

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

Coedwig Genedlaethol yng Nghymru Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-4

ERAMMP Adroddiad-36 Atodiad-4: Lliniaru Newid yn yr Hinsawdd

Matthews, R.

Forest Research

Cyfeirnod y Cleient: Llywodraeth Cymru / Contract C210/2016/2017

Fersiwn 1.0

Dyddiad: 28/08/2020



Wedi'i Ariannu gan:



Hanes y Fersiynau

Fersiwn	Diweddarwyd gan	Dyddiad	Newidiadau
1.0	Tîm Awduron	28/08/2020	Cyhoeddi

Mae'r adroddiad hwn ar gael yn electronig yma / This report is available electronically at: www.erammp.wales/36

Neu trwy sganio'r cod QR a ddangosir / Or by scanning the QR code shown.



Cyfes	Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP) Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth
Teitl	ERAMMP Adroddiad-36 Atodiad-4: Lliniaru Newid yn yr Hinsawdd
Cleient	Llywodraeth Cymru
Cyfeirnod Cleient	C210/2016/2017
Cyfrinachedd, hawlfraint ac atgynhyrchu	© Hawlfraint y Goron 2020. 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	Robert Matthews, Forest Research robert.matthews@forestresearch.gov.uk
Awdur(on)	Robert Matthews Forest Research
Awdur(on) ac adolygwr/adolygw yr cyfrannol	Richard Baden ¹ , Kate Beauchamp ¹ , Christopher D. Evans ² , Anthony Geddes ⁵ , John Healey ⁴ , Geoff Hogan ¹ , Aidan Keith ² , Tom Jenkins ¹ , Jerry Langford et al. ³ , Ewan Mackie ¹ , James Morison ¹ , Marc Sayce ¹ , Eleanor M. Warren-Thomas ² ¹ Forest Research, ² UKCEH, ³ Coed Cadw [The Woodland Trust], ⁴ Prifysgol Bangor, ⁵ CDCDU
Sut i enwi (hir)	Matthews, R. (2020). <i>Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)</i> . ERAMMP Adroddiad-36: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-4: Lliniaru Newid yn yr Hinsawdd. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017) (Prosiect Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU 06297)
Sut i enwi (byr)	Matthews, R. (2020). ERAMMP Adroddiad-36: Tystiolaeth Coedwig Genedlaethol Atodiad-4. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(UKCEH 06297)
Cymeradwywyd gan	Lloyd Harris James Skates

Byrfoddau a Ddefnyddir yn yr Atodiad hwn

BE	Ffawydden
BI	Bedwen arian a bedwen
C ₁₀ H ₁₆	Monoterpenes
C ₅ H ₈	Isopren cyfansawdd
CGP	Coedwigaeth Gorchudd Parhaol
CCC	Cnewyll Cyddwysiad Cwmwl
CH ₄	Methan
CHP	Gwres a Phŵer Cyfun
CO ₂	Carbon Deuocsid
CDCDU	Cyddfederasiwn Diwydiannau Coetir y DU
DF	Ffynidwydden Douglas
COT	Carbon Organig Toddedig
ERAMMP	Rhaglen Monitro a Modelu Amgylchedd a Materion Gwledig
DSE	Dosbarthiad Safle Ecolegol
AD	Anwedd-drydarthiad
NTG	Nwy Tŷ Gwydr
PCB	Potensial Cynhesu Byd-eang
iLUC	Newid Defnydd Tir Anuniongyrchol
PRhNH	Panel Rhynglywodraethol ar y Newid yn yr Hinsawdd
ktC	Kilo-tunnell carbon
ACB	Asesiad Cylch Bywyd
BEIA	Biodanwydd Effaith Isel Anuniongyrchol
DTNDTC	Defnydd Tir, Newid Defnydd Tir a Choedwigaeth
MDF	Bwrdd Ffibr Dwysedd Canolig
MtCO ₂	Miliwn tunnell o garbon deuocsid [weithiau gyda '-cyf' = cyfwerth]
N ₂ O	Ocsid Nitraidd
NO	Ocsid Nitrig
NO _x	Ocsidau Nitrogen (generig, h.y. NO neu NO ₂)
CNC	Cyfoeth Naturiol Cymru
O ₃	Osôn
odt	Tunelli sych ffwrn - maint pren heb gynnwys lleithder
OH	Radical Hydrocsyl
OK	Derwen
PO	Aethnen ac aethnen ddu
COG	Carbon Organig Gronynnol
AOE	Aerosol Organig Eilaidd
SP	Pinwydden yr Alban
CCB	Coedwigaeth Cylchdroad Byr
SS	Pefrwydd Sitka
tC ha ⁻¹	Tunelli carbon yr hectar
tC ha ⁻¹ bl ⁻¹	Tunelli carbon yr hectar y flwyddyn
tCO ₂ ha ⁻¹ bl ⁻¹	Tunelli carbon deuocsid yr hectar y flwyddyn
tCO ₂ -eq.	Tunelli CO ₂ cyfwerth
UKCEH	Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU
CFiCUNH	Confensiwn Fframwaith y Cenhedloedd Unedig ar y Newid yn yr Hinsawdd
SCDU	Safon Coedwigaeth y DU
COA	Cyfansoddyn Organig Anweddol
CCC	Cod Carbon Coetiroedd
CLIG	Cyfarwyddeb Llosgi Gwastraff

Ymhelaethir ar fyrfoddau a rhai o'r termau technegol a ddefnyddir yn yr adroddiad hwn yng ngeirfa'r rhaglen:
<https://erammp.cymru/geirfa> (Cymraeg) <https://erammp.wales/en/glossary> (Saesneg)

Cynnwys

1. Cyflwyniad i Atodiad-4	4
1.1 Pwrpas	4
1.2 Strwythur yr atodiad hwn.....	4
1.3 Prif ffynonellau tystiolaeth	4
1.4 Canlyniadau adrodd ar gyfer gwahanol nwyon tŷ gwydr	5
2. Cysyniadau Hanfodol	7
2.1 Cyd-destun polisi rhyngwladol	7
2.1.1 <i>Beth yw ystyr “allyriadau sero-net?”</i>	7
2.2 Cwmpas yr asesiad	7
2.3 Cydbwyseddau carbon mewn coetiroedd.....	9
2.4 Deall cydbwyseddau carbon coetiroedd fel newidiadau stoc	10
2.5 Dynameg carbon coetiroedd - nodweddion hanfodol	12
2.6 Dylanwad digwyddiadau aflonyddu ar stociau carbon coed	15
2.7 “Dirlawnder carbon” neu “dal a storio'n dragwyddol”?	16
2.8 Diffyg parhauster posibl dal a storio carbon coetiroedd.....	17
2.9 Carbon pridd	20
2.9.1 <i>Stociau carbon pridd mewn coedwigoedd</i>	20
2.9.2 <i>Dynameg carbon pridd a newid gyda choedwigo</i>	22
2.9.3 <i>Stociau carbon pridd a rheoli coedwigoedd</i>	24
2.10 Nwyon tŷ gwydr nad ydynt yn CO ₂ ac effeithiau nad ydynt yn nwyon tŷ gwydr	26
2.10.1 <i>Nwyon tŷ gwydr nad ydynt yn CO₂</i>	26
2.10.2 <i>Effeithiau coedwigo albedo</i>	27
2.10.3 <i>Effeithiau eraill coedwigo ar yr hinsawdd</i>	28
2.10.4 <i>Asesiad cyffredinol o effeithiau nad ydynt yn CO₂ a nad ydynt yn NTG</i>	30
2.11 Dynameg carbon cynhyrchion pren	31
2.12 Effeithiau traws-sectoraidd cynhyrchion pren	33
2.12.1 <i>Allyriadau NTG ar ddiwedd oes cynhyrchion pren</i>	36
2.13 Dal a storio neu amnewid?.....	37
2.14 Newid defnydd tir (anuniongyrchol) wedi'i gyfyngu gan y farchnad (iLUC)	38
2.15 Diffiniad o ddalfa garbon	38
2.15.1 <i>Her cydbwysu dalfeydd a ffynonellau carbon</i>	42
2.16 Camdealltwriaethau sy'n deillio o wahanol gynrychioliadau o gydbwysedd carbon y coetiroedd	43
2.16.1 <i>“Bydd rheoli coed ar gylchdroadau sy'n cynnal tyfiant cyflym yn mwyafu dal a storio carbon coetir”</i>	44
2.16.2 <i>“Bydd osgoi cynaeafu coed yn mwyafu dal a storio carbon coetir”</i>	48
2.16.3 <i>“Caniatáu i dir adfywio i fod yn goetir anial trwy wladychu naturiol yw'r opsiwn gorau ar gyfer creu coetir i liniaru newid yn yr hinsawdd”</i>	51
2.16.4 <i>“Mae bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd (tanwydd coed) yn niwtral o ran carbon”</i> ..	52
2.16.5 <i>“Mae bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd (tanwydd coed) yn rhyddhau mwy o allyriadau CO₂ na llosgi glo”</i>	53
2.16.6 <i>“Mae cynhyrchion pren (gan gynnwys tanwydd coed) yn niwtral o ran carbon cyn belled â nad yw'r carbon a gynaeafir o goetiroedd wrth gynaeafu yn fwy na dalfa garbon y coetir”</i>	54
3. Mesurau Lliniaru Newid yn yr Hinsawdd mewn Coetiroedd	57
3.1 Creu coetiroedd (coedwigo)	57
3.2 Atal colli coetiroedd (osgoi datgoedwigo)	58
3.3 Cadw neu wella carbon mewn coetiroedd presennol	59
3.3.1 <i>Cyflwyno cylchdroadau hwy mewn clystyrau o oed gwastad</i>	59
3.3.2 <i>Osgoi clirio coed mewn clystyrau a reolir</i>	60
3.3.3 <i>Cyfyngu cynhyrchiant mewn clystyrau a reolir</i>	61

