCO_2 ha^{-1} yr^{-1}. Mae hyn yn rhoi ansicrwydd canrannol o ±42%, a gymhwyswyd wedyn i'r gyfradd atafaelu a gyfrifwyd ar gyfer pob gwerth uchder a lled. Gweler Ffigur 4-14.

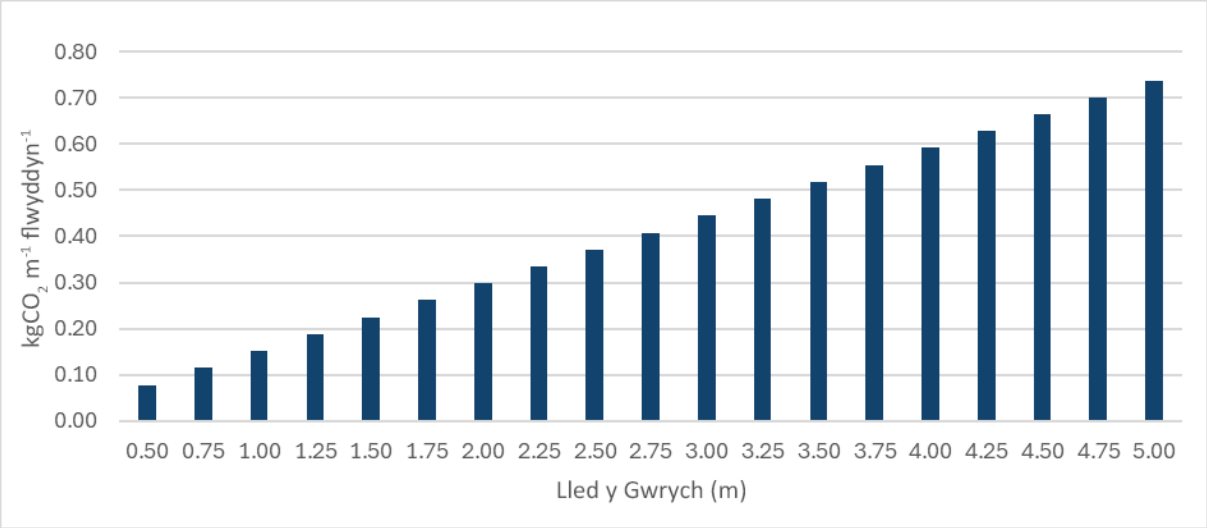


Ffigur 4-14. Amcangyfrifon ansicrwydd ar gyfer cyfraddau atafaelu biomas gwrychoedd ar gyfer hyd un metr o wrych, yn ôl maint y gwrych.

4.3.4 Dalfa Pridd Gwrychoedd

Cyfrifwyd faint o garbon sy'n cael ei ddal a'i storio ar gyfer priddoedd o dan wrychoedd o gyfraddau cyhoeddedig fesul hectar a'i drosi i'w gymhwyso i led a hyd gwrychoedd, er mwyn galluogi integreiddio â map gwrychoedd Llywodraeth Cymru. Adroddwyd cyfraddau atafaelu o 1.47 t CO_2 ha^{-1} yr^{-1} mewn gwrychoedd a reolir 20-40 mlwydd oed mewn crono-ddilyniant lle'r oedd 81.1% o safleoedd ar laswelltir a 18.9% ar dir âr (Biffi *et al.,* 2025). Canfuwyd cyfraddau o 2.38 ± 2.02 t CO_2 ha^{-1} yr^{-1} ar dir âr (Drexler a Don, 2024), er bod cyfraddau wedi'u deillio trwy gymharu â thir cyfagos yn hytrach nag o grono-ddilyniant. Mae'r ddwy astudiaeth yn dangos y gall atafaelu barhau am ddegawdau ar ôl creu gwrychoedd. Cymhwyswyd y gyfradd is o 1.47 t CO_2 ha^{-1} yr^{-1} ar gyfer pob gwrych, gan fod cyfradd amsugno carbon pridd gydag oedran yn anlinellol, a'r gwerth is ar gyfer gwrychoedd aeddfed sydd fwyaf perthnasol i dybiaethau'r cais hwn.

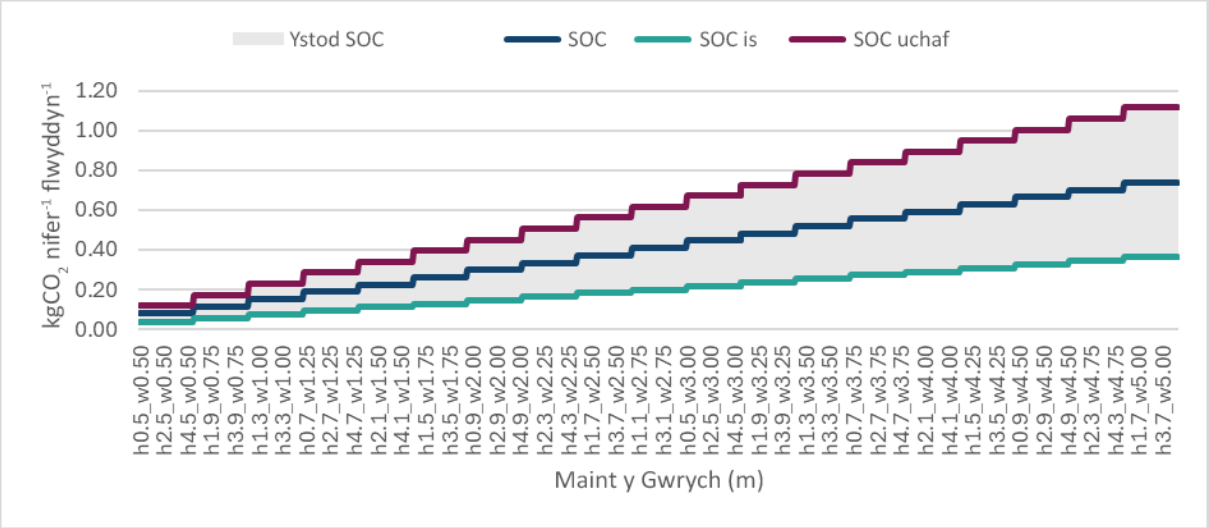
Troswyd y gyfradd atafaelu hon yn gilogramau fesul metr sgwâr, sy'n cyfateb i 0.147 kg CO_2 m^{-2}. Yna defnyddiwyd y gwerth fesul^{m2} sgwâr i gyfrifo'r atafaelu ar led penodol ar gyfer pob hyd un metr o wrych. Er enghraifft, mae gan wrych 1 m o hyd sydd 2 m o led arwynebedd o 2 m^2, gyda chyfradd atafaelu gyfatebol o 0.298 kg CO_2 m^{-1}. Gwnaed addasiad hefyd i ystyried y cynnydd twf disgwyliedig yn lled y gwrych. Cynnydd lled sy'n cyfateb i'r cynnydd blynyddol cyfartalog o 0.032 m, sy'n adlewyrchu'r newid a arolygwyd ym maint y gwrych gan Maskell *et al.*, (2025). Roedd cyfraddau atafaelu yn amrywio o 0.078 i 0.738 kg $CO_2 m^{-1}$ yr^{-1} (tCO_2 km^{-1} yr^{-1}) yn dibynnu ar led y gwrych (Ffigur 4-15).



Ffigur 4-15. Cyfraddau atafaelu yn ôl priddoedd gwrych yn ôl lled gwrych, am un metr o hyd.

4.3.5 Ansicrwydd Pridd Gwrychoedd

Nid oedd gwall safonol na chyfwng hyder ar gael ar gyfer cynnydd maint gwrychoedd a arolygwyd na chyfradd atafaelu carbon y pridd ar gyfer y gwrychoedd 20-40 oed a ddefnyddiwyd i gyfrifo atafaelu carbon. Fel dewis arall, deilliodd ansicrwydd ar gyfer atafaelu carbon pridd gwrychoedd cymedrig gan ddefnyddio cyfraddau atafaelu a chyfwng hyder o 95% gan Biffi *et al.,* (2025) ar gyfer hen wrychoedd o 0.8 (0.4–1.21) t $CO_2 ha^{-1}$ yr^{-1}. Mae hyn yn rhoi ansicrwydd canrannol o ±51%, a gymhwyswyd wedyn i'r cyfraddau atafaelu a gyfrifwyd ar gyfer pob gwerth lled gwrych. Gweler Ffigur 4-16.



Ffigur 4-16. Amcangyfrifon ansicrwydd ar gyfer atafaelu carbon pridd gwrychoedd ar gyfer hyd un metr o wrych, yn ôl maint y gwrych.

4.3.6 Dilysu: Cyfraddau Didoli Cyhoeddedig ar gyfer Gwrychoedd

Mae Atodiad 1 yn cynnwys tabl cryno o gyfraddau atafaelu o'r llenyddiaeth gyhoeddedig yn ôl biomas gwrychoedd uchben y ddaear, biomas gwrychoedd islaw'r ddaear a phriddoedd gwrychoedd. Yma rydym yn cymharu gwerthoedd cyhoeddedig ag amcangyfrifon wedi'u modelu.

4.3.6.1 Biomas Gwrychoedd Uwchben y Ddaear

Mewn astudiaethau cyhoeddedig, roedd cyfraddau atafaelu biomas uwchben y ddaear ar gyfer gwrychoedd a reolir yn amrywio o 1.56 i 8.29 tCO_2 ha^{-1} y $flwyddyn^{-1}$, gyda chyfraddau uwch ar gyfer gwrychoedd newydd eu plannu am y 12 mlynedd cyntaf, a'r cyfraddau isaf ar gyfer gwrychoedd aeddfed 13-40 mlynedd (Biffi *et al.*, 2023). Mae Crossland (2015) yn cyflwyno amcangyfrif isafswm wedi'i fodelu o 0 t CO_2ha^{-1} y $flwyddyn^{-1}$ ar gyfer gwrychoedd a reolir. Mae oedran, maint, rheolaeth a chyfradd twf gwrychoedd i gyd yn effeithio ar gyfraddau atafaelu.

Cyfrifwyd cyfraddau atafaelu a fodelwyd gan fiomas uwchben y ddaear o wrychoedd a reolir fel 1.48 t CO_2ha^{-1} y $flwyddyn^{-1}$, ar gyfer gwrychoedd heb eu rheoli fel 1.00 t CO_2ha^{-1} y $flwyddyn^{-1}$, a gwrychoedd cyfartalog fel 1.24 t CO_2ha^{-1} y $flwyddyn^{-1}$. Mae'r cyfraddau atafaelu a gymhwysir yn y dull hwn ychydig yn is na'r ystod gyhoeddedig, gan ein bod yn cynrychioli gwrychoedd sefydledig, yn cynnwys 50% o wrychoedd heb eu rheoli, ac yn cynrychioli newidiadau cyfartalog cenedlaethol ym maint gwrychoedd.

4.3.6.2 Biomas Tanddaearol Gwrychoedd

Ar gyfer gwrychoedd cyffredin, roedd cyfraddau atafaelu gan y biomas tanddaearol yn 0.62 tCO_2 ha^1 $flwyddyn^{-1}$. Mae cyfraddau cyhoeddedig ar gyfer atafaelu gan fiomas tanddaearol yn deillio o gymhareb gwreiddyn:cyffyn, fel gyda'r dull hwn.

4.3.6.3 Biomas Cyfanswm Gwrychoedd

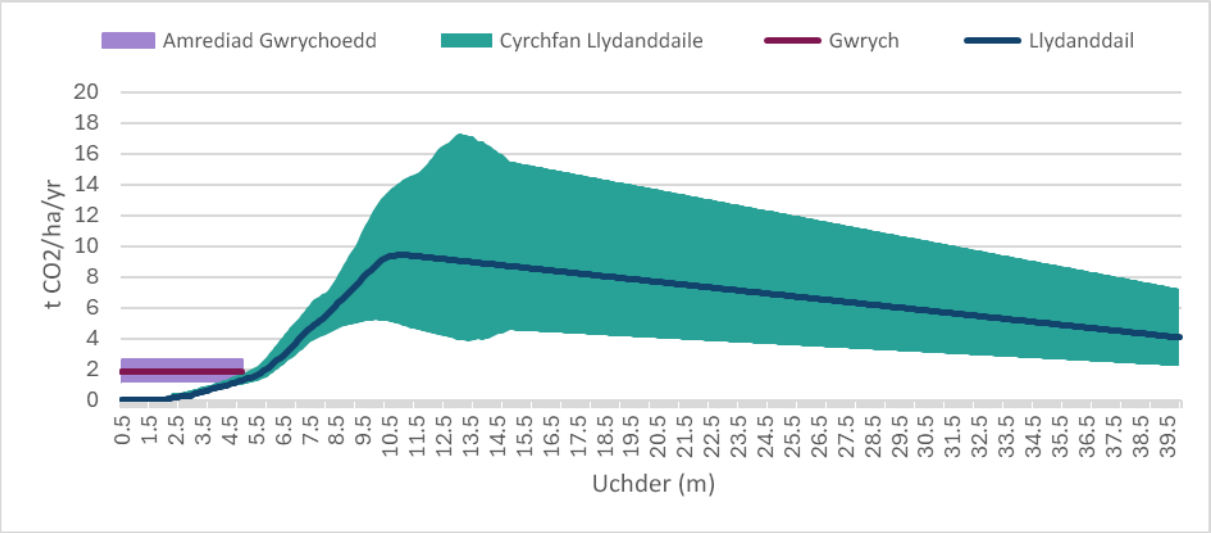
Ar gyfartaledd o wrychoedd a reolir a heb eu rheoli, cyfanswm y cyfraddau atafaelu gan y biomas oedd 1.85 t CO_2ha^{-1} y $flwyddyn^{-1}$. Gan gynnwys yr amcangyfrif ansicrwydd, y gyfradd uchaf o gyfanswm atafaelu biomas oedd 2.64 t CO_2ha^{-1} y $flwyddyn^{-1}$, a'r gyfradd isaf oedd 1.07 t CO_2ha^{-1} y flwyddyn. Mae'r amcangyfrifon ar ben ceidwadol yr ystod o werthoedd cyhoeddedig, gan ein bod yn cynrychioli gwrychoedd sefydledig, gan gynnwys rhai sy'n cael eu rheoli a rhai heb eu rheoli.

4.3.6.4 Priddoedd Gwrychoedd

Roedd cyfraddau atafaelu priddoedd o dan wrychoedd a reolir yn amrywio o 1.47 i 27.87 tCO_2 ha^{-1} yr^{-1}, gyda chyfraddau uwch ar gyfer gwrychoedd newydd eu plannu a chyfraddau is mewn gwrychoedd sefydledig ac aeddfed (Biffi *et al.*, 2022; Biffi *et al.*, 2025; Drexler a Don, 2024). Adroddwyd am gyfraddau atafaelu o 1.47 t CO_2 ha^{-1} yr^{-1} mewn gwrychoedd a reolir 10-40 oed (Biffi *et al.,* 2025), sy'n cyfateb agosaf i dybiaethau'r dadansoddiad hwn. Gan gynnwys amcangyfrifon ansicrwydd, cyfrifwyd cyfradd is o 0.72 t CO_2 ha^{-1} y flwyddyn^{-1} a chyfradd uchaf o 2.21 t CO_2 ha^{-1} y flwyddyn^{-1}. Credir bod atafaelu gan briddoedd gwrychoedd yn parhau am ddegawdau ar ôl creu gwrychoedd, felly tybir ei fod yn barhaus yn y fethodoleg hon.

4.3.7 Dilysu: Dalfa Gwrychoedd a Choetiroedd

Yn ystod y gweithredu, byddai llystyfiant ffin sy'n fwy na 5 m o led neu uchder yn cael ei ddosbarthu fel coetiroedd llydanddail bach yn hytrach na gwrychoedd. Mae Ffigur 4-17 yn cymharu cyfraddau atafaelu fesul hectar yn ôl uchder ar gyfer gwrychoedd a choetir llydanddail. Mae parhad da rhwng amcangyfrifon ar 5 m o uchder lle byddai'r trawsnewidiad yn digwydd.



Ffigur 4-17. Cyfraddau atafaelu gwrychoedd a choetiroedd llydanddail fesul hectar yn ôl uchder

4.4 Ansicrwydd (Pob Math o Lystyfiant)

Darperir ystod ansicrwydd ar gyfer pob math o lystyfiant. Bwriad hyn yw cynrychioli'r ystod uchaf ac isaf o ble rydym yn disgwyl i'r gwerth atafaelu cymedrig fod. Nid yw'n ystyried ansicrwydd yn y data LiDAR nac mewn amrywiad lleol mewn cyfraddau atafaelu a all ddigwydd ar benderfyniad manwl iawn sy'n deillio, er enghraifft, o wahaniaethau rhwng rhywogaethau a rheolaeth. Mae'n bosibl i gyfraddau atafaelu ar gyfer parseli tir unigol neu bolygonau coed amrywio y tu allan i'r ystod hon.

5 CANLLAWIAU GWEITHREDU

5.1 Paratoi Setiau Data Mewnbwn Gofodol

Mae angen y setiau data gofodol canlynol fel mewnbwn i'r cyfrifiadau:

- Model uchder y canopi (1 m picsel)
- Map TOW Cymru
- Map NFI Cymru
- Map dosbarthu conwydd, llydanddail
- Ffiniau fferm
- Map Gwrychoedd Llywodraeth Cymru

Mae map TOW Cymru yn nodi ardaloedd o ganopi coed y tu allan i goetir ac yn eu dosbarthu'n goetiroedd bach, grwpiau o goed, coed unigol a Chanopi Gor-grog (OHC) yr NFI.

Mae'r map gwrychoedd yn gynnyrch newydd, a allai gael ei fireinio ymhellach, ond yn ei fersiwn gyfredol (Mehefin 2026) mae ardaloedd o wrychoedd yn gorgyffwrdd â nodweddion ym map TOW Cymru a map y Fenter Twyll Genedlaethol. Er mwyn osgoi cyfrif ddwywaith, cynigir yr hierarchaeth ganlynol ar gyfer cyfrifo atafaelu ar gyfer pob math o lystyfiant:

Coetir NFI / Coedwigoedd bach / Grwpiau bach o goed > Coed unig > Gwrychoedd

Gallai gosod gwrychoedd ar waelod yr hierarchaeth arwain at drin nodweddion a allai fod yn wrychoedd fel TOW. Bydd y dosbarthiad hwn yn arwain at amcangyfrif ceidwadol o gyfanswm Atafaelu Carbon Fferm, gan y byddai disgwyl i fwy o garbon gael ei atafaelu mewn nodweddion gwrychoedd nag mewn ardaloedd o goetir o faint gwrych (<5 m o uchder). Dylid nodi, os caiff cyfraniadau at Atafaelu Carbon Fferm eu hisrannu yn ôl gwahanol gategorïau o nodweddion, ei bod yn debygol y bydd hierarchaeth y dull hwn yn tangynrychioli cyfraniad gwrychoedd.

Mae'r trothwyon canlynol yn berthnasol i wrychoedd yng nghyd-destun yr astudiaeth hon: < 5 m o uchder a < 5 m o led.

Er mwyn cynorthwyo dosbarthu nodweddion llystyfiant i'r set data gwrychoedd, argymhellir paratoi a defnyddio'r haenau dros dro canlynol:

- Haen byffer NFI
    - Mae polygonau coetir NFI wedi'u hamgylchynu gan 1-2 m. Argymhellir hyn i leihau'r posibilrwydd o gynnwys enillion o rannau isel o ganopi coed lle nad oes gwrych yn bresennol.
- Haen byffer TOW
    - Mae polygonau map TOW wedi'u byffro gan 1-2 m. Argymhellir hyn i leihau'r posibilrwydd o gynnwys enillion o rannau isel o ganopi coed lle nad oes gwrych yn bresennol.

Lle mae'r haen gwrychoedd (haen bwynt) yn gorgyffwrdd â haenau byffer coetir NFI neu TOW, tynnwch y pwyntiau gwrych sydd o fewn yr haenau byffer. Bydd hyn yn cynhyrchu set ddata pwyntiau gwrych sydd wedi'i hidlo i gynnwys pwyntiau nad ydynt yn gorgyffwrdd yn unig, y gellir cymhwyso'r tabl chwilio iddynt. Dylid hidlo'r set ddata pwyntiau gwrych ymhellach i gael gwared ar rannau o wrych sy'n llai na 0.5 m o led a/neu'n fwy na 0.5 m o uchder mwyaf, a'r rhai sy'n fwy na 5 m o led a/neu'n dalach na 5 m (ni waeth a yw'r ardaloedd hyn yn gorgyffwrdd ag unrhyw ardal o lystyfiant arall ai peidio).

Cynigir y mesurau hyn i osgoi cyfrif ddwywaith neu gymhlethdod wrth ddosbarthu mathau o lystyfiant sy'n gorgyffwrdd yn gywir. Dylai fod yn bosibl datblygu dull mwy cynnil sy'n dosbarthu'r mathau hyn o lystyfiant yn well neu'n ystyried gwrychoedd bach o dan goed TOW, ond byddai hyn yn gofyn am brofion pellach.

5.2 Cyfrifo Atafaeliad Carbon ar gyfer Pob Math o Lystyfiant

5.2.1 Coetir, Coedwigoedd Bach a Grwpiau Bach o Goed

1. Detholwch y model uchder canopi ar gyfer pob math o lystyfiant

Cuddio'r model uchder canopi gyda'r haenau map llystyfiant canlynol ac echdynnu'r model uchder canopi ar gyfer pob un ar wahân.

- NFI coetir conwydd
- NFI coetir llydanddail
- Coetiroedd bach TOW “wedi’u haddasu”
    - Haen coetiroedd bach o fap TOW, wedi’i haddasu i gyfuno grwpiau bach o goed sydd wedi’u cysylltu â choetiroedd bach i mewn i’r coetiroedd bach.
- Grwpiau bach o goed TOW “wedi’u haddasu”
    - Haen grwpiau bach o goed o fap TOW, wedi’i haddasu i gyfuno grwpiau bach o goed sydd wedi’u cysylltu â choetiroedd bach i mewn i’r coetiroedd bach.

Dylid trin ardaloedd o goetir NFI nad oes ganddynt ddosbarthiad conwydd na llydanddail ar gael fel coetir llydanddail. Gellir tynnu coetir bach a grwpiau bach o goed yn uniongyrchol o fap TOW.

Sylwch fod arwynebedd canopi sy'n hongian drosodd gan yr NFI, a adroddir ar fap TOW, wedi'i eithrio o'r cyfrifiad. Mae hyn oherwydd bod tablau cynnyrch CARBINE yn ymwneud ag arwynebedd net y coetir sydd wedi'i stocio.

2. Paratoi data model uchder y canopi

Talgrynnwch werthoedd model uchder y canopi i'r 0.1m agosaf. Cymhwyswch drothwy uchder lleiaf o 2.2m i fodel uchder y canopi ar gyfer llystyfiant gan ddefnyddio'r tabl edrych ar goed llydanddail a 2m ar gyfer y tabl edrych ar goed conwydd. Dyma'r gwerth isaf y gellir cymhwyso'r tablau chwilio iddo. Cymhwyswch drothwy uchder mwyaf o 40 m yn y model uchder canopi; dyma’r gwerth mwyaf y gellir cymhwyso’r tablau chwilio iddo (ar gyfer coed llydanddail a chonwydd).

3. Trosi gwerthoedd model uchder canopi picseli i werthoedd uchder uchaf (ar gyfer coetir)

Cyfrifir uchder uchaf y picsel fel y 95^{fed} ganradd o'r gwerthoedd uchder o fewn pob cell grid 30m (Suárez & Rhosét, 2013). Agregwch y picsel 1m i bicsel 30m a chyfrifwch werth uchder y^{95fed} ganradd.

Nawr mae angen trosi'r picseli 30m yn ôl i ardaloedd picsel canopi 1m. Defnyddiwch fwgwd ar gyfer y model uchder canopi gwreiddiol i aseinio'r 'gwerthoedd uchder top picsel' newydd ar gyfer pob cell 1m. Bydd hyn yn rhoi gwerth uchder uchaf 'picsel' ar gyfer pob cell 1m.