3.3.4	<i>Trosi'n goetir anial</i>	61
3.3.5	<i>Cadwraeth coetiroedd hirsefydlog â stociau carbon uchel</i>	61
3.3.6	<i>Ystyried opsiynau cadwraeth ynghylch carbon coetiroedd</i>	62
3.4	Gwell cynhyrchiant mewn coetiroedd presennol	63
3.4.1	<i>Addasu cylchdroadau yn agosach at yr uchafswm cynhyrchiol</i>	63
3.4.2	<i>Symud cynhyrchiant mewn coetiroedd a oedd wedi'u tan-reoli/heb eu rheoli o'r blaen</i>	65
3.4.3	<i>Cynyddu cynaeafu torbrennau a phren canghennau (gweddillion cynaeafu)</i>	65
3.4.4	<i>Newid/cyfoethogi cyfansoddiad rhywogaethau coed a chyfraddau twf coedwigoedd a reolir</i>	66
3.4.5	<i>Ystyried opsiynau cynhyrchu gwell</i>	67
4.	Meintioli Effeithiau Posibl Mesurau ar yr Hinsawdd	68
4.1	Sail yr amcangyfrifon y cyfeirir atynt mewn asesiadau	68
4.1.1	<i>Ffynonellau data</i>	69
4.1.2	<i>Rhywogaethau coed</i>	70
4.1.3	<i>Dosbarth cynnyrch</i>	70
4.1.4	<i>Hinsawdd</i>	71
4.1.5	<i>Pridd</i>	71
4.1.6	<i>Defnydd tir blaenorol</i>	72
4.1.7	<i>Cylchdroadau</i>	72
4.1.8	<i>Canlyniadau ERAMMP</i>	73
4.2	Cyflwyniad i ganlyniadau asesu.....	82
4.2.1	<i>Cyflwyniad amgen o'r canlyniadau</i>	85
4.3	Creu coetiroedd (coedwigo)	89
4.3.1	<i>Creu coetiroedd: pob senario</i>	93
4.4	Atal colli coetiroedd (osgoi datgoedwigo)	96
4.5	Newidiadau i reolaeth mewn coetiroedd presennol	97
4.5.1	<i>Ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol: pob senario</i>	102
4.6	Asesiad cryno.....	106
4.7	Cipolygon ar amcanestyniadau ar raddfa genedlaethol	110
5.	Casgliadau ar Gyfraniad Coetiroedd at Lliniaru Newid yn yr Hinsawdd	112
5.1	Gweithgareddau perthnasol ar gyfer rheoli coetiroedd.....	112
5.2	Asesiad meintiol o botensial rheoli coetiroedd.....	114
5.3	Tystiolaeth o senarios ar raddfa genedlaethol.....	116
5.4	Goblygiadau asesu ar gyfer rheoli coetiroedd	116
5.5	Goblygiadau ar gyfer dulliau lliniaru newid yn yr hinsawdd mewn coetiroedd.....	117
5.6	Goblygiadau ar gyfer dulliau cenedlaethol a rhyngwladol i gyfrifo NTG	118
5.7	Goblygiadau ar gyfer diffinio dalfeydd carbon.....	119
5.8	Bylchau mewn gwybodaeth a thystiolaeth.....	119
5.8.1	<i>Bylchau mewn data ar goetiroedd a chynhyrchion pren</i>	119
5.8.2	<i>Bylchau mewn modelu</i>	120
5.8.3	<i>Bylchau mewn offer i gefnogi ymarfer</i>	121
5.8.4	<i>Bylchau mewn tystiolaeth wyddonol sylfaenol</i>	122
5.8.5	<i>Bylchau mewn tystiolaeth ar gyfer pynciau cysylltiedig</i>	122
A1.	Engheifftiau o effeithiau NTG a achosir gan Greu a Rheoli Coetiroedd..	123
A1.1.	Cyflwyniad i'r atodiad hwn.....	123
A1.2.	Gwarchodfa garbon coetir llydanddail.....	124
A1.3.	Gwladychu naturiol.....	130
A1.4.	Coetir pefrwydd a reolir	134
A1.5.	Poblogaethau clystyrau a reolir.....	138
A1.6.	Dylanwad teneuo	144
A1.7.	Dylanwad cylchdroi	149
A1.8.	Dylanwad y gyfradd dwf.....	151

A1.9. Dylanwad rhywogaethau coed.....	156
A1.10. Dylanwad nodweddion pridd.....	158
A1.11. Echdynnu gweddillion cynaeafu	164
A2. Canlyniadau ar gyfer Effeithiau NTG Opsiynau Creu Coetiroedd a Gafwyd o Astudiaeth ERAMMP	183
A3. Cyfeiriadau ar gyfer Atodiad-4	262

1. CYFLWYNIAD I ATODIAD-4

Mae'r atodiad hwn yn cyflwyno asesiad o rolau posibl coetiroedd yng Nghymru wrth gyfrannu at amcanion newid yn yr hinsawdd, yn benodol, cyflawni gostyngiadau mewn allyriadau nwyon tŷ gwydr (NTG) a chyrhaeddiad posibl allyriadau sero-net yng Nghymru. Mae'r asesiad yn ymdrin â sut y gall coetiroedd yng Nghymru gyfrannu'n uniongyrchol fel cronfeydd a dalfeydd carbon a hefyd yn anuniongyrchol fel ffynhonnell gynaliadwy o gynhyrchion pren a bio-ynni. Mae'r opsiynau posibl ar gyfer gwella'r cyfraniadau hyn gan goetiroedd Cymru hefyd yn cael eu trafod a'u hasesu.

1.1 Pwrpas

Fe ddaw pwrpas yr atodiad hwn yn uniongyrchol o'r briff a roddwyd: "*Archwiliwch sut y gall creu a rheoli coetiroedd gynyddu dal a storio carbon a lleihau ôl troed carbon Cymru. [I gynnwys] dal a storio carbon, lleihau NTG, lleihau carbon, effeithiau amnewid, pridd carbon*".

1.2 Strwythur yr atodiad hwn

Mae'r drafodaeth yn yr atodiad hwn wedi'i strwythuro i ddisgrifio rhai cysyniadau hanfodol yn gyntaf, a ddilynir gan ddisgrifiad ac asesiad o'r opsiynau ar gyfer gweithgareddau coetir sy'n berthnasol i liniaru newid yn yr hinsawdd.

Mae'r drafodaeth ar gysyniadau hanfodol yn Adran 2 yn bwysig oherwydd y gall prosesau dal a storio carbon coetir a'r cyfraniadau a wneir gan gynhyrchion pren fod yn eithaf cymhleth. Weithiau mae hyn yn arwain at gamddealltwriaeth ymhlith rhanddeiliaid a honiadau gwallus yn cael eu gwneud, tra bod dadleuon sylweddol mewn rhai meysydd pwnc. Mae'r cysyniadau hanfodol a drafodir yn Adran 2 yn ffurfio'r sail ar gyfer asesu effeithiau gwahanol ymyriadau yn seiliedig ar goetiroedd, fel mesurau ar gyfer lliniaru newid yn yr hinsawdd. Darperir trafodaeth fanylach ar gysyniadau cefndirol pwysig, gan gynnwys rhai canlyniadau enghreifftiol perthnasol, yn Atodiad A1.

Mae'r prif fathau o fesurau ymyrraeth, a ddisgrifir yn Adran 3, yn cynnwys creu coetiroedd, amddiffyn ardaloedd coetiroedd presennol ac ymyriadau wrth reoli coetiroedd presennol er mwyn cynyddu cynhyrchiant coed. Rhoddir asesiad meintiol o'r mesurau hyn yn Adran 4. Cyflwynir dehongliad o'r asesiad hwn a chasgliadau allweddol yn Adran 5, ynghyd â nodi nifer o fylchau mewn gwybodaeth, tystiolaeth ac offer.

1.3 Prif ffynonellau tystiolaeth

Mae llawer o'r sylfaen dystiolaeth ar gyfer yr asesiad hwn wedi'i gyflwyno mewn adroddiadau a phapurau blaenorol a luniwyd gan Forest Research a chydweithredwyr, a thynnwyd ar ddeunydd o nifer o'r adroddiadau hyn ar gyfer cynnwys yr atodiad hwn ac Atodiad A1 (gweler Matthews a Robertson 2006; Matthews et al. 2007, 2014ab, 2015, 2017, 2018; adroddiadau cefndirol i Kuikman et al. 2010; Morison et al. 2012; Fritsche et al. 2020). Lle mae'n briodol, mae'r

amcangyfrifon a gyflwynwyd mewn adroddiadau blaenorol wedi'u diweddarau yn seiliedig ar ddata a chanlyniadau mwy cyfredol neu ag amcangyfrifon sy'n fwy perthnasol i goetiroedd yng Nghymru. Ar gyfer yr asesiad meintiol yn Adran 4, mae'r brif ffynhonnell ddata y cyfeirir ati yn cynnwys set fwy sylweddol a chyson o ganlyniadau a gynhyrchwyd fel rhan o fodelu i gefnogi ERAMMP. Ategwyd y rhain ag amcangyfrifon o stociau carbon tymor hir mewn coetiroedd, a gyhoeddwyd fel rhan o Daenlen Cyfrifo Carbon Cod Carbon Coetiroedd y DU (Cod Carbon Coetiroedd 2020).

Mae'r amcangyfrifon a'r canlyniadau sy'n deillio o adroddiadau Forest Research ac yn arbennig canlyniadau modelau Forest Research y cyfeiriwyd atynt yn yr asesiad hwn wedi'u dilysu trwy gymharu â'r rhai hynny o'r llenyddiaeth wyddonol ehangach (Matthews et al. 2020a).

1.4 Canlyniadau adrodd ar gyfer gwahanol nwyon tŷ gwydr

Y prif NTG sy'n ymwneud â chydbwyseddau NTG coetiroedd yw carbon deuocsid (CO_2) o newidiadau stoc carbon coetiroedd (mewn llystyfiant, coed marw, sbwriel, pridd a, lle mae'n berthnasol, cynhyrchion pren). Fel arfer yn yr asesiad hwn, adroddir ar ganlyniadau stociau carbon mewn coetiroedd mewn unedau tunelli carbon yr hectar (tC ha^{-1}). Adroddir ar ganlyniadau newidiadau stoc carbon mewn unedau tunnell o garbon yr hectar y flwyddyn ($\text{tC ha}^{-1} \text{bl}^{-1}$) neu, i nodi'r maint cyfatebol ymhlyg o CO_2 sy'n cael ei dynnu o'r atmosffer (neu ei ollwng i'r atmosffer), mewn unedau tunelli carbon deuocsid yr hectar y flwyddyn ($\text{tCO}_2 \text{ha}^{-1} \text{bl}^{-1}$). Y confensiynau a fabwysiadir yn gyffredinol wrth adrodd ar ganlyniadau o'r fath yw:

- Mae canlyniad cadarnhaol a fynegir yn $\text{tC ha}^{-1} \text{bl}^{-1}$ yn awgrymu dal a storio carbon net (neu ddalfa garbon net), mae canlyniad negyddol yn awgrymu colled net o garbon (neu allyriad neu ffynhonnell garbon net).
- Mae canlyniad cadarnhaol a fynegir yn $\text{tCO}_2 \text{ha}^{-1} \text{bl}^{-1}$ yn awgrymu colled net o garbon i'r atmosffer fel CO_2 (neu ffynhonnell CO_2 net), mae canlyniad negyddol yn awgrymu tynnu CO_2 net o'r atmosffer fel carbon (neu ddalfa garbon net).

Mae stoc o 1 tunnell o garbon yn cyfateb i 44/12 (3.67) tunnell o CO_2 . Y ffracsiwn o garbon mewn carbon deuocsid yw cymhareb eu pwysau; pwysau atomig carbon yw 12 uned màs atomig, tra bod pwysau carbon deuocsid yn 44.

Mae NTG perthnasol eraill yn cynnwys ocsid nitraidd (N_2O) o, er enghraifft, fewnbynnau nitrogen (wrth wrteithio coetiroedd, nad yw'n arfer cyffredin yn y DU ar hyn o bryd), a methan (CH_4) sy'n ymwneud â chydbwyseddau NTG coetiroedd sy'n tyfu ar briddoedd organig iawn megis mawndiroedd. Gall allyriadau NTG nad ydynt yn CO_2 ddigwydd hefyd fel rhan o'r broses o weithgynhyrchu cynhyrchion pren a chynhyrchion amgen nad ydynt yn bren, a phan fydd pren a chynhyrchion nad ydynt yn bren yn cael eu dinistrio, trwy losgi neu bydredd.