4. Cymhwyso'r gwerthoedd atafaelu i fap model uchder y canopi (Coetir)

Troswch y swm o garbon sy'n cael ei ddal a'i storio mewn tunnell yr hectar (t C ha^{-1}) i kg y metr sgwâr (kg m^{-2}) drwy rannu'r gwerth â 10. Neilltuwch werthoedd atafaelu carbon i bob picsel 1m, trwy eu cysylltu gan y gwerthoedd 'uchder uchaf'.

Gwnewch hyn ar gyfer y model uchder bwrdd a chanopi perthnasol ar gyfer:

- Tabl chwilio am gonifferau – cymhwyso i goetiroedd coniferau
- Tabl chwilio am goed llydanddail – defnyddiwch ef i goetir llydanddail, coetir heb ei ddosbarthu, coetir bach, a grwpiau bach o goed.

Bydd hyn yn darparu map o'r atafaelu fesul^{m2} sgwâr o arwynebedd canopi ar gyfer pob math o lystyfiant.

5.2.2 Coed Unig

1. Paratoi data map coed unigol

Gellir cymhwyso anghenion cyfrifo coed unigol yn uniongyrchol o'r map TOW yn hytrach nag o'r model uchder canopi. Dylid hidlo'r map TOW i 'Lone Tree' yn y 'Woodland_type' colofn. Er mwyn atal gorgyffwrdd â gwrychoedd, dylid croestorri coed unigol ar fap y Cynllun Trenau â'r gwrych fel y disgrifir yn adran 5.1. Yn y set ddata nodweddion coeden unigol sy'n weddill, gall rhai nodweddion coeden unigol gynnwys polygonau lluosog sy'n cynrychioli'r un goeden, gyda phob polygon yn dynodi dosbarth uchder gwahanol o ganopi'r goeden honno. Dylid uno pob polygon sy'n gysylltiedig ag un nodwedd coeden unigol, gan gadw'r uchder mwyaf ar gyfer y nodwedd honno. Dylid cyfyngu'r gwerth uchder uchaf ar 40m gan na all yr hafaliad biomas ragweld y tu hwnt i'r gwerth hwn.

2. Cyfrifwch atafaelu coeden unigol

Defnyddiwch y tabl edrych am atafaelu carbon i'r gwerth uchder mwyaf ar gyfer pob coeden unigol. Bydd hyn yn darparu map o ddal coed unigol fesul coeden (kg C $coeden^{-1}$ $flwyddyn^{-1}$).

5.2.3 Gwrychoedd

1. Paratoi map gwrychoedd

Dylid defnyddio map Gwrychoedd Llywodraeth Cymru fel sail ar gyfer y cyfrifiad hwn. Ni ddylid cynnwys gwrychoedd sy'n lletach na 5m neu'n fwy na 5m o uchder, a'u trin fel categori TOW yn lle hynny, yn seiliedig ar y fethodoleg a nodir yn adran 5.1.

2. Cyfrifwch atafaelu fesul hyd o wrych

Ystyrir bod hyd y gwrych ar hyd y ffin, gyda'r lled yn berpendicwlar i'r hyd. Darperir cyfraddau atafaelu biomas ar gyfer gwrychoedd rhwng 0.5 m a 5 m o uchder a rhwng 0.5 m a 5 m o led. Dylid talgrynnu gwerthoedd uchder sy'n deillio o LiDAR i'r 0.1 m agosaf. Darperir mesuriadau lled a hyd mewn bwcedi 0.25 m o led. Tybir bod mesuriadau uchder a lled hyd at ymyl allanol biomas y gwrych.

Dylid eithrio bylchau mewn gwrychoedd.

Darperir cyfraddau atafaelu mewn kg CO_2 m^{-1} yr^{-1} (sy'n cyfateb i t CO_2 km^{-1} yr^{-1}). Gellir cyfrifo faint o fiomas gwrych sy'n cael ei storio yn ôl gwydd drwy edrych ar led ac uchder gwrych yn y tabl a lluosi hyn â'r hyd mewn metrau i gael gwerthoedd mewn kgCO_2 m^{-1} yr^{-1} neu â'r hyd mewn km i gael cyfraddau mewn tCO_2 km^{-1} yr^{-1}.

Gellir cymhwyso gwerthoedd i nodweddion â lled cyson, neu ar gyfer metr o hyd gwrych, gan ddefnyddio gwerth uchder sy'n gynrychioliadol o frig y gwrych (er enghraifft, y 95^{fed} canradd o'r pwyntiau dychwelyd uchaf).

. Gall cymhwyso i nodweddion ag uchder cyson gan ddefnyddio lled cymedrig gynyddu'r gwall gan fod y datrysiad lled yn is a'r bwcedi lled yn fwy.

Darperir cyfraddau atafaelu pridd ar gyfer gwrychoedd rhwng 0.5 m a 5 m o led. Mae atafaelu gan briddoedd gwrychoedd yn annibynnol ar uchder gwrychoedd ac fe'i cyfrifir trwy edrych ar y gwerth yn y tabl ar gyfer lled a lluosi hwn â'r hyd mewn metrau i gael gwerthoedd mewn $kgCO_2\ yr^{-1}$ neu â hyd mewn km i gael cyfraddau mewn $tCO_2\ yr^{-1}$.

5.3 Cyfrifwch y Sequestration Ar y Fferm

1. Cyfrifwch atafaelu fferm unigol

Croestorwch y mapiau atafaelu â phob ffin fferm ac adiwch y gwerthoedd i gyfrifo cyfanswm yr atafaelu ar y fferm.

Cyfanswm y mapiau atafaelu carbon ar gyfer pob math o lystyfiant i gael cyfanswm yr atafaelu biomas ar gyfer llystyfiant coediog. Bydd hyn yn cynnwys:

- Daliadaeth mewn kg C fesul gwerth^{m2} ar gyfer pob picsel^{m2} o ganopi (ar gyfer coetir, coedwigoedd bach a grwpiau bach o goed).
- Storio mewn kg C fesul coeden ar gyfer pob coeden unigol.
- Daliadaeth fesul metr o hyd gwrych, mewn $kgCO_2\ m^{-1}\ yr^{-1}$

Gellir trosi cyfraddau atafaelu o gilogramau o garbon (kg C) i dunelli o garbon deuocsid (tCO_2) trwy luosi â'r pwysau moleciwlaidd perthnasol:

$$tCO_2 = 44 / 12 \times 0.1 \times kg\ C$$

2. Ansicrwydd

Darperir gwerth ansicrwydd ar gyfer pob tabl chwilio, fel gwerth uchaf ac isaf. Gellir cyfrifo'r gwerth uchaf ac isaf ar gyfer cyfanswm y daliad ym mhob fferm trwy ailadrodd pob cam, ond gan ddefnyddio'r gwerth daliad uchaf ac isaf, yn hytrach na'r gwerth daliad cymedrig, ar gyfer pob bin uchder.

6 CYFYNGIADAU A RHYBUDDION

Amlinellir isod y rhybuddion a'r cyfyngiadau sy'n gysylltiedig â'r fethodoleg a ddatblygwyd ar gyfer pob math o lystyfiant. Oherwydd y gofyniad i alluogi i atafaelu amrywio yn ôl uchder, a gwybodaeth ychwanegol gyfyngedig, fel coeden, rhywogaeth, rheolaeth, oedran, mae ansicrwydd cymharol uchel, yn enwedig pan gaiff ei gymhwyso ar benderfyniad manwl. Rydym yn cynghori bod yn ofalus wrth ddehongli'r amcangyfrifon hyn fel rhai pendant, yn enwedig wrth eu cymhwyso i ardaloedd ar raddfa leol fel parseli fferm unigol. Mae'n debygol y bydd amcangyfrifon atafaelu yn newid wrth i ddata gwell ddod ar gael yn y dyfodol.

Cyfyngiad sy'n effeithio ar holl nodweddion llystyfiant yw bod cymhwyso'r tablau edrych i fyny yn dibynnu ar gywirdeb tree/hedge adnabod o'r data LiDAR ac yna dosbarthu mewn nodweddion coetir, TOW a gwrychoedd. Felly, efallai y bydd rhai nodweddion coed neu wrychoedd wedi'u methu'n llwyr yn y set ddata, wedi'u camddosbarthu neu wedi'u mesur yn anghywir (uchder, and/or ardal y canopi). Er enghraifft, efallai na fydd coed perllannau, nad ydynt o fewn cwmpas y fethodoleg hon, yn cael eu hadnabod, neu gallant gael eu camddosbarthu fel grŵp o goed neu goetir bach.

6.1 Coetir, Coedwigoedd Bach a Grwpiau Bach o Goed

- Efallai na fydd deillio uchder uchaf o LiDAR yn darparu cyfatebiaeth uniongyrchol ac mae'n destun ansicrwydd. Datblygwyd y dull i wneud hyn ar gyfer Sitka Spruce (Suarez & Rhosét, 2013). Canradd amgen (i 95%) efallai'n fwy addas ar gyfer rhywogaethau penodol. Fodd bynnag, mae hwn yn faes ar gyfer gwaith pellach.
- Mae'r cyfyngiadau canlynol yn berthnasol i gyfrifo'r tablau cynnyrch cymedrig pwysol.
    - Mae'r tablau cynnyrch yn tybio bod yr holl goetir yn cael ei reoli fel dim teneuo dim cwympo. Mae hyn yn golygu na fydd unrhyw golledion carbon oherwydd rheoli'r coed hyn (e.e. teneuo dethol neu dorri coed) yn cael eu cynnwys.
    - Mae'n annhebygol bod y pwysoli a gymhwysir ar gyfer pob coetir preifat yng Nghymru yn gynrychioliadol o goetiroedd ar fferm, y tybiwyd eu bod yn cael eu rheoli fel dim teneuo dim cwympo yn y dadansoddiad hwn.
    - Mae'r pwysoli a gymhwysir yn seiliedig ar yr NFI 2011, gan mai dyma'r data sydd ar gael yn rhwydd fel mewnbwn i NGH y DU. Mae hyn bellach 15 mlynedd allan o ddyddiad a gall ddylanwadu ar bwysoli'r tablau cynnyrch a gyfrifir.
    - Bydd cymhwyso tabl cynnyrch yn seiliedig ar gyfanswm y cymedr yn destun ansicrwydd mawr. Gellid gwella hyn drwy adnabod y rhywogaethau unigol.
- Mae'r tablau cynnyrch a gymhwysir yn tybio bod yr holl goetir yn cael ei reoli fel dim teneuo dim cwympo. Mae hyn yn golygu na fydd unrhyw golledion carbon oherwydd rheoli'r coed hyn (e.e. teneuo dethol neu dorri coed) yn cael eu cynnwys. Gall hyd yn oed ardal fach o dorri coed arwain at golledion carbon mawr.
- Nid yw aflonyddwch megis effeithiau plâu a chlefydau (e.e. clefyd coed ynn) na difrod gan wynt wedi'u cynnwys.
- Mae'n annhebygol y bydd rhoi CARBINE ar grwpiau bach o goed yn gynrychioliadol o'r mathau hyn o goed. Fodd bynnag, dyma'r unig ddull oedd ar gael i'w gymhwyso i ardaloedd grwpiau bach o goed a choetiroedd bach, gan ystyried eu taldra.
- Ni chynhwyswyd pyllau carbon ychwanegol (sbwriel, coed marw, pridd).

6.2 Coed Unig

- Diffyg data twf yn seiliedig ar uchder: Mae data twf cyfyngedig ar gyfer coed unigol, ynysig. Mae hyd yn oed llai o ddata ar gael sy'n darparu twf mewn perthynas ag uchder coeden (fel arfer mae'n gysylltiedig â diamedr boncyff). Dim ond un papur a ddarganfuwyd a oedd yn darparu gwybodaeth am dwf uchder coed unigol – Vaz Monteiro *et al.* (2017). Felly, roedd y cynnydd mewn twf uchder a ddefnyddiwyd yma yn seiliedig ar set ddata gyfyngedig, a oedd yn dueddol o fod yn fwy tebygol o fyw mewn amgylchedd trefol ac mewn cyflwr da.
- Diffyg gwybodaeth am rywogaethau a chyflwr coed tir fferm unigol: Gallai coed unigol ar dir fferm fod yn amrywiol iawn o ran rhywogaethau a rheolaeth. Er enghraifft, gallai coeden unig 10m fod yn goeden afalau hynafol gyda thwf araf, neu'n goeden dderwen ifanc gyda thwf egnïol. Byddai gan bob coeden gyfraddau atafaelu gwahanol iawn, ond byddai defnyddio'r dull hwn yn seiliedig ar uchder yn unig yn rhoi'r un gyfradd atafaelu. Gallai gwybodaeth am gyfansoddiad rhywogaethau, cyflwr a rheolaeth ar draws ffermydd Cymru fod wedi galluogi rhoi rhywfaint o bwysoli i'r gyfradd atafaelu a gymhwysir yma, yn debyg i'r dull a ddefnyddir ar gyfer coed coetir.
- Diffyg data biomas coed unigol: Mae'r rhan fwyaf o'r data biomas sydd ar gael wedi'i gofnodi ar goed sy'n tyfu mewn coedwigoedd, tra bydd gan goed sy'n tyfu mewn amodau mwy ynysig alometreg biomas gwahanol iawn, gan wneud defnyddio data penodol i TOW yn well ar gyfer coed unigol. Yn yr astudiaeth hon, fe wnaethom ddefnyddio set ddata biomas benodol i TOW a gynhyrchwyd yn ddiweddar, ond roedd gan hon ychydig iawn o bwyntiau data o hyd. Roedd hyn yn golygu mai dim ond hafaliad TOW cyffredinol y gellid ei gynhyrchu i ragweld biomas o uchder, ac na ellid ei ddeillio ar gyfer coed o wahanol faint neu gyflwr. Ar ben hynny, dim ond tair coeden goniffer oedd yn y set ddata, ac felly ni ellid creu hafaliad penodol i goniffer.
- Ansicrwydd mawr: O ystyried y cyfyngiadau yn y data a ddisgrifir uchod, dylid trin y cyfraddau atafaelu fel pe baent ag ansicrwydd mawr. Mae'r amcangyfrifon isaf ac uchaf a ddarperir yn y tabl edrych i fyny yn cynrychioli cyfyngau hyder o 95%. Mae'r rhain yn adlewyrchu'r hyder bod gwerth cymedrig y gyfradd atafaelu ar gyfer coed yn y bin uchder hwnnw o fewn yr ystod honno. Byddai'r ansicrwydd ar gyfer rhagweld cyfradd atafaelu unrhyw goeden sengl yn llawer uwch na'r ystod a roddir gan y cyfwng hyder.

Yn y dull hwn tybir bod:

- Mae pob polygon coeden unigol yn cynrychioli un goeden yn unig (dim camddosbarthiad yn y math o Goetir ar fap TOW)
- Mae pob coeden unigol yn rhywogaeth coed llydanddail
- Mae pob un mewn cyflwr da ac nid ydynt o dan unrhyw gyfundrefnau rheoli dwys. Ni chyfrifir unrhyw effaith plâu a chlefydau, fel gwywiad coed ynn.

6.3 Gwrychoedd

Mae'r dull hwn yn berthnasol o fewn terfynau'r data sydd ar gael. Mae'r cyfyngiadau allweddol yn cynnwys:

- Mae oedi amser rhwng casglu data LiDAR a chymhwyso'r dull hwn, felly nid yw'r data'n adlewyrchu'r amodau cyfredol. Casglwyd data ledled Cymru dros gyfnod o flynyddoedd, ac mae amrywiad yn yr oedi ar draws lleoliadau.
- Nid yw dilysu priodoleddau gwrychoedd sy'n deillio o LiDAR, gan gynnwys uchder, lled a hyd, gyda mesuriadau tir wedi'i gynnal. Mae hyn yn angenrheidiol i sicrhau cysondeb rhwng gwerthoedd a diffiniadau o uchder a lled a darparu amcangyfrifon o ansicrwydd.

- Mae datrysiad data ar gyfer lled a hyd gwrychoedd i'r 0.25 m agosaf. Mae gwerthoedd uchder fesul picsel ar benderfyniad o 0.5$^{m^2}$. Darperir tablau chwilio ar gynnydd o uchder o 0.1 m.
- Mae cyfraddau atafaelu gan fiomas gwrychoedd yn cael eu heffeithio gan: cyflwr a hanes rheoli gwrychoedd, gan gynnwys amlder a natur tocio, a natur yr adnewyddiad diwethaf a'r amser ers hynny; rhywogaethau gwrychoedd; amodau hinsoddol y safle; ac oedran gwrychoedd. Mae cyfraddau atafaelu gan briddoedd gwrychoedd hefyd yn cael eu heffeithio gan: math o bridd a defnydd tir blaenorol. Gan nad oes asesiadau ailadroddus o stociau carbon dros amser ar gael, na'r priodoleddau hyn chwaith, gwnaed rhagdybiaethau i gynrychioli amodau cyfartalog a rheolaeth a argymhellir.
- Mae argaeledd data ar gyfer cyfraniad sbwriel gwrychoedd a phren marw at stociau carbon a chyfraddau atafaelu yn gyfyngedig, felly nid yw wedi bod yn bosibl cynnwys y rhaniadau carbon hyn.
- Mae'r sail dystiolaeth ar gyfer gwrychoedd yn y DU yn fach ond yn tyfu, ond mae modd cymharu'r gwerthoedd yn dda.
- Mae'r rhagdybiaethau a weithredwyd i fynd i'r afael â'r cyfyngiadau hyn wedi'u hamlinellu yn Adran 4.

7 Cymhariaeth â Chyfrifianellau Carbon Masnachol

Mae nifer o gyfrifianellau carbon ar gael i ffermwyr i asesu allyriadau nwyon tŷ gwydr ar raddfa fferm, ac mae'n debygol y bydd canlyniadau atafaelu carbon o gynigion masnachol mewn rhai achosion yn cael eu cymharu â gwerthoedd atafaelu carbon gwaelodlin Carbon a ddarperir i ffermwyr gan ddefnyddio'r fethodoleg a fanylir yn yr adroddiad hwn. Darperir trosolwg cryno o gyfrifianellau carbon y DU a rhyngwladol isod yn Adran 7.1. Mae cymhariaeth fanwl o offer sydd ar gael yn fasnachol ar gyfer amaethyddiaeth a thrafodaeth ynghylch eu cysoni wedi'i gwneud mewn adroddiad a gyhoeddwyd gan DEFRA yn 2023 (ADAS, 2023). Yn hytrach nag ailadrodd gwaith y gymhariaeth fanwl hon, rydym yn gosod y fethodoleg yn yr adroddiad hwn yng nghyd-destun cyfrifianellau masnachol dethol trwy gymharu'r gydran 'elfennau coediog' a gyfrifwyd o allyriadau nwyon tŷ gwydr (fel tCO_2y flwyddyn^{-1}) o dair 'fferm fodel' yn Adran 7.2.

7.1 Trosolwg o Gyfrifianellau'r DU a Rhyngwladol

Cyflwynir trosolwg cryno o gyfrifianellau carbon masnachol y DU ac offer a ddatblygwyd gan lywodraethau rhyngwladol yn Nhablau 7-1 a 7-2. Mae cyfrifianellau carbon modern yn integreiddio delweddaeth EO Optegol (gorchudd llystyfiant, NDVI), radar SAR (strwythur, biomas annibynnol ar gwmwl), LiDAR (strwythur llystyfiant 3D, uchder canopi), a setiau data GIS (parseli tir, priddoedd) fwyfwy er mwyn cynnal amcangyfrif biomas, mapio stoc carbon a monitro newid dros amser. Mae opsiynau rhyngwladol ar gyfer dal a storio carbon mewn amaethyddiaeth a thirweddau gwledig fel arfer yn cael eu mesur drwy systemau MRV (Monitro, Adrodd, Gwirio) sy'n cyfuno data maes (samplu pridd, arolygon llystyfiant), data rheoli ffermydd, modelau (biogeocemegol, empirig), synhwyro o bell (lloerennau EO, LiDAR, SAR) a dulliau rhestr eiddo cenedlaethol i fesur carbon organig pridd (SOC), carbon biomas, a fflycsau Nwyon Tŷ Gwydr (GHG) (CO_2,CH_4,N_2O) (Batjes *et al.*, 2024).

Tabl 7-1: Crynodeb o offer cyfrifiannu carbon masnachol sydd ar gael ar gyfer y DU.

OFFERYN	Defnydd y DU	Rhybuddion / Nodiadau	URL yr hafan
Agrecalc	Defnyddir yn helaeth mewn rhaglenni a chadwyni cyflenwi yn y DU; cydnabyddir yng ngwaith cysoni DEFRA ac fe'i defnyddir ar gyfer archwiliadau fferm ers hynny ~2016 [nueleg.org], [agritradenews.co.uk]	Cryf ar allyriadau (Haen IPCC 1/2), wannach ar **fodelu atafaelu deinamig** (modiwl C pridd yn gwella ond yn dal i fod yn seiliedig ar fodel) Problemau cymhariaeth yn erbyn offer eraill (gwahaniaeth hysbys yn astudiaeth DEFRA)	https://www.agrecalc.com/
Offeryn Fferm Cŵl (Cynghrair Fferm Cŵl)	Datblygwyd yn y DU (Prifysgol Aberdeen) a defnyddir yn helaeth yn y DU &	Defnyddir yn helaeth yn y DU; manylion cyfyngedig ar gyfer gwrychoedd a choetiroedd bach.	https://coolfarmtool.org

	cadwyni cyflenwi byd-eang		
Ail-dyfu	Ydy	Mae angen calibradu i briddoedd, cnydau ac arferion rheoli'r DU	https://www.regrow.ag
Technolegau CIBO	Ydy	Angen ffurfweddu setiau data pridd, tywydd a defnydd tir y DU	https://www.cibotechnologies.com
Cyfrifiannell Carbon Sylfaen Wy	Wedi'i ddefnyddio yn sector dofednod y DU (e.e. ffermydd mewn rhaglenni ac achosion defnydd masnachol)	Hynod benodol i'r sector (eggs/poultry yn unig) → ni ellir ei drosglwyddo i systemau fferm gyfan - Ffocws ar allyriadau nid atafaelu (perthnasedd carbon pridd cyfyngedig)	https://eggbase.co.uk/carbon-footprinting-with-eggbase/
EarthOptics	Ydy (cyfyngedig)	Defnyddiadwy yn dechnegol; gall argaeledd a chost gwasanaeth yn y DU gyfyngu ar raddfa	https://earthoptics.com
Pecyn Cymorth Carbon Fferm (Cyfrifiannell Carbon Fferm)	Wedi'i ddefnyddio'n helaeth ar draws sector ffermio'r DU; “yn ddibynadwy ac yn cael ei ddefnyddio… ar draws cadwyn gyflenwi'r DU”	Yn cynnwys amcangyfrifon atafaelu (pridd, gwrychoedd) ond: - Ansicrwydd uchel wrth fodelu carbon pridd - Canlyniadau'n ddibynnol ar dybiaethau a ffactorau allyriadau	https://farmcarbontoolkit.org.uk/
Trinity AgTech “Sandy”	Wedi'i ddefnyddio mewn cadwyni cyflenwi yn y DU (e.e. partneriaethau sector tatws)	model “cyfalaf naturiol” → cymhlethdod uchel a risg blwch du - Yn cyfuno carbon, bioamrywiaeth, dŵr → yn anoddach i ynysu rhagdybiaethau atafaelu - Yn dibynnu ar gyfuno model-data	https://www.trinityagtech.com/
Cyfrifiannell Carbon Fferm Solagro	Wedi'i ddefnyddio mewn ymchwil yr UE / cyd-destunau polisi (a ddatblygwyd ar gyfer Ewropeaidd Commission/JRC)	Offeryn seiliedig ar daenlen. llai hawdd ei ddefnyddio / graddadwy - Yn bennaf diagnostig allyriadau → modelu atafaelu deinamig cyfyngedig - Angen trin data â llaw → risg uwch o anghysondeb	https://solagro.org/carbon-calculator

Nadar	Ydy	Mae EO a LiDAR yn gweithio'n fyd-eang; mae cywirdeb gwrychoedd y DU yn gwella gyda gwirio tir	https://www.nadar.earth
Lens ar gyfer Carbon (Technoleg i Fyny'r Afon)	Ydy	Cryf ar gyfer carbon coetir a choed; heb ganolbwyntio ar reoli ffermydd	https://www.upstream.tech
NCX	Yn rhannol	Marchnadoedd coedwigaeth sy'n canolbwyntio'n bennaf ar yr Unol Daleithiau; mae cymhwysedd y DU yn dal i ddod i'r amlwg	https://www.ncx.com
SilviaTerra	Ydy	Gellir ei ddefnyddio mewn coedwigaeth yn y DU; mae angen ei alinio â safonau rhestr eiddo coedwigoedd y DU	https://silviaterra.com
Llwyfannau wedi'u halinio â Verra	Ydy	Defnyddiadwy ond yn gostus ac yn gymhleth; gormod ar gyfer gwaelodlinellau fferm syml	https://verra.org
Darparwyr Safon Aur	Ydy	Addas ar gyfer credydau carbon ar lefel prosiect, nid gwaelodlinellu ysgafn	https://www.goldstandard.org

Tabl 7-2: Crynodeb o'r offer mwyaf cyffredin a ddatblygwyd gan Lywodraethau tramor.