Lle mae'n berthnasol i ganlyniadau adrodd yn yr atodiad hwn, er mwyn galluogi cymhariaeth, ac i ganiatáu gwerthfawrogiad o effaith gyfunol gwahanol NTG, mynegir allyriadau methan (CH_4) ac ocsid nitraidd (N_2O) mewn unedau o garbon deuocsid cyfatebol. (CO_2). Cyflawnir hyn trwy gyfeirio at werthoedd a ddyfynnwyd o botensial

cynhesu byd-eang (PCB) ar gyfer yr NTG hyn. Adroddir ar werthoedd PCB ar gyfer ystod o NTG yn Adroddiadau Asesu'r Panel Rhynglywodraethol ar Newid yn yr Hinsawdd (PRhNH), ac yn gyffredinol mae'r rhain yn cael eu diweddarau wrth i bob Adroddiad Asesu newydd gael ei gynhyrchu. Bydd canlyniadau sy'n deillio o wahanol astudiaethau, a gyflwynir fel tystiolaeth yn yr atodiad hwn, yn cyfeirio at wahanol werthoedd PCBs ar gyfer NTG nad ydynt yn CO₂. Fodd bynnag, mae'r PCB ar gyfer CO₂ bob amser yn 1 ac mae'r rhai hynny ar gyfer yr NTG allweddol nad ydynt yn CO₂ o fethan ac ocsid nitraidd yn cyfateb i oddeutu 20 a 300 tonnell CO₂ (tCO₂-eq.), gyfwerth, yn eu tro, gyda gwerthoedd olynol yr adroddir amdanynt yn newid ychydig yn unig. Felly, er enghraifft, mae 1 dunnell o CH₄ yn cyfateb i oddeutu 20 tonnell (20 tCO₂-cyf.). Mae'r gwerthoedd GWP hyn fel arfer yn seiliedig ar foddelu potensial cynhesu cymharol CO₂, CH₄ ac N₂O dros orwel amser o 100 mlynedd.

2. CYSYNIADAU HANFODOL

2.1 Cyd-destun polisi rhyngwladol

O dan Gonfensiwn Fframwaith y Cenhedloedd Unedig ar Newid yn yr Hinsawdd (CfFCUNH 1992) mae'r gwledydd sy'n cymryd rhan wedi ymrwymo i osgoi lefelau peryglus o newid yn yr hinsawdd. Mae Cytundeb Paris (CfFCUNH 2015) yn nodi targed penodol o gyflawni, "cydbwysedd rhwng allyriadau anthropogenig gan ffynonellau a symudiadau gan ddalfeydd nwyon tŷ gwydr yn ail hanner y ganrif hon", y cyfeirir ati weithiau fel cyflawni "allyriadau sero-net". Mae Cytundeb Paris hefyd yn cydnabod yr angen i gryfhau gallu gwledydd i addasu yn wyneb newid yn yr hinsawdd, fel elfen bwysig o ddatblygu cynaliadwy.

Felly mae'r cwestiwn yn codi ynghylch sut y gallai coetiroedd a rheoli coetiroedd gefnogi'r nodau hyn o liniaru ac addasu newid yn yr hinsawdd, gan gynnwys y nod penodol o "allyriadau sero-net", gan nodi cyd-destun ehangach datblygu cynaliadwy.

Cam cyntaf hanfodol wrth fynd i'r afael â'r cwestiwn hwn yw deall cyfraniadau coetiroedd yng nghylchoedd nwyon tŷ gwydr atmosfferig (NTG), yn arbennig carbon deuocsid (CO₂). Hefyd mae angen deall effeithiau posibl rheoli coetiroedd ar lefelau NTG atmosfferig, yn arbennig y gweithgareddau rheoli hynny sy'n cefnogi nodau lliniaru newid yn yr hinsawdd ac addasu i newid yn yr hinsawdd. Mae hefyd yn hanfodol cydnabod lle gall gweithgareddau rheoli penodol gefnogi'r ddau nod hyn, neu lle gallant gefnogi un nod wrth rwystro cyflawni'r llall. Efallai y bydd angen ystyried effeithiau posibl eraill ar yr hinsawdd gan goetiroedd a rheoli coetiroedd hefyd.

2.1.1 Beth yw ystyr "allyriadau sero-net?"

Er bod Cytundeb Paris yn gosod y nod o gyflawni allyriadau sero-net yn ail hanner y ganrif hon (neu'n hytrach, yn fwy amwys, "cydbwysedd"), nid yw'r union nod technegol wedi'i ddiffinio. Mabwysiadir y diffiniad dilynol fel un sy'n cynrychioli'r nod, at ddibenion yr atodiad hwn:

Erbyn rhyw bwynt yn ail hanner y ganrif hon, o leiaf ni ddylai crynodiadau atmosfferig byd-eang o NTG fod yn cynyddu.

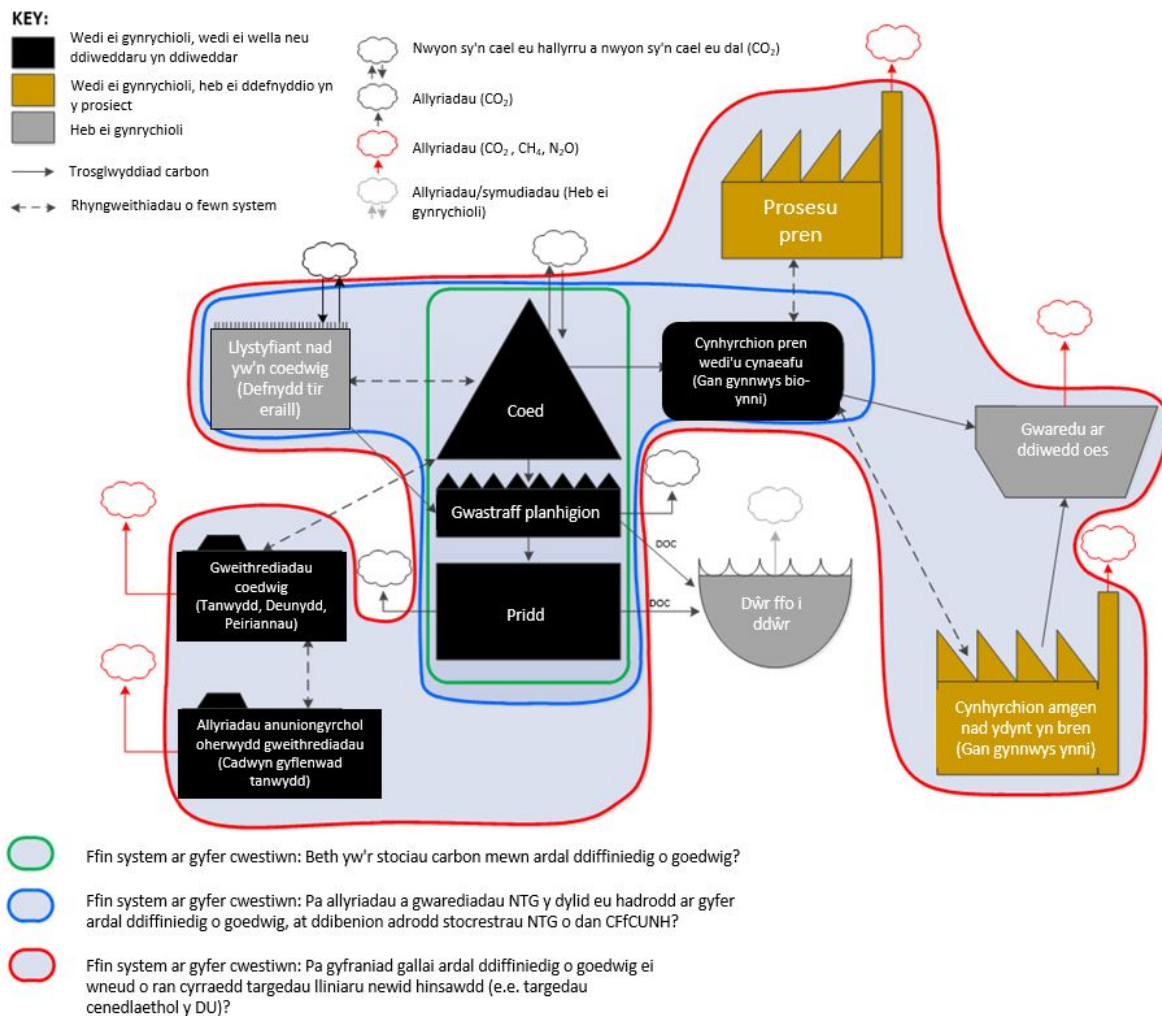
Mae cyflawni'r canlyniad hwn yn golygu na ddylai allyriadau NTG (anthropogenig ac an-anthropogenig) fod yn fwy na dal a storio NTG (anthropogenig ac an-anthropogenig), gan ganiatáu hefyd ar gyfer adbyrth a allai ddigwydd mewn systemau daearol a morol (e.e. ymatebion yn nalfu'r môr sy'n digwydd yn naturiol). Mae hyn yn ei dro yn gofyn bod naill ai lefelau presennol yr allyriadau NTG yn cael eu lleihau, neu fod dalfeydd presennol ("allyriadau negyddol") yn cael eu cynyddu, neu fod cyfuniad o'r ddau yn cael ei gyflawni.

2.2 Cwmpas yr asesiad

Er ein bod yn cydnabod y cyd-destun polisi rhyngwladol fel yr amlinellwyd uchod, mae cwmpas yr asesiad yn yr atodiad hwn yn amlwg yn cwmpasu'r effeithiau hinsawdd sy'n gysylltiedig â choetiroedd a'u rheoli yng Nghymru. Fodd bynnag,

mae'n bwysig egluro'n union pa effeithiau hinsawdd a gynhwysir neu fel arall nas ystyrir. Mae prif ffocws yr asesiad ar y rhyngweithio rhwng coetiroedd a CO₂atmosfferig. Fodd bynnag, trafodir NTG nad ydynt yn CO₂ hefyd ynghyd ag effeithiau posibl coetiroedd nad ydynt yn rhai NTG.

Wrth werthuso cydbwyseddau NTG, gellir diffinio y cwmpas a “ffin y system” (a bennir yn nhermau *gofodol* ac *amserol* yn gul neu'n eang, fel y dangosir ar gyfer ffin y system ofodol yn Ffigur 2-1.



Ffigur 2-1 Pennu'r cwmpas a ffin y system sy'n briodol ar gyfer yr asesiad hwn. Mae'r ffigur yn dangos sut y bydd gwahanol ffiniau system yn cipio gwahanol effeithiau ar allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â choetiroedd a'u rheoli. Y ffin goch sydd fwyaf priodol ar gyfer mynd i'r afael â'r briff a nodwyd. Ar ôl Matthews et al. (2017, 2020a).

Er enghraifft, ar un pegwn, gellir ystyried dal a storio a cholledion carbon sy'n digwydd mewn coed yn unig, efallai hefyd yn cwmpasu cydbwyseddau carbon “pyllau” carbon (cronfeydd carbon) megis pren marw, deiliach a phriddoedd. Ar y pegwn arall, gellir cynnwys effeithiau posibl coetiroedd ar ystod eang o allyriadau NTG, megis carbon a gedwir mewn cynhyrchion pren, allyriadau NTG o weithrediadau coetiroedd a chadwyni prosesu coed, ac allyriadau a allai gael eu “harbed” trwy ddefnyddio cynhyrchion wedi'u seilio ar bren a bio-ynni yn lle (yn gyffredinol) cynhyrchion nad ydynt yn bren sy'n ddwysach o ran NTG. Gellir ystyried rhai effeithiau eraill sy'n cael eu cyfryngu gan y farchnad hefyd, er enghraifft,

newidiadau mewn defnydd tir amaethyddol mewn ymateb i ehangu neu grebachu ardaloedd coetiroedd. Gallai rhai o'r effeithiau hyn ddigwydd y tu allan i Gymru.