Offeryn	Disgrifiad	Mewnbynnau	Achosion Defnydd
Fferm COMET (UDA)	Offeryn cyfrifyddu nwyon tŷ gwydr fferm gyfan yn seiliedig ar fethodolegau USDA	Rheoli fferm (tir, cnydau, da byw), math o bridd, data hinsawdd, defnydd tir	Gwaelodlinellau carbon ffermydd, cynllunio cadwraeth, credydau carbon
Cynlluniwr COMET (UDA)	Fersiwn symlach gan ddefnyddio cyfartaleddau rhanbarthol	Mewnbynnau defnydd tir sylfaenol	Sgrinio polisïau/senarios cam cynnar

Dulliau Rhestr Genedlaethol IPCC	Methodolegau Haen 1–3 ar gyfer rhestrau nwyon tŷ gwydr	Data gweithgaredd, ffactorau allyriadau, setiau data cenedlaethol	Adrodd cenedlaethol, modelu polisi
LULUCF yr UE & Fframweithiau MRV y PAC	Safonau cyfrifyddu carbon lefel yr UE	Defnydd tir, data EO, rhestr eiddo	Cydymffurfiaeth, fframweithiau cymorthdaliadau
Fframweithiau MRV GSOC FAO	Systemau monitro carbon pridd	Samplu pridd + mewnbynnau modelu	Monitro carbon pridd byd-eang

7.2 Cymhariaeth o Ganlyniadau Fferm Model

Mae cyfrifianellau carbon sydd ar gael yn fasnachol yn ystyried ystod lawer ehangach o gategorïau allyriadau na'r fethodoleg a nodir yn yr adroddiad hwn. Mae'r rhain yn cynnwys gweddillion cnydau, allyriadau enterig, allyriadau ymgorfforedig sy'n gysylltiedig â chynhyrchu plaladdwyr a/neu borthiant, taenu gwrtaith, allyriadau Cwmpas 1, 2 a 3 sy'n gysylltiedig â defnyddio ynni, ac eraill. Mae rhai cyfrifianellau hefyd yn cynnwys newidiadau yn y stoc carbon ar draws y system ffermio o ganlyniad i newidiadau mewn defnydd tir ac arferion rheoli pridd (ADAS, 2023). Fodd bynnag, cyflwynir atafaelu carbon o ddefnydd tir (gan gynnwys atafaelu o newid stoc carbon sy'n gysylltiedig ag elfennau coediog) fel arfer fel ei gategori ar ei ben ei hun yng nghynnyrch offer masnachol, gan ganiatáu i werthoedd o'n methodoleg gael eu cymharu â'r gydran hon yn unig o allbynnau offer masnachol.

Cyfrifwyd cydran 'elfennau coediog' allyriadau nwyon tŷ gwydr (fel tCO_2yr^{-1}) ar dair 'fferm fodel' gan ddefnyddio cyfrifianellau carbon sydd ar gael yn fasnachol a'i chymharu â dal a storio carbon ($tCO_2\ yr^{-1}$) a gyfrifwyd gyda methodoleg yr adroddiad hwn. Roedd y cyfrifianellau carbon a archwiliwyd yn yr adroddiad hwn (Cyfrifianell Carbon Fferm v3.6, Llywiwr Cyfalaf Naturiol Trinity AgTech Sandy, Solagro v3.1) ymhlith y rhai a nodwyd fel y rhai mwyaf perthnasol neu a ddefnyddiwyd yn eang mewn adroddiad yn 2023 a ddadansoddodd ymarferoldeb cyfrifianellau carbon sydd ar gael yn fasnachol (ADAS, 2023). Mae canlyniadau dadansoddi yn ddienw mewn perthynas â chyfrifiannell carbon, ac ni roddir unrhyw gymeradwyaeth i unrhyw gyfrifiannell carbon benodol.

Dewis o ffermydd model

Defnyddiwyd tri sgwâr 1 km yn cynnwys symiau amrywiol o goetir, gwrychoedd a choed y tu allan i goetir (Tabl 7-3) fel 'ffermydd model' i gymharu dulliau dal a storio carbon. Mapiwyd ardaloedd o goetir, nodweddion llinol coediog (WLF) fel gwrychoedd a llinellau o goed, a choed y tu allan i goetir (TOW) o fewn sgwariau 1 km fel rhan o Arolwg Maes Cenedlaethol ERAMMP; defnyddiwyd nodweddion fel y'u mapiwyd gan syrfewyr, a'u nodweddion a gofnodwyd, fel mewnbwn i gyfrifianellau carbon.

Tabl 7-3: Ystadegau cryno o nodweddion coediog (coetir, nodweddion llinol coediog a choed y tu allan i goetir) mewn 'ffermydd model' a ddefnyddir i gymharu gwerthoedd atafaelu carbon o wahanol gyfrifianellau. Er mwyn cymharu'n well rhwng cyfrifianellau masnachol a'r fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn, sy'n defnyddio uchder torri uchaf o 5 m ar gyfer gwrychoedd, mae nodweddion llinellol coediog wedi'u hisrannu yn ' < math 'gwrych 5 m' a

math 'coed' (e.e. gwregysau o goed, >5m gwrychoedd heb eu rheoli). Mae 'ffermydd model' yn seiliedig ar sgwariau a arolygwyd o Arolwg Maes Cenedlaethol ERAMMP.

ID Sgwâr	Arwynebedd coetir (ha)	WLF - < Gwrych 5 m hyd (km)	WLF – coed hyd (km)	TOW – coedwigoedd bach a grwpiau o goed	TOW – coed unig
DDLYPR	1.61	9.45	5.82	28	6
IDHJID	19.55	1.98	1.85	4	36
PBHRYW	64.66	0	0	3	4

Cymhariaeth o offer cyfrifyddu carbon masnachol a methodoleg yr adroddiad hwn

Mae gwahaniaethau mewn gwerthoedd atafaelu carbon a gyfrifir gan ddefnyddio gwahanol offer a chan ddefnyddio'r dull a gyflwynir yn yr adroddiad hwn yn deillio o:

a. wahaniaethau yn y mewnbynnau y gellir eu nodi ym mhob cyfrifiannell carbon,
b. pa dybiaethau a wneir, a
c. y ffactorau allyriadau a ddefnyddir i gyfrifo atafaelu carbon o'r mewnbynnau hynny.

Trafodir isod ffactorau sy'n cyfrannu at wahaniaethau rhwng offer masnachol, a rhwng offer masnachol a'r fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn.

Gwahaniaeth yng nghwmpas cyfrifianellau: cynnwys coetir

Mae gwahaniaeth mewn ffiniau systemau wedi'i nodi fel ffactor sy'n sbarduno gwahaniaethau cyffredinol mewn amcangyfrifon allyriadau rhwng cyfrifianellau masnachol, a all fod yn helaeth (ADAS, 2023). Nid yw pob cyfrifiannell fasnachol yn darparu ar gyfer cyfrifo atafaelu carbon o elfennau coediog (ADAS, 2023), ac o fewn y rhai sy'n gwneud hynny mae gwahaniaethau o ran pa elfennau coediog sydd wedi'u cynnwys. Mae pob cyfrifiannell a archwiliwyd, yn ogystal â'r fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn, yn cyfrifo faint o carbon sy'n cael ei ddal a'i storio oherwydd gwrychoedd a choed mewn caeau, ond nid oedd cyfrifiannell A yn cynnwys coed mewn coetiroedd (Tabl 7-4). Mae'r fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn yn cynnwys cyfrifo faint o garbon sy'n cael ei ddal mewn coetir; o'i gymharu â chyfrifiannell fasnachol lle nad yw coetir o fewn y cwmpas, mae'n debygol y bydd methodoleg yr adroddiad hwn yn dychwelyd gwerth dal carbon mwy.

Tabl 7-4: Cymhariaeth o gwmpas cyfrifianellau carbon mewn perthynas ag 'elfennau coediog': coetir, gwrychoedd a Choed y Tu Allan i Goetir.

Carbon Cyfrifiannell	Coetiroedd	Gwrychoedd	Coed y Tu Allan i Goetir
A	allan o gwmpas	o fewn cwmpas (carbon mewn pren + pridd)	o fewn cwmpas (carbon mewn pren + pridd)
B	o fewn cwmpas (carbon mewn pren)	o fewn cwmpas (carbon mewn pren + pridd)	o fewn cwmpas (carbon mewn pren)
C	o fewn cwmpas (carbon mewn pren)	o fewn cwmpas (carbon mewn pren)	o fewn cwmpas (carbon mewn pren)

yr adroddiad hwn	o fewn cwmpas (carbon mewn pren)	o fewn cwmpas (carbon mewn pren + pridd)	o fewn cwmpas (carbon mewn pren)

Ffactorau mewnbynnu data: mapio nodweddion coediog.

Mae cyfrifianellau carbon masnachol yn gofyn am gyfnod casglu data lle mae ffermwyr yn casglu gwybodaeth am eu ffermydd, gan gynnwys arwynebeddau a dimensiynau nodweddion coediog (e.e. arwynebeddau coetir, lled a hyd gwrychoedd a nifer a maint coed yn y cae). Mae gan rai cyfrifianellau masnachol, fel cyfrifiannell C, y gallu i ddatblygu dulliau ar gyfer data sydd ar gael fel LiDAR, er bod modelau safonol wedi'u cynllunio i'w defnyddio gan dirfeddianwyr a rheolwyr tir. Ar gyfer y gymhariaeth a gyflwynir uchod, casglwyd data a fewnbynnwyd i gyfrifianellau masnachol ar lawr gwlad gan Arolygwyr Arolwg Maes Cenedlaethol ERAMMP, a fapiodd ardaloedd o goetir, maint gwrychoedd, a safle coed unigol.

Yn y fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn, pennir safleoedd ardaloedd bach o goetir a choed unigol gan ddefnyddio map Coed y Tu Allan i Goetir Cymru sy'n deillio o Arsylwad y Ddaear. Pennir metrigau fel union faint canopi coetir neu grŵp bach o goed, neu led rhan o wrych gan ddefnyddio LiDAR sy'n caniatáu mapio ar raddfa llawer mwy manwl, er y gallai newidiadau i nodweddion coediog fod wedi digwydd rhwng blynyddoedd casglu LiDAR (2020-2022) a 2026 (blwyddyn cyflwyno gwaelodlin Carbon Fferm i ffermwyr). Mae arolygu tir hefyd yn caniatáu cofnodi gwrychoedd o dan ganopïau; mae'r rhain wedi'u heithrio yn y fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn.

Gall gwahaniaethau yn y ffordd y caiff data ei gasglu gyfrannu at wahaniaethau rhwng gwerthoedd dal a storio carbon a gyfrifir gan ddefnyddio'r dull yn yr adroddiad hwn, a'r rhai a geir drwy ddefnyddio offer cyfrifyddu carbon gan ffermwyr, er nad yw'r gwahaniaethau hyn yn debygol o fod yn systematig i un cyfeiriad.