Wrth osod ffin y system, mae'r asesiad hwn yn tynnu ar syniadau dadansoddi systemau ac, yn benodol, asesiad cylch bywyd (ACB) a'i ddadansoddiad ynni rhagflaenol (Chapman 1975; Boustead and Hancock 1979; Socolow et al. 1994; Bringezu et al. 1997; den Hond 2000; Rebitzer et al. 2004; ISO 2006:14040; ISO 2006:14044). Mae cam cwbl hanfodol yn ACB yn cynnwys diffinio'r nod yn glir, a chasglu cwmpas a ffin y system ar gyfer cyfrifiadau ACB o'r nod hwn.

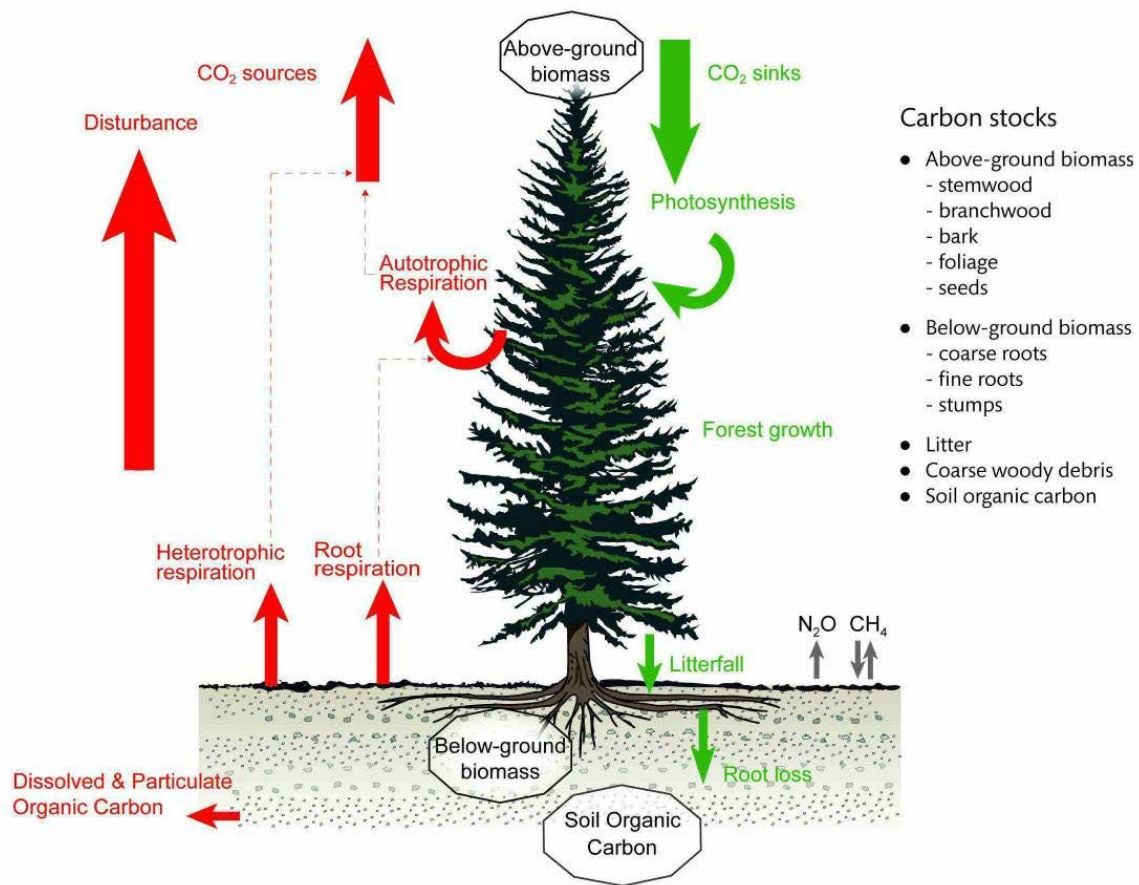
O ystyried y briff a nodwyd ar gyfer yr asesiad hwn (Adran 1.1), yn arbennig y potensial ar gyfer "cynyddu dal a storio carbon a lleihau ôl troed carbon Cymru", mae angen i gwmpas a ffin y system ar gyfer yr asesiad hwn fod yn eang, er mwyn cipio effeithiau llawn penderfyniadau ynghylch creu a/neu reoli coetiroedd yng Nghymru. Mae hyn yn awgrymu ffin system *ofodol* fel y dangosir gan y llinell ffin goch yn Ffigur 2-1. Dangosir cyfnewidiadau carbon rhwng y pyllau a gynhwysir yn yr asesiad, ac allyriadau NTG sy'n deillio o rai prosesau neu weithgareddau ehangach ond cysylltiedig, fel saethau sy'n croesi'r ffin hon y system.

Dewiswyd ffiniau *amserol* y system ar gyfer yr asesiad hwn o allyriadau NTG a stociau/dal a storio carbon er mwyn cael cysondeb â'r rhai y cyfeirir atynt yn y prosiect ERAMMP. Ystyrir tri "gorwel amser", o'r presennol (2020) i 2030, 2050 a 2100. Mae'r gorwelion amser hyn yn berthnasol ar gyfer nodau polisi tymor agos ac ar gyfer nodau tymor hwy, megis cyflawni allyriadau sero-net yn ail hanner y ganrif hon, fel y cyfeiriwyd atynt yng nghytundeb Paris. Mae canlyniadau ar gyfer gorwel amser o 200 mlynedd (2020 i 2220) hefyd yn cael eu hystyried, er mwyn asesu goblygiadau tymor hir iawn y penderfyniadau a wneir nawr ynghylch creu a rheoli coetiroedd.

2.3 Cydbwyseddau carbon mewn coetiroedd

Fel y dangosir gan y ffin werdd yn Ffigur 2-2, mae'r cydbwysedd carbon sy'n uniongyrchol gysylltiedig â choetiroedd yn cynnwys pyllau carbon bio-màs byw mewn coed (uwchben ac o dan y ddaear), deunydd organig marw (pren marw a sbwriel) a charbon pridd organig o dan goetiroedd. Lle mae'n berthnasol, gellir ystyried allyriadau methan ac ocsid nitraidd yn ogystal ag allyriadau carbon deuocsid (gweler yr Adran 2.10).

Mae dymameg carbon coetiroedd yn cynnwys "dal a storio" (neu "ddalfeydd") carbon yn ogystal ag allyriadau (neu "ffynonellau") NTG. Gall dymameg llystyfiant a phridd arwain at dderbyn a dal a storio carbon o'r atmosffer (e.e. wrth i goed a llystyfiant arall dyfu neu wrth i ddeunydd organig gronni yn y pridd) yn ogystal â rhyddhau NTG i'r atmosffer (e.e. pan fydd llystyfiant yn anadlu, pydru neu losgi, neu pan fydd microbau'n dadelfennu deunydd organig yn y pridd). Dangosir y cyfnewidiadau amrywiol carbon hyn yn Ffigur 2-2. Felly mae dymameg carbon llystyfiant a phridd yn golygu cael cydbwysedd rhwng allyriadau a dal a storio, yn dibynnu ar amgylchiadau penodol, a gall y canlyniad net olygu allyriad i'r atmosffer neu dynnu oddi wrtho. Mae amcangyfrif yr allyriadau a'r dal a storio hyn yn galw am ddealltwriaeth o sut mae prosesau naturiol sy'n effeithio ar ddymameg nwyon tŷ gwydr yn rhyngweithio mewn ymateb i ymyriadau bodau dynol.



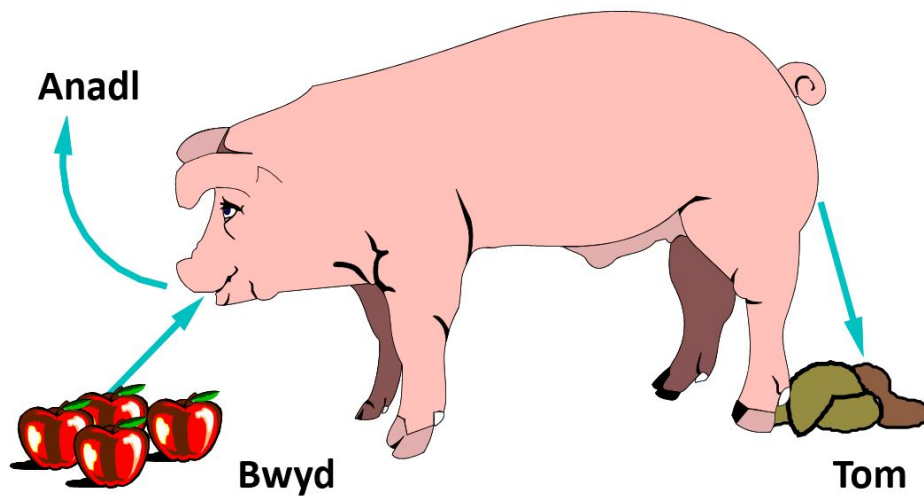
Ffigur 2-2. Darluniad o'r pyllau carbon a dynameg NTG sy'n digwydd yn naturiol ac sy'n gysylltiedig â choetiroedd. Ar ôl Morison et al. (2012).

Gall rheolaeth ddynol ar goetiroedd gael dylanwad cryf ar batrwm allyriadau a thyniadau, er y gall yr effeithiau cysylltiedig ddilyn hyniau amser cymhleth a gall fod yn anodd eu rhagweld. Mae coetiroedd a reolir yn rhan o system ddynamig ac felly nid yw'r prosesau hyn byth o dan reolaeth ddynol yn gyfangwbl. Mae systemau coetiroedd yn agored i aflonyddwch naturiol e.e. tanau, stormydd, sychder ac achosion plâu, a all arwain at ryddhau carbon sylweddol i'r atmosffer neu leihau dal a storio o'r atmosffer.

2.4 Deall cydbwyseddau carbon coetiroedd fel newidiadau stoc

Gall yr ystod o byllau carbon sy'n gysylltiedig â chydbwyseddau NTG coetir a'r mathau o faterion a godwyd yn y drafodaeth flaenorol arwain at yr argraff bod cydbwyseddau NTG coetiroedd yn anodd eu deall a'u meintoli, yn arbennig o ran effeithiau newidiadau i reoli coetiroedd. Fodd bynnag, fel y nodwyd gan Maclaren (2000), at y mwyafrif o ddibenion, gellir deall a modelu cydbwyseddau carbon coetiroedd neu NTG yn symlach trwy ystyried newidiadau mewn stociau carbon. Mae

Maclaren yn defnyddio'r enghraifft o gyllideb carbon mochyn (Ffigur 2-3) i arddangos y pwynt hwn.



Ffigur 2-3 Gellir cyfrifo cydbwysedd carbon mochyn trwy amcangyfrif yr holl lifoedd carbon i mewn ac allan o'r mochyn, neu drwy gyfrifo sut mae pwysau'r mochyn (ei stoc carbon) yn newid. Ar ôl Maclaren (2000).