Ffactorau mewnbynnu data: gwahaniaeth mewn manylder a rhagdybiaethau

Mae gwybodaeth arall a gesglir gan ffermwyr a all lywio amcangyfrifon o ddal a storio carbon mewn cyfrifianellau masnachol yn cynnwys: manylion oedran coetir, dosbarth cynnyrch, rhywogaethau coetir, a rheolaeth coetir, a gwahaniaethu rhwng gwrychoedd a reolir a rhai nad ydynt yn cael eu rheoli. Mae cyfrifianellau masnachol yn wahanol i'w gilydd ac i'r fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn o ran faint o fanylder sy'n bosibl wrth adrodd a modelu elfennau coediog ar y fferm.

Mae'r fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn yn defnyddio uchder coetiroedd a choed unigol a dimensiynau gwrychoedd i lywio'r cyfrifiad o gyfraddau atafaelu carbon. Mae rhai cyfrifianellau masnachol (e.e. B, C) yn caniatáu mewnbwn o oedran coetir, os yw'n hysbys, i gael effaith debyg. Fodd bynnag, gan na chasglwyd gwybodaeth am oedran coetiroedd yn ystod yr arolygon maes, ni ellid cynnwys y mewnbwn hwn mewn cyfrifiadau atafaelu carbon gan gyfrifianellau masnachol ar gyfer y gymhariaeth 'fferm fodel' - yn debyg i sefyllfa lle nad oedd tirfeddiannwr yn gwybod oedran eu coetir ar y fferm. Mae'r bwlch data yn y gymhariaeth hon yn cyflwyno ansicrwydd i amcangyfrifon o ddal a storio carbon o gyfrifianellau masnachol sy'n defnyddio modelau coetir yn dibynnu ar oedran y goedwig; darparodd cyfrifianellau dybiaethau ar gyfer oedran coetir o dan yr amgylchiadau hyn.

Mae cyfrifianellau B a C hefyd yn caniatáu mewnbynnu manylion rheoli coetiroedd. Roedd fferm fodel PBHRYW yn cynnwys rhai ardaloedd o goetir a reolir (teneuwyd). Mae cyfrifiadau o ddal carbon yn methodoleg yr adroddiad hwn yn tybio nad yw'r holl goetir yn cael ei reoli; gall hyn arwain at oramcangyfrif o ddal carbon ar ffermydd sy'n cynnwys coetir a reolir.

Lle na ddefnyddir mewnbwn manwl mewn cyfrifiannell, neu lle nad yw gwybodaeth (e.e. oedran coetir) yn hysbys, rhaid gwneud rhagdybiaethau. Os gwneir rhagdybiaethau ynghylch rheoli coetiroedd, mae cyfrifianellau masnachol yn tueddu i dybio nad yw coetiroedd yn cael eu teneuo na'u cynaeafu (ADAS, 2023); mae hyn hefyd yn dybiaeth a wneir ym methodoleg yr adroddiad hwn.

Yn ogystal â'r rhai a grybwyllir uchod, mae'r fethodoleg yn yr adroddiad hwn yn defnyddio rhagdybiaethau yn seiliedig ar gyfartaleddau cenedlaethol Cymru ar gyfer cyfran y gwrychoedd a reolir, dosbarthiad rhywogaethau cynrychioliadol a dosbarth cynnyrch mewn coetiroedd llydanddail a chonwydd preifat. Mae'n bosibl bod cyfansoddiad coetiroedd preifat yng Nghymru, o ran rhywogaethau a dosbarth cynnyrch, yn wahanol i'r hyn a geir ar dir fferm, a gall arwain at oramcangyfrif twf coed. Ar raddfa fferm unigol, yn enwedig un sy'n wahanol i gyfartaleddau cenedlaethol drwy, er enghraifft, deneuo ei choetir, gallai gwahaniaethau ym manylder mewnbwn, a rhagdybiaethau a gwerthoedd diofyn rhwng cyfrifianellau arwain at wahaniaethau amlwg mewn gwerthoedd atafaelu carbon a gyfrifir.

Gwahaniaeth yn y ffactorau allyriadau a ddefnyddir gan gyfrifianellau.

Nid oes un dull sengl o asesu atafaelu carbon o lystyfiant yn cael ei ddefnyddio gan gyfrifianellau masnachol (ADAS, 2023). Mae'r rhan fwyaf o'r cyfrifianellau carbon a nodwyd yn y dadansoddiad o ADAS (2023) fel y rhai mwyaf perthnasol neu a ddefnyddir yn eang (gan gynnwys cyfrifiannell B ac C yr adroddiad hwn), wrth gyfrifo ffactorau allyriadau ar gyfer coetir, wedi'u halinio mewn rhyw ffordd â'r Cod Carbon Coetir, sy'n defnyddio damcaniaeth model sylfaenol gyson i fodel CARBINE Forest Research (Cod Carbon Coetir, 2025). Mae'r fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn i gyfrifo atafaelu carbon o goetir hefyd wedi'i halinio â model CARBINE Forest Research, felly mae wedi'i hategu gan yr un model cyfrifyddu carbon, er y gall gwahanol gyfrifianellau ddefnyddio gwahanol lefelau o fanylder a gwerthoedd diofyn, gyda'r gwahaniaeth mwyaf yn cynnwys oedran y goedwig (gweler uchod).

Gall cyfrifianellau carbon masnachol gyfrifo ffactorau allyriadau ar gyfer gwrychoedd o synthesis o ddata o astudiaethau cyhoeddedig (megis y rhai a grynhoir yn Atodiad 1, Tabl A1-1). Mae data ar gyfer y tabl chwilio ar gyfer gwrychoedd yn yr adroddiad hwn yn seiliedig ar fodelau twf wedi'u dilysu yn erbyn ffactorau allyriadau o astudiaethau cyhoeddedig. Mae Adran 4.3.6 yn darparu trafodaeth fanylach o ddilysu'r model twf gwrychoedd a gyflwynir yn yr adroddiad hwn yn erbyn data o astudiaethau cyhoeddedig.

Mae data ar gyfer y tabl chwilio ar gyfer coed unigol yn yr adroddiad hwn yn seiliedig ar fodel twf penodol i goed unigol. Disgwylir i goed unigol fod â stociau carbon uwch fesul coeden nag mewn coed a dyfir mewn coedwigoedd (Forrester *et al.,* 2017; Moeys *et al.,* 2025), felly byddai disgwyl i ddull yr adroddiad hwn amcangyfrif mwy o atafaelu carbon o goeden unigol na chyfrifiannell sy'n defnyddio gwerthoedd coetir.

Cymhariaeth o ddal carbon mewn ffermydd model

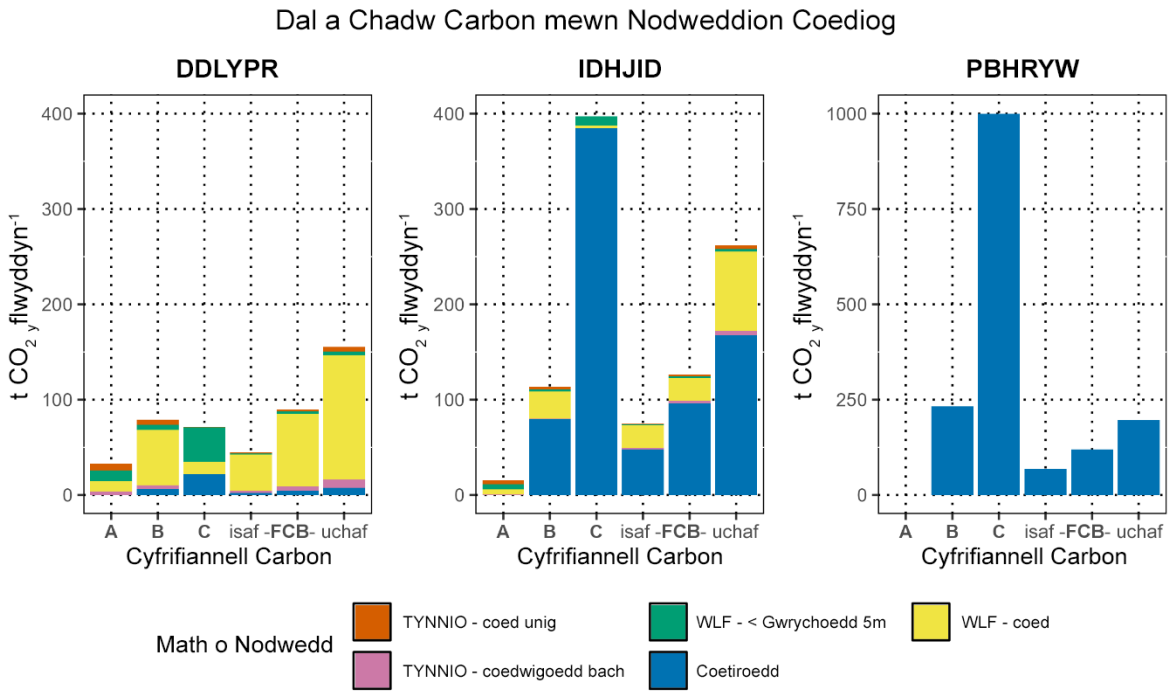
Felly, byddem yn disgwyl y bydd newid rhwng cyfraddau atafaelu carbon a gyfrifir gan ddefnyddio ein methodoleg a'r rhai a gyfrifir gan ddefnyddio cyfrifianellau masnachol, yn enwedig oherwydd gwahaniaethau o ran cwmpas a gwahaniaethau o ran manylder mewnbwn a rhagdybiaethau. Mae'n debyg bod y newidiadau a welwyd rhwng cyfrifianellau oherwydd sawl ffactor sy'n gweithredu ar yr un pryd.

Cyflwynir cymhariaeth o'r gwerthoedd atafaelu nwyon tŷ gwydr sy'n deillio o hyn yn Ffigur 7-1. Gwneir cyfrifiad o ddal a storio carbon ar y fferm gan ddefnyddio dull yr adroddiad hwn gan ddefnyddio'r gwerthoedd cyfartalog o ddal a storio carbon a gyflwynir yn y tablau edrych. Defnyddir terfynau isaf ac uchaf y cyfyngau hyder ar gyfer gwerthoedd atafaelu carbon fesul

metr [sgwâr]/metr/coeden yn y tablau cyfeirio (gweler yr adrannau 'Ansicrwydd' yn Adran 4) i gyfrifo amcangyfrifon uchaf ac isaf o atafaelu carbon ar gyfer pob fferm.

Mae gwerthoedd atafaelu nwyon tŷ gwydr ar gyfer ffermydd model a gyfrifir gan ddefnyddio gwahanol offer masnachol yn amrywio'n fawr. Mae gwerthoedd atafaelu carbon a gyfrifir gan ddefnyddio methodoleg yr adroddiad hwn (gan ddefnyddio gwerthoedd atafaelu carbon cyfartalog yr chwiliadau) yn fras debyg i werthoedd atafaelu nwyon tŷ gwydr o offer masnachol, ac nid ydynt yn fwy gwahanol i amcangyfrifon offer masnachol nag y mae amcangyfrifon offer masnachol o'i gilydd. Mae'r gwahaniaethau mwyaf yn digwydd yn yr amcangyfrif o atafaelu carbon mewn coetiroedd; dylid nodi bod atafaelu carbon mewn coetiroedd yn sensitif i oedran y stondin yng nghyfrifianellau B a C, felly mae'n debygol y bydd diffyg data oedran y stondin ar gyfer 'ffermydd model' yn arwain at ansicrwydd mawr mewn gwerthoedd atafaelu carbon. Darparodd Cyfrifiannell C werthoedd diofyn rhanbarthol a phenodol i rywogaethau ar gyfer oedran y stondin lle nad oedd oedran stondin y coetir yn hysbys; wrth gyfrifo atafaelu carbon mewn coetir o oedran anhysbys, darparodd cyfrifiannell B werth cyfartalog ar gyfer pob math o goetir dros gyfartaledd o 200 mlynedd.

Yng nghyd-destun 'fferm fodel' PBHRYW, mae'r gwahaniaeth rhwng gwerthoedd atafaelu carbon o gyfrifianellau masnachol a'r dull a ddisgrifir yn yr adroddiad hwn yn deillio'n bennaf o ffactorau mewnbwn data wrth fapio nodweddion coediog. Mae sgwâr Arolwg Maes Cenedlaethol ERAMMP 1 km PBHRYW yn cynnwys y gyfran fwyaf o goetir (Tabl 7-4) ac mae'n lleiaf cynrychioliadol o gyfansoddiad nodweddion coediog fferm nodweddiadol; er ei fod yn ddarluniadol, dylid rhoi mwy o bwyslais ar gymharu dulliau wrth gyfrifo atafaelu carbon ar gyfer 'ffermydd model' DDLYPR ac IDHJID.