Tybiwch fod angen gwybod a oedd mochyn yn ddalfa garbon neu'n ffynhonnell garbon. Mae'r cwestiwn ei hun yn awgrymu bod angen canolbwyntio ar lifoedd carbon i mewn ac allan o'r mochyn - byddai angen monitro a mesur yr holl lifoedd hyn (e.e. sy'n gysylltiedig â chymeriant bwyd, ysgarthu tail, anadlu i mewn ac anadlu allan ac ati) (neu wedi'i fodelu fel arall), sy'n gofyn am gyfarpar cymhleth a'r posibilrwydd o wallau. Fel arall, gellir amcangyfrif cydbwysedd carbon y mochyn trwy fonitro neu fodelu ei newid mewn stoc carbon dros amser, h.y. trwy bwysu'r mochyn a gweld sut mae ei bwysau yn newid dros amser. Mae'r egwyddor y tu ôl i'r dull hwn yr un mor berthnasol i gydbwyseddau carbon coetiroedd - mae allyriadau NTG coetiroedd a dal a storio yn uniongyrchol gysylltiedig â newidiadau mewn stociau carbon llystyfiant a phridd ar dir. Felly gellir deall dalfeydd neu ffynonellau carbon net fel newidiadau net mewn stociau carbon llystyfiant a phridd. Mabwysiadwyd yr egwyddor hon yn helaeth yn yr asesiad hwn. Deallir yr egwyddor yn eang ac mae'n sail i'r dull "Gwahaniaeth Stoc" a bennir yng Nghanllawiau Arfer Da y PRhNH ar lunio Stocrestrau Nwy Tŷ Gwydr Cenedlaethol (PRhNH 2006). Mae'n bwysig nodi bod amcangyfrifon o allyriadau a dal a storio sy'n gysylltiedig â choetiroedd, fel y'u rhoddir yn yr asesiad hwn, yn dilyn confensiynau adrodd Canllawiau Arfer Da y PRhNH. Mae gan hyn rai goblygiadau ar gyfer dehongli a deall canlyniadau ar gyfer gwahanol fathau o goetiroedd ac opsiynau rheoli coetiroedd, oherwydd gall camddealltwriaeth a dryswch ddigwydd weithiau. Trafodir pwyntiau perthnasol ymhellach yn Adranau 2.15 a 2.16.

Rhaid pwysleisio mai prif berthnasedd y gyfatebiaeth i fochyn a'r ystyriaeth o newidiadau stoc carbon yn yr asesiad hwn yw *cynorthwyo gyda darlunio a deall* canlyniadau net newidiadau carbon sydd weithiau'n gymhleth rhwng yr atmosffer a nifer o byllau carbon sy'n gysylltiedig â choetiroedd. Fel y nodwyd eisoes, mae

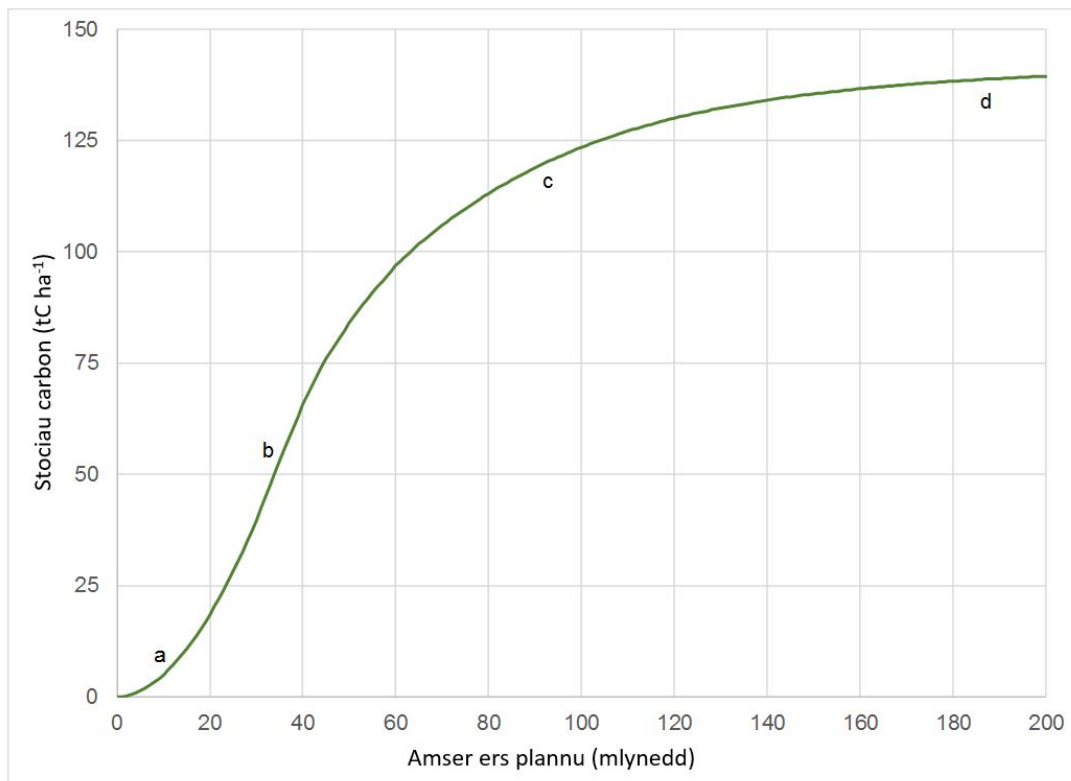
dulliau sy'n seiliedig ar feintioli newidiadau stoc carbon hefyd wedi'u datblygu ar gyfer *amcangyfrif* dalfeydd carbon net a ffynonellau coetiroedd gwirioneddol (a systemau llystyfiant eraill). Gellir defnyddio'r dulliau hyn gyda chywirdeb eithaf uchel mewn sefyllfaoedd lle mae'n gymharol hawdd asesu stociau carbon a newidiadau stoc yn uniongyrchol. Er enghraifft, mae hyn fel arfer yn wir am goed unigol a phoblogaethau coed, lle gellir asesu bio-màs coed o bryd i'w gilydd gan ddefnyddio protocolau sefydledig a gellir trosi'r amcangyfrifon hyn yn stociau carbon (a newidiadau stoc) gan ddefnyddio gwerthoedd cyhoeddedig ar gyfer cynnwys carbon bio-màs coed. Fodd bynnag, nid yw holl gydrannau systemau coetiroedd mor syml i'w mesur. Er enghraifft, mae hyn yn wir am stociau carbon pridd, sy'n galw am fesuriadau eithaf cymhleth a drud, ac y gallai canlyniadau fod ag ansicrwydd cysylltiedig cymharol uchel ar eu cyfer. Mae hyn yn arbennig o amlwg ar gyfer mesur stociau carbon mewn mawndiroedd, lle gallai'r priddoedd organig fod yn ddwfn iawn ac mae bron yn amhosibl mesur i'r dyfnder llawn. Cymhlethir y sefyllfa ymhellach gan gyfnewidiadau NTG nad ydynt yn CO₂ mewn priddoedd, sy'n cynnwys CH₄ ac N₂O yn ogystal â CO₂, eto yn arbennig yn achos mawndiroedd. Serch hynny, awgrymir yma bod ystyried y newidiadau stoc carbon mewn systemau coetiroedd yn ddefnyddiol at ddibenion darlunio ac ar gyfer cynorthwyo dealltwriaeth o nifer o nodweddion hanfodol dynameg carbon ac NTG systemau coetiroedd, gan gynnwys effeithiau posibl penderfyniadau ynghylch creu a rheoli coetiroedd.

2.5 Dynameg carbon coetiroedd - nodweddion hanfodol

Mae Ffigur 2-4 yn dangos sut y gall y stociau carbon mewn bio-màs llystyfiant ar ddarn o dir (megis tir âr, glaswelltir neu dir prysgwydd) newid os yw'r tir wedi'i sefydlu gyda chlwtwr newydd o goed, trwy blannu neu o bosibl trwy gynorthwyo proses o adfywio naturiol. Cyn i'r coed gael eu sefydlu, fel rheol ni all y stociau carbon llystyfiant presennol gynnwys mwy nag 20 tonn o garbon yr hectar (20 tC ha⁻¹). Ni ddangosir y golled gychwynnol fach o stociau carbon o ganlyniad i dynnu'r llystyfiant presennol yn Ffigur 2-4. Cynhyrchwyd y canlyniadau yn Ffigur 2-4 gan ddefnyddio model cyfrifo carbon coedwig CARBINE Forest Research (Thompson a Matthews 1989; Matthews 1994, 1996; Matthews a Broadmeadow 2009; Matthews et al. 2020a) ac maent yn cynrychioli'r newidiadau stoc carbon sy'n deillio o blannu clwtwr 1 hectar o goed llydanddail cymysg (bedw a derw) gyda chyfradd twf cymedrig (dros oddeutu 50 mlynedd) o 4 metr ciwbig cyfaint coesyn yr hectar y flwyddyn (4 m³ ha⁻¹ bl⁻¹). Tybir bod y clwtwr yn cael ei reoli heb unrhyw gynaeafu (naill ai trwy deneuo neu glirio), i bob pwrpas yn cael ei ganiatáu i ddatblygu i fod yn goetir trwchus iawn sy'n cynnwys coed aeddfed iawn. Cynhyrchwyd canlyniadau fel yr enghraifft hon gan ddefnyddio model CARBINE fel rhan o ddadansoddiad a wnaed ar gyfer y prosiect ERAMMP, gan gwmpasu ystod o rywogaethau coed, cyfraddau twf a gwahanol systemau rheoli posibl (gweler Atodiad A1 am ragor o enghreifftiau ac Adran 4 ac Atodiad A2 am enghreifftiau o'r canlyniadau cryno a ddefnyddir ar gyfer ERAMMP).

Rhaid pwysleisio nad awgrymir bod yr enghraifft hon o glwtwr llydanddail cymysg yn cynrychioli pob rhywogaeth o goed neu gyfraddau tyfiant coed yn gyffredinol ar gyfer coetiroedd yng Nghymru. Yn hytrach, mae'r enghraifft hon yn dangos mewn termau cyffredinol y patrwm y gellir cronni stociau carbon ag ef dros amser mewn clwtwr o goed sydd newydd eu plannu neu eu hadfywio, nad yw'n destun unrhyw

aflonyddwch, naill ai o gynaeafu neu o brosesau naturiol megis tanau, stormydd, plâu a chlefydau ac ati.



Ffigur 2-4 Darlun o'r newid mewn stociau carbon llystyfiant (coed) a all ddigwydd ar ddarn o dir trwy blannu clwstwr o goed coniferaidd. a: cyfnod sefydlu; b: cyfnod llawn egni; c: cyfnod aeddfed; ch: cyfnod cydbwysedd tymor hir. Ar ôl Matthews et al. (2014).

Mae canlyniadau'r model a ddangosir yn Ffigur 2-4 yn disgrifio datblygiad stociau carbon ym miomas coed byw (sy'n cynnwys dail, canghennau, coesau a gwreiddiau bras). Ni chynhwysir carbon ym miomas gwreiddiau mân.

Fel y trafodwyd yn Matthews a Robertson (2006), gellir nodi pedwar cam wrth ddatblygu stociau carbon coed dros amser:

1. Y cyfnod sefydlu (a ddynodir fel 'a' yn Ffigur 2-4)
2. Y cyfnod llawn egni (a ddynodir fel 'b' yn Ffigur 2-4)
3. Y cyfnod aeddfed (a ddynodir fel 'c' yn Ffigur 2-4) a
4. Y cyfnod cydbwysedd tymor hir (a ddynodir fel 'd' yn Ffigur 2-4).

Gall cyfradd dal a storio carbon ym miomas coed (llethr y gromlin yn Ffigur 2-4) fod yn sylweddol yn y cyfnod llawn egni, er enghraifft gwelir cyfradd uchaf o bron i 3 tonnell o garbon yr hectar y flwyddyn ($3 \text{ tC ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$) yn Ffigur 2-4. Fodd bynnag, ar ôl oddeutu 150 mlynedd, mae cyfraddau dal a storio carbon wedi gostwng i lai na $0.5 \text{ tC ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$, o ganlyniad i ffenomen 'dirlawnder' fel y trafodir ymhellach yn Adran 2.7. Fel sy'n amlwg o Ffigur 2-4, canlyniad olaf plannu 1 hectar o dir gyda choed yw nid dal a storio carbon mewn coed yn barhaus, yn hytrach (yn yr enghraifft hon) mae newid (cynnydd) untro mewn stociau carbon llystyfiant o oddeutu 140 tC ha^{-1} , sydd yn digwydd dros nifer o ddegawdau. (Bydd y stoc garbon olaf hon yn amrywio yn ôl

rhywogaethau coed, amgylchiadau'r safle a ffactorau eraill). Y briodoledd hon o ddynmeg carbon clwstwr coetir sydd wedi arwain at yr awgrym a wneir weithiau bod plannu coed i ddal a storio allyriadau a "gwrthbwysu" allyriadau NTG o ganlyniad i weithgareddau eraill (megis llosgi tanwydd ffosil) dim ond yn "prynu amser" (h.y. mae'r dal a storio yn dod i ben yn y pen draw ar ryw adeg yn y dyfodol ac yna mae angen mynd i'r afael â'r her o leihau'r allyriadau NTG sy'n digwydd o ganlyniad i weithgareddau eraill yn uniongyrchol). Fodd bynnag, gellid ystyried bod y casgliad hwn yn dibynnu ar sut y diffinnir dalfa garbon systemau llystyfiant (gan gynnwys coetiroedd), fel y trafodir ymhellach yn Adran 2.15.

Mae'r drafodaeth uchod wedi'i seilio ar ystyried un clwstwr o goed. Mae'r ddynmeg carbon mewn clystyrau unigol yn pennu rhai'r poblogaethau clystyrau (h.y. coetiroedd) ac mae iddynt oblygiadau ar gyfer effeithiau penderfyniadau rheoli ar ddynmeg carbon coetiroedd. Mae trafodaeth fanylach o'r pwyntiau hyn yn Atodiad A1.

Mae'r patrwm cyffredinol o ddal a storio carbon mewn clystyrau o goed a ddangosir yn Ffigur 2-4 yn cael ei dderbyn yn gyffredinol (gweler er enghraifft, Maclaren 2000; Morison et al. 2012). Y ddealltwriaeth hon yw sylfaen dulliau "Haen 1" ar gyfer amcangyfrif newidiadau mewn stoc carbon mewn Tir Coedwig (a systemau llystyfiant eraill) fel y disgrifir yng Nghanllawiau Arfer Da yr PRhNH ar ddulliau ar gyfer amcangyfrif ac adrodd ar stocrestrau allyriadau NTG cenedlaethol. Yn benodol, mae dulliau wedi'u cynnwys yng Nghanllawiau PRhNH sy'n cynrychioli newid defnydd tir fel rhywbeth sy'n cynnwys newid mewn stociau carbon o un lefel gyson i'r llall, dros gyfnod penodol o flynyddoedd. Mae'r patrwm a ddangosir yn Ffigur 2-4 hefyd yn nodwedd o'r amcangyfrifon o stociau carbon coetiroedd a chyfraddau newidiadau stoc carbon dros amser a gynhyrchir gan y prif fodolau carbon coedwig eraill a weithredir yn rhyngwladol. (Dewar 1990, 1991; Mohren a Klein Goldewijk 1990; Cannell a Dewar 1995; Marland a Schlamadinger 1995; Nabuurs 1996; Beets et al. 1999; Schlamadinger a Marland 1996; Mohren et al. 1999; Richards 2001; Kindermann et al. 2006, 2008; Schelhaas et al. 2007; Kurz et al. 2009; Böttcher et al. 2012; Waterworth et al. 2012). Yn gyffredinol, mae'r modelau hyn yn dibynnu ar fodolau twf coedwig sylfaenol, wedi'u graddnodi gan ddefnyddio data ar y patrymau twf coedwigoedd a arddangosir gan goed a chlystyrau o goed, sydd wedi bod yn destun canrifoedd o ymchwil (gweler er enghraifft Chapman a Meyer 1949; Prodan 1968; Assmann 1970; Philip 1994; Husch et al. 2003; Pretzsch et al. 2009, 2019; Matthews et al. 2016).

Mae llawer o astudiaethau wedi amcangyfrif meintiau stociau carbon a newidiadau stoc sy'n gysylltiedig â gwahanol fathau o greu, cadwraeth a rheoli coetiroedd. Mae'r prif amcangyfrifon y cyfeirir atynt yn yr asesiad hwn yn seiliedig ar fodolau a wnaed ar gyfer y prosiect ERAMMP, wedi'i ategu lle mae angen gan ganlyniadau a adroddwyd fel rhan o God Carbon Coetiroedd y DU (Cod Carbon Coetiroedd y DU 2020), fel y disgrifir yn Adran 4.1. Trafodir ac asesir y canlyniadau hyn yn fanwl yn Adranau 4.2 i 4.6, a rhoddir set gyflawn o ganlyniadau'r prosiect ERAMMP y cyfeirir atynt yn yr asesiad hwn yn Atodiad A2 o'r atodiad hwn.

2.6 Dylanwad digwyddiadau aflonyddu ar stociau carbon coed

Mae'n bwysig iawn nodi bod y stoc garbon gymharol fawr a gronnwyd yn y clwstwr coed ar ôl oddeutu 100 mlynedd, fel y dangosir yn yr enghraifft yn Ffigur 2-4, yn cynnwys y dybiaeth nad yw'r clwstwr yn destun digwyddiadau sylweddol o aflonyddwch naturiol megis o ganlyniad i dân, stormydd, a heigiadau plâu a chlefydau. Mae digwyddiadau aflonyddu o'r fath yn tarfu ar stociau carbon coetiroedd gyda'r canlyniad y bydd lefelau tymor hir y stociau carbon a welir mewn gwirionedd yn is na'r hyn a awgrymwyd gan Ffigur 2-4 (gweler er enghraifft Ffigur 2 yn Matthews a Robertson 2006). Yn yr achos lle mae aflonyddwch mawr yn digwydd yn rheolaidd, gall y stociau carbon cydbwysedd tymor hir fod yn llai na hanner y lefel a fyddai'n cael ei chyflawni yn absenoldeb aflonyddwch.

Felly, dylid cysylltu ansicrwydd uchel â dal a storio carbon damcaniaethol a gyflawnir gan opsiynau coedwigaeth â rheolaeth isel neu ddim rheolaeth fel y dangosir yn Ffigur 2-4.

Yn gyffredinol, bydd mwy o risg o aflonyddwch naturiol yn gysylltiedig â stociau carbon uwch - mae stociau carbon mawr yn cynrychioli mwy o ffynhonnell tanwydd ar gyfer tân na stociau carbon bach, mae coed mawr yn fwy tueddol o gael eu difrodi gan stormydd na choed bach, tra gall coed hŷn fod yn fwy agored i ymosodiad gan rai clefydau (Schelhaas et al. 2003). Mae hyn yn awgrymu y gallai risgiau digwyddiadau aflonyddu sylweddol ar raddfa fawr gael eu lliniaru trwy reolaeth systematig ar lefelau stoc sy'n tyfu mewn clystyrau coetiroedd sy'n gysylltiedig â rheolaeth sy'n cynnwys cynaeafu. Fodd bynnag, hyd yn hyn, ni chynrychiolwyd prosesau aflonyddu a'u heffeithiau yn ddigonol wrth asesu opsiynau ar gyfer rheoli coetiroedd, er bod rhai astudiaethau wedi cymryd camau cychwynnol i fynd i'r afael â'r mater hwn. (Lindroth et al. 2009).

Mewn achosion lle mae digwyddiadau sylweddol o aflonyddwch coetiroed ar raddfa fawr, efallai o ganlyniad i storm fawr neu achos o glefyd, gellir gadael y coed yr effeithir arnynt ar y safle i bydru neu gellir eu cynaeafu, gweithgaredd y cyfeirir ato yn y cyd-destun hwn fel "torri coed yn foncyffion er mwyn achub". Gellir defnyddio'r pren sydd wedi'i gynaeafu ar gyfer cynhyrchion pren solet a/neu fel porthiant bio-ynni. Gall penderfyniadau ynghylch a ddylid cynnal y broses o dorri coed yn foncyffion er mwyn achub ai peidio, ar ba raddfa a thros ba gyfnod yn dilyn y digwyddiad aflonyddu gwreiddiol, arwain at ganlyniadau buddiol a niweidiol i allyriadau NTG a dal a storio carbon, gyda'r olaf yn digwydd wrth i'r ardaloedd coetiroedd adfer ac aildyfu, a bydd hefyd yn dylanwadu'n gryf ar amseriad allyriadau NTG a dal a storio carbon (gweler er enghraifft Thurig et al. 2005; Köster et al. 2011). Weithiau gall rhai mathau o aflonyddwch atal torri coed yn foncyffion er mwyn achub (e.e. pan fydd tân coedwig yn llosgi coed y tu hwnt i'r pwynt y gellir defnyddio torri coed yn foncyffion er mwyn achub), a gall achosi i stociau carbon gael eu rhyddhau'n gymharol uniongyrchol, a fyddai'n gweithredu yn erbyn yr amcan o warchod stociau carbon mewn coetiroedd.

2.7 “Dirlawnder carbon” neu “dal a storio'n dragwyddol”?

Bydd y gallu i llystyfiant daearol a phridd dynnu carbon o'r atmosffer yn 'dirlenwi' oherwydd yn y pen draw (mewn amgylchiadau amgylcheddol digyfnewid) bydd cyflwr cyson yn digwydd yng nghydbwysedd allyriadau a thyniadau ar gyfer darn penodol o dir. Mae maint a sefydlogrwydd y stoc garbon ar y pwynt dirlenwi hwn, a'r amser a gymerir i'w gyrraedd, yn dibynnu ar ffactorau amrywiol gan gynnwys math o bridd, math o llystyfiant, rheolaeth hirdymor, digwyddiadau aflonyddu a hinsawdd, gan gynnwys hefyd newidiadau amgylcheddol megis llygredd atmosfferig. Mae ffenomen dirlawnder yn amlwg iawn yn yr enghraifft a ddisgrifiwyd yn gynharach yn Ffigur 2-4.

Mae'n bosibl gwahaniaethu'r term dirlawnder fel y'i gweithredir mewn ystyr 'fiolegol' ac mewn ystyr 'dechnegol', er, yn bwysig iawn, yn gyffredinol ni wneir gwahaniaethau o'r fath mewn trafodaethau ar reoli carbon llystyfiant.