Ffigur 7-1: Cymhariaeth o ddal a storio carbon (tCO_2yr^{-1}) mewn tair fferm fodel, wedi'i gyfrifo gan ddefnyddio cyfrifianellau carbon A, B, a'r dull a ddatblygwyd yn yr adroddiad hwn, wedi'i labelu 'FCB' (Gwaelodin Carbon Fferm) ar y plot. Nodwch y newid yn y raddfa ar gyfer plot PBHRYW. Gwneir cyfrifiad o ddal a storio carbon ar y fferm gan ddefnyddio dull yr adroddiad hwn gan ddefnyddio'r gwerthoedd cyfartalog o ddal a storio carbon a gyflwynir yn y tablau edrych. Defnyddir terfynau isaf ac uchaf y cyfyngau hyder ar gyfer gwerthoedd atafaelu

carbon fesul hectar/metr/coeden i gyfrifo amcangyfrifon atafaelu carbon, a gyflwynir fel bariau ar wahân ar y siart bar, wedi'u labelu 'isaf' ac 'uchaf'. Dylid nodi, er bod cyfrifianellau carbon masnachol yn darparuCO_2e, mai dim ond CO_2 y mae'r dull FCB yn ei gynnwys. Cydrannau atafaelu carbon oherwydd Coetir, Coed y Tu Allan i Goetir – coedwigoedd bach, Coed y Tu Allan i Goetir – coed unigol, Nodweddion Llinol Coediog – < Gwrych 5 m a Nodweddion Llinol Coediog – mae coed wedi'u nodi â gwahanol liwiau. Mae'r dull yn yr adroddiad hwn yn cyfrifo atafaelu carbon mewn 'coetir, coedwigoedd bach, a choed bach'; er mwyn cymharu'n well ar y plot, mae'r categori hwn wedi'i isrannu'n Goetir, TOW – coedwigoedd bach, a WLF – coed (nodweddion TOW sy'n croestorri ffiniau caeau). Roedd dal a storio carbon mewn Coetiroedd y tu allan i gwmpas cyfrifiannell A, ac eithriwyd y categori TOW – coedwigoedd bach o gyfrifiad carbon cyfrifiannell C.

Mae'r gwahaniaethau a welwyd mewn atafaelu carbon a gyfrifwyd ar ffermydd model gan ddefnyddio amrywiol gyfrifianellau masnachol yn tynnu sylw at bwysigrwydd defnyddio dull cyson ar gyfer pob fferm, er mwyn osgoi amrywiadau oherwydd dewis dull neu offeryn yn unig, a chyfathrebu clir wrth gyflwyno gwerthoedd atafaelu carbon. Mae penderfyniadau ynghylch a) beth sydd o fewn cwmpas i'w gynnwys yn y cyfrifiadau, b) pa ddata mewnbwn a ddefnyddir ac c) pa dybiaethau a wneir yn cael eu harwain yn y fethodoleg a gyflwynir yn yr adroddiad hwn ac mewn cyfrifianellau carbon masnachol gan y diben y cyfrifwyd y gwerthoedd atafaelu carbon ar ei gyfer. Felly, mae'n debygol y ceir gwahanol werthoedd atafaelu carbon gan ddefnyddio gwahanol offer. Dylid nodi hefyd, os mabwysiadir dull gwahanol o gyfrifo atafaelu carbon ar fferm ar gyfer cyfnodau diweddarach (gweler trafodaeth bellach yn Adran 8), na fydd amcangyfrifon atafaelu carbon ar fferm o wahanol flynyddoedd a gyfrifir gan ddefnyddio gwahanol ddulliau yn uniongyrchol gymharol.

Wrth adrodd ar werthoedd atafaelu carbon ffermydd a gyfrifwyd gan ddefnyddio'r fethodoleg a fanylir yn yr adroddiad hwn, mae cynnwys disgrifiad cysylltiedig o bwrpas a chwmpas amcangyfrifon atafaelu yn darparu cyd-destun ychwanegol i esbonio gwahaniaethau posibl o'r gwerthoedd a ddychwelir gan gyfrifianellau masnachol. Gwnaed argymhelliad tebyg i ystyried pwrpas asesu carbon wrth ddefnyddio offer cyfrifyddu carbon mewn adroddiad blaenorol ar gysoni offer cyfrifyddu carbon ar gyfer amaethyddiaeth (ADAS, 2023).

8 Argymhellion Pellach

Trafodir argymhellion posibl i wella amcangyfrifon o atafaelu carbon ar ffermydd isod. Mae angen buddsoddiad ychwanegol mewn casglu data ar bob awgrym and/or datblygu dull.

8.1 Gwelliannau i'r dull presennol

Cymhwyso dadansoddiad rhywogaethau ar gyfer coetir

Byddai adnabod rhywogaethau yn caniatáu defnyddio tablau cynnyrch penodol i rywogaethau. Mae dulliau sy'n dod i'r amlwg yn defnyddio deallusrwydd artiffisial i alluogi mapio rhywogaethau safleoedd coetir, gyda dau fodel yn cael eu datblygu ar hyn o bryd yn FR sy'n galluogi mapio rhywogaethau safleoedd coetir. Fodd bynnag, problem sy'n weddill yw bod llawer o ardaloedd o goetir fferm yn debygol o fod yn rhywogaethau cymysg, nad ydynt yn cael eu cynrychioli'n uniongyrchol yn CARBINE. Byddai ansicrwydd neu wall wrth gamddosbarthu rhywogaethau hefyd yn gyfyngiad, yn enwedig ar gyfer polygonau coetir llai.

Cynnwys pren marw, sbwriel a phyllau carbon pridd ar gyfer coetir.

Mae CARBINE hefyd yn adrodd am newid stoc carbon ar gyfer pren marw, sbwriel, a phyllau carbon pridd. Cafodd y pyllau hyn eu heithrio o'r fethodoleg hon, gan fod y gyfradd atafaelu yn ansicr iawn heb wybodaeth ychwanegol am oedran y stondin, nifer y cylchdroadau, math o bridd, a defnydd tir blaenorol (ar gyfer carbon pridd) (Matthews, 2020). Gallai fod yn bosibl cynnwys y pyllau carbon hyn i roi darlun mwy cyflawn o gyfanswm y coetiroedd sy'n cael eu dal drwy ddarparu tabl edrych wedi'i bwysoli yn ôl arwynebedd sy'n cynnwys y pyllau carbon hyn. Un gwahaniaeth allweddol sy'n ofynnol ar gyfer carbon pridd fyddai nodi coetir ar briddoedd mwynau, organo-fwynau ac organig. Gellid agregu priddoedd mwynau neu eu rhoi mewn un tabl chwilio, neu eu grwpio ar wahân. Byddai angen tybio defnydd tir blaenorol hefyd.

Os caiff y dull hwn ei weithredu, gellid amcangyfrif math pridd parsel coetir gan ddefnyddio mapiau graddfa genedlaethol o fath pridd fel NATMAP, Map Pridd Cenedlaethol Cymru a Lloegr (“Map Pridd Cenedlaethol Lloegr a Chymru”). Gall coetir ar briddoedd mawn dwfn fod yn darged arbennig o bwysig i'w gynnwys, gan y gall coetiroedd ar fawn dwfn â draeniad gwael fod yn ffynonellau sylweddol o'r nwy tŷ gwydr methan (Matthews, 2020). Mae cyfres Mapiau Mawndiroedd Cymru (Llywodraeth Cymru, 2022) wedi'i nodi fel ffynhonnell ddefnyddiol ar gyfer pennu ble mae ardaloedd o goetir yn digwydd ar bridd mawn dwfn.

Mireinio rhagdybiaethau

Mae'r fethodoleg hon yn cymryd yn ganiataol bod priodoleddau anhysbys nodweddion coediog (e.e. rhywogaethau, arferion rheoli) yn cael eu cynrychioli gan werthoedd 'cyfartaledd cenedlaethol'. O fewn y model twf gwrychoedd, mae'r meysydd canlynol yn gofyn am dybiaethau a nodir fel targedau ar gyfer gwella: cyfradd twf gwrychoedd a newid mewn maint dros amser ar gyfer gwrychoedd a reolir a heb eu rheoli, amlder tocio ac arferion tocio ar draws ffermydd yng Nghymru, amlder a natur adnewyddu ar draws ffermydd yng Nghymru. Mae rhagdybiaethau sy'n effeithio ar uchder a lled cymedrig gwrychoedd yn cynnwys cyfradd trawsnewid y gwrych i linellau coed, cyfradd colli neu ddileu gwrychoedd, amlder adnewyddu gwrychoedd a chyfraddau creu gwrychoedd. Gellid cael y data sydd ei angen i fireinio'r rhagdybiaethau hyn gan dirfeddianwyr and/or data arolwg cenedlaethol.

Mwy o ddata mewnbwn penodol i'r safle

Un o gyfyngiadau allweddol yr astudiaeth hon oedd y diffyg data penodol i'r safle sydd fel arfer yn ofynnol i amcangyfrif faint o carbon sydd wedi'i storio mewn coetiroedd, megis rhywogaethau, oedran a rheolaeth. O ganlyniad, roedd y dull a ddatblygwyd ar gyfer safleoedd coetir yn galluogi cymhwyso cyfradd atafaelu gyfartalog genedlaethol bwysoli. Byddai mwy o wybodaeth benodol i'r safle yn gwella cywirdeb yr asesiad hwn. Gellid cael hyn o adroddiadau ffermwyr neu o dechnegau Arsylwi'r Ddaear. Trafodir adnabod rhywogaethau uchod.

Mae oedran a rheolaeth coedwigoedd yn parhau i fod yn heriol i'w nodi heb asesiad lefel y ddaear. Gellid defnyddio delweddau lloeren i nodi a oes unrhyw gwympo coed wedi digwydd yn ddiweddar ar goed fferm. Gellid defnyddio adroddiadau ffermwyr i gasglu gwybodaeth am oedran coetiroedd (os yw'n hysbys) a rheolaeth. Fodd bynnag, byddai hyn yn rhoi baich mawr ar y ffermwr ac yn gofyn am ddull mwy cymhleth a fyddai'n debygol o fod yn heriol i'w gyfuno â setiau data gofodol a thablau chwilio sy'n deillio o LiDAR.

Yn yr un modd, mae amcangyfrifon o atafaelu gwrychoedd wedi'u cyfyngu gan ddulliau ar gyfer canfod cam rheoli gwrychoedd ac iechyd o ddata LiDAR. Mae dulliau'n cael eu datblygu yn Kew i asesu priodweddau gwrychoedd o ddata LiDAR, y gellid eu defnyddio i fireinio amcangyfrifon atafaelu.

Gellid gwneud gwelliannau i benderfyniad lled gwrychoedd er mwyn gwella cywirdeb trwy ddadansoddi delweddau o'r awyr, fel y gwnaed trwy ddysgu peirianyddol ar gyfer map gwrychoedd Lloegr (Forest Research, *yn cael ei baratoi*).

Mireinio model twf gwrychoedd

Mae amcangyfrifon o atafaelu gwrychoedd wedi'u cyfyngu gan argaeledd data cyfyngedig, yn enwedig ar gyfer: amrywiad yn ôl rhywogaethau gwrychoedd; amrywiad mewn cyfraddau twf ar draws mathau o safleoedd (pridd, uchder, agwedd, llethr, tymheredd, glawiad, amlygiad) ar gyfer gwrychoedd a reolir rhwng tocio ac ar gyfer gwrychoedd heb eu rheoli; y biomas sy'n weddill ar y safle ar ôl plygu neu goedlannu gwrychoedd; effaith adnewyddu ar dwf dilynol a dwysedd biomas; cyfraddau atafaelu gan wrychoedd sydd wedi'u gor-docio a gwrychoedd sy'n dirywio. Byddai casglu data ychwanegol yn caniatáu datblygu dull mwy cadarn.