Mae dirlawnder biolegol yn digwydd pan fydd ecosystem ddaearol, heb i ymyrraeth ddynol effeithio o gwbl arni, yn cyflawni'r stoc carbon hirdymor ar gyfartaledd y gellir ei chyrraedd ar ddarn penodol o dir (gan ganiatáu ar gyfer nodweddion pridd, hinsawdd ac ati) o ganlyniad i gydbwysedd prosesau naturiol (ffotosynthesis llystyfiant a resbiradaeth, ar y cyd â phrosesau dadelfennu a throsglwyddiadau carbon o amgylch yr ecosystem). I bob pwrpas, dyma'r stoc garbon a fyddai'n gysylltiedig ag ecosystem 'uchafbwynt'. Hyd yn oed o dan amgylchiadau o'r fath, gallai fod amrywiadau tymor byr mawr iawn mewn stociau carbon o ganlyniad i'r cydadwaith rhwng prosesau aflonyddu naturiol amrywiol (tân, storm, clefyd) a phrosesau (ail)dyfiant, marwolaethau ac olyniaeth.

Mae dirlawnder technegol yn digwydd pan fydd llystyfiant yn cyrraedd cyfartaledd tymor hir mwyaf, yn amodol ar gynhwysedd biolegol y tir a llystyfiant a hefyd y ffordd mae'r tir yn cael ei reoli. Er enghraifft, ystyriwch achos ardal goetir newydd a grëwyd trwy blannu coed ar ardal a oedd gynt yn laswelltir, lle mae'r coetiroedd yn cael eu rheoli wedyn ar gyfer cynhyrchu sy'n cynnwys clirio ac ailblannu cyfnodol. Ar ôl plannu coed yn y lle cyntaf, bydd stociau carbon llystyfiant yn fwyaf tebygol o gynyddu, fodd bynnag bydd cynaeafu yn lleihau stociau carbon mewn clystyrau unigol o goed, â'r canlyniad y bydd stociau carbon cyffredinol yn y coetir yn cael eu cyfyngu i lefel gyfartalog hirdymor (er enghraifft gweler Maclaren 1996; gweler hefyd y drafodaeth fanwl yn Atodiad A1). Bydd y stoc garbon gyfartalog hirdymor hon yn cael ei phennu i raddau helaeth gan y cydbwysedd rhwng (ail)dyfiant clystyrau unigol o goed a chyfradd y cynaeafu (yn arbennig y cyfnod cylchdroi ar gyfer clirio). Yn gyffredinol, bydd maint y stoc garbon gyfartalog hirdymor hon yn llai na'r hyn a gyrhaeddir o dan dirlawnder biolegol (h.y. yn absenoldeb cynaeafu), er y gallai fod achosion lle gellir cymharu'r meintiau (e.e. lle mae'r rheolaeth yn cynnwys cymedroli digwyddiadau aflonyddu).

Yn yr asesiad hwn, yn gyffredinol defnyddir y term dirlawnder yn yr ystyr biolegol a thechnegol.

Mae'r syniad bod creu coetiroedd, neu newid mewn rheolaeth coetiroedd, yn arwain yn y pen draw at newid untro mewn stociau carbon (yn gyffredinol o lefel gymharol isel i lefel uwch yn achos creu coetiroedd), yn cael ei dderbyn yn eang (gweler y drafodaeth a chyfeiriadau ar ddiwedd Adran 2.5). Fodd bynnag, yn ddiweddar, mae

rhai ymchwilwyr wedi bod yn awgrymu barn groes, h.y. os cânt eu gadael heb eu cynaeafu a heb eu rheoli, mae gan goetiroedd y potensial i ddal a storio carbon am byth (neu, o leiaf dros raddfeydd amser hir iawn). Hyd yn hyn, prin yw'r dystiolaeth i gefnogi'r syniad hwn, a gafwyd o ddata mewn amgylchiadau eithaf penodol i safle (gweler er enghraifft Stephenson et al. 2014). Ymddengys fod gwendid yn rhywfaint o'r dystiolaeth yn gorwedd yn y ffaith bod astudiaethau perthnasol yn ystyried twf coed hen a mawr iawn unigol, ac felly'n asesu'r *potensial i ddal a storio carbon ar gyfer coeden unigol*, yn hytrach na chlystyrau sydd wedi'u ffurfio o boblogaethau o goed (h.y. *dal a storio carbon yr hectar*). Mae astudiaethau niferus wedi dangos bod nifer y coed y gellir eu cynnal ar ddarn o dir yn lleihau yn ôl gwrthdro maint y coed (e.e. gwrthdro diamedr coesyn cymedrig neu fio-màs coesyn cymedrig; gweler er enghraifft Reineke 1933; Yoda et al. 1963; Kizukawa 1999; Luysaert et al. 2008). Gall y rhyngweithio hwn rhwng maint coed unigol a'r nifer y gellir eu cynnal ar ddarn o dir esbonio pam y gall amcangyfrifon o ddal a storio carbon a gafwyd mewn rhai astudiaethau o hen goed unigol mawr ymddangos yn groes i'r ddynmeg carbon a welir yn gyffredinol yng ngraddfa clwstwr o goed. Mae Luysaert et al. (2008) yn nodi mai anaml y gellir cyflawni stociau carbon coetiroedd uchel a awgrymir gan botensial damcaniaethol oherwydd digwyddiadau aflonyddwch naturiol. Fodd bynnag, mae'r awduron yn arsylwi bod cadw stociau carbon uchel mewn coetiroedd aeddfed hirsefydlog presennol yn fesur synhwyrol, lle mae hyn yn digwydd.

Fel yr amlygwyd yn flaenorol (Adran 2.5), gellid ystyried bod yr asesiad a gyflwynir uchod yn dibynnu ar sut y diffinnir dalfa garbon systemau llystyfiant (gan gynnwys coetiroedd), fel y trafodwyd ymhellach yn Adran 2.15.

2.8 Diffyg parhauster posibl dal a storio carbon coetiroedd

Mae mater diffyg parhauster yn gysylltiedig â gwrthdroadwyedd ffisegol dal a storio carbon ac allyriadau NTG mewn coetiroedd (a llystyfiant arall). Mae dal a storio ac allyriadau sy'n gysylltiedig â llystyfiant a dynmeg carbon pridd o bosibl yn wrthdroadwy. Er enghraifft, ar y naill law, gellir torri ardal o goetir i lawr a pheidio â'i hailblannu neu gallai gael ei dinistrio gan dân ond, ar y llaw arall, gall ardal o goetir sydd wedi'i thorri i lawr neu sydd wedi llosgi i lawr adfywio neu gellir ei hailblannu. Er y gellir ystyried bod y briodoledd hon o wrthdroadwyedd yn rhoi rhyw hyblygrwydd wrth reoli coetiroedd, mae goblygiadau sylweddol i rôl gweithgareddau rheoli coetiroedd o ran cyfrannu at leihau allyriadau NTG neu ddal a storio carbon (gweler er enghraifft Matthews a Robertson 2006). Yn y bôn, mae gweithgaredd dynol penodol (megis cyflenwi gwres neu godi adeilad newydd) yn cynnwys lefel benodol o allyriadau NTG. Wrth weithredu i liniaru'r allyriadau hyn, mae dewis i'w wneud rhwng lleihau'r allyriadau sy'n gysylltiedig â'r gweithgaredd yn uniongyrchol, neu wrthbwysio peth neu'r cyfan o'r allyriadau trwy reoli ardal o llystyfiant neu bridd i gyflawni dal a storio carbon.

Os yw'r allyriadau sy'n gysylltiedig â'r gweithgaredd yn cael eu lleihau'n uniongyrchol, yna mewn egwyddor ni ellir gwrthdroi'r gostyngiadau allyriadau a gyflawnir ar gyfer gweithgaredd penodol. Er enghraifft, tybiwch fod tanwydd ffosil yn cael ei ddefnyddio mewn gorsaf bŵer i gynhyrchu trydan. Os cyflwynir gwelliannau sy'n cynyddu effeithlonrwydd y broses drosi ynni, yna bydd allyriadau NTG yn cael eu lleihau. Ni ellir "dadwneud" y gostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â

chynhyrchu'r ynni. Ymhellach, mae'n annhebygol iawn y byddai'r orsaf bŵer yn mynd yn ôl i ddefnyddio proses drosi sy'n llai ynni-ffeithlon yn y dyfodol, a fyddai fel arall yn cynyddu allyriadau NTG eto. Mewn cyferbyniad, os dilynir yr opsiwn o ddal a storio'r allyriadau mewn llystyfiant neu bridd, yna mae'r carbon sydd wedi'i ddal a'i storio bob amser mewn perygl o gael ei allyrru eto o ganlyniad i aflonyddwch yn y dyfodol. Gall aflonyddwch naturiol megis tanau, stormydd, sychder neu bla a phlâu clefydau achosi i garbon sydd wedi'i ddal a'i storio mewn llystyfiant neu bridd gael ei ryddhau yn ôl i'r atmosffer. Gallai newid yn yr hinsawdd ei hun newid addasrwydd tir mewn rhai lleoliadau ar gyfer cynnal rhai mathau o llystyfiant a chyfaddawdu stociau carbon sydd wedi'i ddal a'i storio (neu sy'n cael ei ddal a'i storio).

Yn yr un modd, mae'n annhebygol iawn y gellir sicrhau gwarantau i sicrhau y bydd cenedlaethau'r dyfodol yn cynnal mesurau i warchod carbon sydd wedi'i ddal a'i storio ar ardal benodol o goetir - gall amgylchiadau a blaenoriaethau newid y ffordd y rheolir y tir yn y dyfodol. Yn y DU, mae rheoleiddio cryf yn cyfyngu ar ddatgoedwigo ond mae lefel gymedrol ond cofrestradwy o golli ardaloedd coetiroedd yn dal i fodoli. Yn fwy perthnasol efallai mewn cyd-destun Ewropeaidd/y DU/Cymru, nid yw mater diffyg parhauster wedi'i gyfyngu i weithgareddau datgoedwigo. Er enghraifft, os yw ardaloedd o goetiroedd â stociau carbon uchel a oedd heb eu rheoli o'r blaen yn cael eu rheoli'n weithredol, gan gynnwys cynaeafu ar gyfer cynhyrchu pren, yn aml bydd hyn yn arwain at rywfaint o ostyngiad mewn stociau carbon yn y coetiroedd, hyd yn oed os yw'r broses reoli yn diwallu safonau cynaliadwyedd. Felly, bydd peth o'r dal a storio carbon a ddigwyddodd yn hanesyddol yn y coetiroedd yn cael ei wrthdroi trwy gyflwyno rheolaeth yn yr hyn a oedd gynt yn goetiroedd heb eu rheoli. Mae'r un canlyniad yn debygol o ddigwydd pan fydd rheolaeth yn cael ei dwysáu (er mwyn cynyddu lefelau cynhyrchu pren yn gynaliadwy) mewn coetiroedd sydd eisoes dan reolaeth weithredol ond llai dwys. Darperir esboniad pellach o bwyntiau perthnasol yn Adran 2.16.1.