Cynnwys atafaelu carbon o blanhigion lluosflwydd coediog

Mae'r adroddiad hwn yn cyflwyno methodoleg ar gyfer cyfrifo'r gydran atafaelu carbon o goed, gwrychoedd a choed unigol. Roedd cyfraniadau at ddal a storio carbon o gnydau lluosflwydd coediog fel perllannau, gwinwydd a choedlannau cylchdro byr y tu allan i gwmpas y fethodoleg hon. Gan y gall mathau o gnydau lluosflwydd gael eu cynaeafu a'u hailblannu'n rheolaidd; gellir disgwyl y bydd ganddynt gyfraniad isel at atafaelu biomas net cyffredinol. Os tybir bod eu harwynebedd cyfan mewn cydbwysedd, byddai tybio nad oes unrhyw atafaelu net o fiomas yn gyson â'r fethodoleg haen 2 a gymhwysir yn NhGCC y DU (Brown *et al.*, 2026).

Fodd bynnag, pe bai amcangyfrifon o atafaelu carbon mewn planhigion lluosflwydd coediog yn cael eu dilyn, gallai fod yn bosibl deillio cyfraddau atafaelu o stociau carbon a adroddir yng nghategori Tir Cnydau Rhestr Nwyon Tŷ Gwydr y DU, ar gyfer planhigion lluosflwydd llwynog, coedlannau cylchdro byr, gwinwydd, a pherllannau traddodiadol a dwys. Defnyddiwyd dull tebyg ar gyfer offeryn Ymchwil Diwydiant Dŵr y DU (UKWIR, 2022). Mae hwn yn faes o ddatblygiad parhaus, gydag amcangyfrifon o newid stoc carbon biomas lluosflwydd wedi'u nodi fel maes i'w wella yn rhestr Gwella LULUCF GHGI y DU (Brown *et al.*, 2026).

Byddai cyfrifo ar sail atafaelu ffermydd yn dal i olygu bod angen gwybodaeth ofodol ar gyfer parseli tir sy'n cynnwys cnydau lluosflwydd coediog a gwybodaeth am sut mae'r rhain yn cael

eu rheoli. Byddai cyfrifo ar sail atafaelu ffermydd yn dal i olygu bod angen gwybodaeth ofodol ar gyfer parseli tir sy'n cynnwys cnydau lluosflwydd coediog a gwybodaeth am sut mae'r rhain yn cael eu rheoli. Mae gwybodaeth a adroddwyd gan ffermwyr a gasglwyd drwy Taliadau Gwledig Cymru fel rhan o geisiadau ffermwyr am daliadau cynllun yn ffynhonnell bosibl ar gyfer y data hwn. Mae gorgyffwrdd rhwng map TOW ac ardaloedd o blanhigion lluosflwydd coediog fel perllannau yn golygu, pe bai atafaelu carbon mewn planhigion lluosflwydd coediog yn cael ei gyfrifo trwy ddull fesul hectar, y byddai'n rhaid eithrio nodweddion coediog a nodwyd o fap TOW mewn parseli tir sy'n cynnwys planhigion lluosflwydd coediog o'r cyfrifiadau o atafaelu carbon gan ddefnyddio metrigau sy'n deillio o LiDAR a ddisgrifir yng nghorff yr adroddiad hwn er mwyn osgoi cyfrif ddwywaith.

8.2 Dulliau Amgen

Asesu newid mewn biomas dros amser

Byddai arolygon LiDAR ailadroddus yn galluogi cyfrifo'r gwahaniaeth mewn stociau carbon rhwng dau bwynt amser, er mwyn amcangyfrif newid mewn stoc carbon. Byddai'r dull hwn yn arbennig o ddefnyddiol ar gyfer TOW a gwrychoedd, sydd ar hyn o bryd yn brin o fodelau twf mwy soffistigedig (fel y rhai a gymhwysir yn CARBINE). Byddai arolygon LiDAR ailadroddus hefyd yn cofnodi tynnu llystyfiant o ganlyniad i dorri coed neu aflonyddwch arall yn effeithiol, gan ddarparu asesiad mwy cynhwysfawr o newid stoc carbon net.

Gellid cymhwyso'r gwahaniaeth stoc carbon rhwng dau bwynt mewn amser i goetir hefyd, fodd bynnag, mae angen methodoleg i amcangyfrif stoc carbon yn uniongyrchol o ddata LiDAR ar gyfer coetir o hyd. Fel arall, efallai y bydd modd defnyddio'r cynnydd uchder o arolygon ailadroddus i fapio gwerth dosbarth cynnyrch penodol, os yw'r rhywogaeth yn hysbys. Byddai angen rhaglen o arolygon LiDAR rheolaidd er mwyn mabwysiadu'r dull hwn.

Mae gwaith diweddar yn FR wedi datblygu dull i amcangyfrif stociau carbon TOW o ddata LiDAR, yn seiliedig ar uchder coed ac arwynebedd canopi (Defra R & prosiect D yn 2026). Mae gwaith parhaus yn FR bellach yn archwilio sut y gellid cyfuno hyn â datblygu modelau uchder canopi synthetig, o ffotograffiaeth awyr hanesyddol, i amcangyfrif newid stoc carbon TOW cenedlaethol. Gall defnyddio modelau uchder canopi synthetig alluogi amcangyfrifon o newid stoc carbon sy'n benodol yn ofodol, heb yr angen i aros am arolygon LiDAR ailadroddus. Mae'r gwaith hwn yn canolbwyntio'n bennaf ar goed TOW. Gellid datblygu dull tebyg ar gyfer coed coetir; fodd bynnag, nid yw hyn yn cael sylw uniongyrchol ar hyn o bryd.

Gan gynnwys atafaelu carbon ar y fferm o ffynonellau eraill

Roedd cyfraniadau at ddal a storio carbon o ardaloedd o laswelltir parhaol neu allyriadau net sy'n gysylltiedig â newid defnydd tir y tu allan i gwmpas creu'r fethodoleg hon, ond byddent yn darparu darlun mwy cyflawn o ddal a storio carbon ar fferm.

Er y byddai angen ymrwymiad sylweddol pellach i brofi a dilysu modelau, byddai defnyddio model sy'n seiliedig ar brosesau fel y model carbon ar raddfa ecosystem modiwlaidd sy'n cael ei yrru gan ddata Arsylwi'r Ddaear sy'n cael ei ddatblygu gan UKCEH (a drafodir yn Adran 3) yn darparu llwybr posibl ar gyfer ehangu cwmpas cydran atafaelu carbon y gwaelodlin Carbon a ddarperir i ffermwyr.

10 Atodiad 1: Adolygiad Llenyddiaeth o Atafaelu Carbon mewn Gwrychoedd

Tabl A1-1: Cyfraddau atafaelu cyhoeddedig ar gyfer gwrychoedd fesul hectar ($tCO_2\ ha^{-1}\ yr^{-1}$), wedi'u rhannu'n fiomas uwchben y ddaear (AGB), biomas islaw'r ddaear (BGB) a charbon organig pridd (SOC).

Ffynhonnell	Math o wrych	Dal a storio carbon AGB ($tCO_2\ ha^{-1}\ yr^{-1}$)	Dal a storio carbon BGB ($t\ CO_2\ ha^{-1}year^{-1}$)	SOC Dal a storio carbon ($tCO_2\ ha^{-1}\ yr^{-1}$)
Robertson, 2012	gwrychoedd heb eu rheoli	5.06		
Robertson, 2012	gwrychoedd tal	1.87		
Robertson, 2012	gwrychoedd canolig	0.95		
Robertson, 2012	gwrychoedd byr	0.48		
Robertson, 201 2 [1]	hen wrychoedd			1.99
Robertson, 201 2 [1]	gwrychoedd newydd			1.67
Crossland, 2015 [2]	Draenen ddu heb ei rheoli (wedi'i modelu), cyfradd gyfartalog dros 100 mlynedd	22	4.03	7.7
Crossland, 2015 [2]	Draenen ddu wedi'i rheoli (wedi'i modelu), cyfradd gyfartalog dros 100 mlynedd	0	0.55	1.39
Crossland, 2015 [2]	draenen wen heb ei rheoli (wedi'i modelu), cyfradd gyfartalog dros 100 mlynedd	6.56	1.83	36.3
Crossland, 2015 [2]	draenen wen wedi'i rheoli (wedi'i modelu), cyfradd gyfartalog dros 100 mlynedd	0	0.73	1.58
Crossland, 2015 [2]	Cyll heb ei reoli (wedi'i fodelu), cyfradd gyfartalog dros 100 mlynedd	4.58	1.80	3.67
Crossland, 2015 [2]	cyll wedi'i reoli (wedi'i fodelu), cyfradd gyfartalog dros 100 mlynedd	0	2.38	5.10
Biffi *et al*, 2022 [1]	Cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Seisnig, gwrych 2–4 oed			8.36 (-19.54–36.23)
Biffi *et al*, 2022 [1]	Cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Seisnig, gwrych 10 oed			6.67 (-2.16–15.55)
Biffi *et al*, 2022 [1]	cyfansoddiad rhywogaethau Seisnig 'nodweddiadol' wedi'i reoli, gwrych 37 oed			4.07 (1.91–6.20)
Biffi *et al*, 2022 [1]	wedi'i reoli, cyfansoddiad rhywogaethau Seisnig 'nodweddiadol', gwrych			3.12 (-0.18–6.38)

	'hen', union oedran yn anhysbys			
Biffi *et al*, 2022 [2]	Cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Seisnig, gwrych 2–4 oed			13.60 (-7.63–34.83)
Biffi *et al*, 2022 [2]	Cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Seisnig, gwrych 10 oed			9.86 (4.58–15.14)
Biffi *et al*, 2022 [2]	cyfansoddiad rhywogaethau Seisnig 'nodweddiadol' wedi'i reoli, gwrych 37 oed			5.42 (2.71–8.14)
Biffi *et al*, 2022 [2]	wedi'i reoli, cyfansoddiad rhywogaethau Seisnig 'nodweddiadol', gwrych 'hen', union oedran yn anhysbys			4.47 (1.39–7.55)
Biffi *et al*, 2023	cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Seisnig, cyfradd atafaelu rhwng 0–6 mlynedd	7.65 (2.86–12.45)		
Biffi *et al*, 2023	Cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Seisnig, cyfradd atafaelu rhwng 6–12 mlynedd	8.29		
Biffi *et al*, 2023	cyfansoddiad rhywogaethau Seisnig 'nodweddiadol', wedi'i reoli, cyfradd atafaelu rhwng 0–12 mlynedd	6.7 (2.76–10.64)		
Biffi *et al*, 2023	cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Seisnig, cyfradd atafaelu rhwng 12–39 mlynedd	1.58		
Biffi *et al*, 2023	wedi'i reoli, cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Seisnig, gwrych 'hen', cyfradd atafaelu rhwng 0–39+ mlynedd	3.14 (1.82–4.47)		
Drexler a Don, 2024 [1]	cyfartaledd o wrychoedd Almaenig amrywiol			1.54±0.84
Drexler a Don, 2024 [3]	cyfartaledd o wrychoedd Almaenig amrywiol			2.38±2.02
Biffi *et al*, 2025 [2]	Cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Gogledd-orllewin Ewrop, gwrych 2–5 oed			45.54 (31.94–59.11)
Biffi *et al*, 2025 [2]	Cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Gogledd-orllewin Ewrop, gwrych 10 oed			19.14 (7.37–30.91)

Biffi *et al*, 2025 [2]	cyfansoddiad rhywogaethau 'nodweddiadol' Gogledd-orllewin Ewrop wedi'i reoli, gwrych 20–30 oed			5.46 (3.41–7.52)
Biffi *et al*, 2025 [2]	cyfansoddiad rhywogaethau Gogledd-orllewin Ewrop 'nodweddiadol' wedi'i reoli, gwrych aeddfed >30yrs hen			2.93 (1.47–4.44)

1 Dyfnder pridd 0–30 cm, 2 Dyfnder pridd 0–50 cm, 3 Dyfnder pridd 0–100cm

Mae'r dudalen hon yn wag yn fwriadol.

Swyddfa'r Rhaglen ERAMMP
UKCEH Bangor
Canolfan Amgylchedd Cymru
Ffordd Deiniol
Bangor, Gwynedd
LL57 2UW
+ 44 (0)1248 374500
erammp@ceh.ac.uk

www.erammp.cymru

www.erammp.wales