Mae canlyneb i'r risgiau o wrthdroi dal a storio carbon coetiroedd oherwydd y mater diffyg parhauster fel y'i disgrifir uchod. Yn benodol, tybiwch fod camau'n cael eu cymryd nawr i ddal a storio a chadw carbon mewn ardaloedd coetiroedd. Byddai hyn i bob pwrpas yn ymrwmo cenedlaethau'r dyfodol i gydnabod statws y carbon a ddaliwyd ac a storiwyd ac i beidio â chymryd unrhyw gamau a fyddai'n arwain at ei golli. (Er enghraifft, yn y dyfodol, efallai y bydd diddordeb mewn rheoli'r adnodd coetiroedd sydd wedi'i greu gan fesurau cadwraeth yn fwy dwys, er mwyn cyflenwi cynhyrchion a thanwydd). Gan dybio bod y stociau carbon a grëwyd gan weithgareddau a gymerwyd nawr wedi'u cofrestru a'u cydnabod mewn rhyw ffordd, naill ai byddai'r opsiynau ar gyfer rheoli'r coetiroedd yn cael eu cyfyngu'n sylweddol yn y dyfodol, neu byddai angen gwneud iawn am unrhyw allyriadau sy'n deillio o benderfyniadau i newid rheolaeth ar goetiroedd trwy doriadau dyfnach mewn allyriadau a/neu ddal a storio carbon yn well mewn mannau eraill. Mae'n dilyn, i bob pwrpas, mewn cyd-destun o'r fath, bod y mater diffyg parhauster yn "cloi i mewn" cenedlaethau'r dyfodol i reoli ardaloedd coetiroedd mewn rhai dulliau penodol, nad ydynt yn effeithio'n negyddol ar stociau carbon coetiroedd a chyfraddau dal a storio, nac i ymgymryd â gweithgareddau lliniaru ychwanegol ynghylch newid yn yr hinsawdd.

Mae risgiau diffyg parhauster gostyngiadau allyriadau net yn y coetiroedd yn ei wneud yn ofynnol y byddai angen i unrhyw fframwaith ar gyfer cefnogi a gweithredu mesurau lliniaru newid yn yr hinsawdd allu cyfrif am ddigwyddiadau lle mae gostyngiadau allyriadau net yn cael eu gwrthdroi wedyn, a chefnogi adferiad lle mae'n briodol. Er enghraifft, mae Rheoliad diweddar yr UE (UE 2018/841) ar gynnwys allyriadau nwyon tŷ gwydr a thyniadau o ddefnydd tir, newid defnydd tir a choedwigaeth yn fframwaith hinsawdd ac ynni 2030 yn cynnwys rheolau cyfrifyddu sy'n mynd i'r afael â'r mater hwn yn uniongyrchol o ran gweithgareddau dynol mewn coetiroedd sy'n cael effaith ar stociau carbon a dal a storio. Cynhwysir darpariaethau perthnasol hefyd i gwmpasu aflonyddwch naturiol. Cynhwysir canllawiau ar ddulliau ar gyfer asesu a chaniatáu ar gyfer effeithiau digwyddiadau aflonyddu hefyd yn Addasiad 2019 i Ganllawiau PRhNH 2006 ar gyfer Stocrestrau Nwyon Tŷ Gwydr Cenedlaethol (PRhNH 2019a).

2.9 Carbon pridd

2.9.1 Stociau carbon pridd mewn coedwigoedd

Gall pridd gynnwys cryn dipyn o garbon organig, ac mae'r stoc garbon hon yn dibynnu ar lawer o ffactorau, yn arbennig y math o bridd a'r gorchudd llystyfiant ac felly hanes y defnydd tir (gweler er enghraifft Wiesmeier et al. 2019). Mae cynnwys carbon y pridd yn amrywio yn ôl dyfnder, gan newid o ran maint a chyfansoddiad cemegol yn y gwahanol orwelion pridd. Er nad yw'n rhan o'r pridd yn fanwl gywir, mae'r haen ddeiliach ar yr wyneb o dan goetiroedd hefyd yn cynnwys cryn dipyn o garbon organig, sy'n cynnwys biomas marw mewn gwahanol gyflyrau dadelfennu.

Mae asesiad byd-eang o goedwigoedd yn dangos y gall y pridd fod yn brif elfen cyfanswm y stoc carbon; mewn coedwigoedd boreal a thymherus mae'n cynrychioli oddeutu 70% a 60% yn y drefn honno, o gyfanswm y stoc carbon (Pan et al. 2011). Ar raddfa'r clwstwr, cynhyrchodd canlyniadau astudiaeth BioSoil o 166 o safleoedd coetir ym Mhrydain Fawr stociau carbon pridd ar gyfer saith math gwahanol o bridd gyda gwerthoedd cymedrig yn amrywio o 108 tC ha⁻¹ i 539 tC ha⁻¹ i lawr i ddyfnder o 1m (Vanguelova et al. 2013, gweler Tabl 2.1 isod). Mae gwerthoedd stoc carbon yn y biomas uwchben y ddaear mewn coetir fel arfer yn 50 - 170 tC ha⁻¹ felly mae'n amlwg y gall stoc carbon y pridd fod o leiaf mor fawr â'r stoc yn y biomas uwchben y ddaear, ac mewn rhai achosion gryn dipyn yn fwy. Yn yr arolwg Biosoil, roedd gan fathau o bridd mwynau stoc carbon o 108 - 173 tC ha⁻¹, (felly'n debyg yn fras i'r stoc mewn coed) ond roedd gan briddoedd organo-fwynol ac organig stociau sylweddol uwch (cymedr 36 glei mawnog = 362 tC ha⁻¹, a 14 mawn dwfn = 539 tC ha⁻¹ (Vanguelova et al. 2013). Felly, gall rheolaeth y stoc carbon pridd gael effaith bwysig ar gydbwysedd carbon cyffredinol y coetir, yn arbennig ar gyfer priddoedd organo-fwynol ac organig.

Yn ychwanegol at y stoc carbon pridd hwn, gall yr haenau deiliach (gan gynnwys y gwir haen ddeiliach, a'r haen eplu neu F, sy'n cynnwys deunydd sydd wedi pydru'n rhannol), gynnwys 12-20 tC ha ychwanegol⁻¹ (y cymedr ar gyfer safleoedd arolwg BioSoil yw 16 tC ha⁻¹). Mae'r haenau deiliach hefyd yn allweddol i broses gylchu'r maetholion mewn coetiroedd ac felly'n effeithio ar dwf a chynhyrchiant.

Fe wnaeth Vanguelova et al. (2013) asesu'r arwynebedd a gymerir gan wahanol fathau o bridd yng Nghymru ac o dan goetir conwydd a llydanddail a, gan ddefnyddio mesuriadau BioSoil o stoc carbon fesul ardal, fe amcangyfrifodd gyfanswm stoc carbon pridd y coetiroedd (Tabl 2.1) yn 35 a 16 MtC (miliwn o dunelli carbon) ar gyfer y ddau fath o goetir (cyfanswm = 51 MtC). Roedd mwyafrif arwynebedd y coetiroedd presennol (yn 2003) ar briddoedd brown, podsolau a gleiau/podsolau mawnog. Fe gyfrannodd yr ardaloedd o goetir conwydd ar gleiau/podsolau mawnog a mawn dwfn, er mai dim ond 21% o'r ardal oeddent, 42% o stoc carbon pridd y coetiroedd oherwydd stoc carbon uchel y mathau hyn o bridd organo-fwynol ac organig. Amcangyfrifwyd bod y stoc carbon ychwanegol yn yr haen ddeiliach mewn coetiroedd ar gyfer Cymru yn 4.6 MtC (Morison et al. 2012).

Tabl 2.1 Amcangyfrifon o stociau carbon cydbwysedd tymor hir mewn bio-màs coed byw mewn tri math enghreifftiol o goetir, ar gyfer oedrannau cylchdroi nodweddiadol

Math o bridd	Arwynebedd (km ²)			Stoc carbon pridd cymedrig Prydain Fawr (tC ha ⁻¹)	Cyfanswm stoc carbon pridd (MtC)	
	Cymru Gyfan	Coedwig gonwydd	Coedwig llydanddail		Coedwig gonwydd	Coedwig llydanddail
Tyfiant Trwchus a rendsinas	21	0	2	108	0.0	0.0
Priddoedd brown	10,987	790	691	152	12.0	10.5
Podsolau a haenau pridd caled	2,013	434	6	154	6.7	0.1
Gleiau dŵr wyneb	3,476	92	183	167	1.5	3.1
Gleiau dŵr daear	605	8	21	173	0.1	0.4
Gleiau mawnog/podsolau	1,624	228	41	362	8.2	1.5
Mawnau dwfn	697	118	5	539	6.4	0.3
Cyfanswm stoc carbon (MtC)					35.0	15.8

Mewn cymhariaeth, lluniwyd stociau carbon pridd yn yr uwchbridd (0-15 cm) o fathau eraill o lystyfiant y DU ar gyfer Arolwg Cefn Gwlad 2007 (Tabl 2.2). Maent yn dangos bod stociau carbon uwchbridd coetir yn sylweddol uwch na thir â'r garddwriaethol, ond yn debyg i fathau eraill o gynefinoedd. Fodd bynnag, dim ond ar gyfer uwchbridd y mae'r wybodaeth hon, ac mae'n debygol o danamcangyfrif yn ddifrifol gyfanswm y stoc garbon a all fod yn sylweddol ar ddyfnderoedd hyd at 1m mewn llawer o gynefinoedd (Shi et al. 2013); mae hefyd yn cyfartalu ar draws gwahanol fathau o bridd.

Mae amcangyfrifon stoc carbon pridd glaswelltir eraill yn debyg i'r rhai hynny yn y tabl: 97 tC ha⁻¹ ar gyfer porfa arw ar glei dŵr wyneb yn Iwerddon (i ddyfnder o 30 cm, o'i gymharu â 102-205 tC ha⁻¹ mewn clystyrau sbriws 30-47 blwydd oed; Black et al. 2009) a 64.9 tC ha⁻¹ ar gyfer porfa barhaol yn Nenmarc (i ddyfnder o 25 cm, o'i gymharu ag 81 tC ha⁻¹ mewn clwstwr collddail 200 mlwydd oed; Vesterdal, Ritter a Gundersen 2002). Mae arolwg diweddar o stociau carbon pridd mewn 180 o laswelltiroedd yn Lloegr (Ward et al. 2016) o dan ddwystr rheoli gwahanol yn dangos stoc carbon y pridd ar wahanol ddyfnderoedd: hyd at 20 cm y cyfartaledd oedd 82.9 tC ha⁻¹ (ychydig yn uwch na ffigur yr Arolwg Cefn Gwlad ar gyfer dyfnder o 15 cm), ond 229 tC ha⁻¹ ar gyfer dyfnder dros 1m. Mae'r olaf yn fwy na'r stociau carbon cymedrig mewn priddoedd mwynol coetir (Tabl 2.1), ond mae'n gyfartaledd ar draws gwahanol fathau o bridd, ac mae'n debygol ei fod yn cynnwys priddoedd organo-fwynol ac organig.

Tabl 2.2 Stociau carbon uwchbridd (0-15 cm) ar draws mathau eang o gynfinoedd yn yr Arolwg Cefn Gwlad 2007. Data gan Emmett et al. (2010).

Math o gynefin	Stociau C uwchbridd cymedrig (tC ha⁻¹)
Coetir llydanddail, cymysg ac ywen	72.9
Coetir conwydd	81.4
Tir âr a garddwriaeth	47.3
Glaswelltir wedi'i wella	67.2
Glaswelltir niwtral	68.6
Glaswelltir asidaidd	90.6
Rhedyn	84.7
Rhostir llwyni lleiaf	89.9
Cors, mignen a gwern	82.8
Tonnen	85.6
Pob math o gynefin	69.3

2.9.2 Dynameg carbon pridd a newid gyda choedwigo

Mae'r stoc carbon pridd yn ganlyniad y cydbwysedd rhwng mewnbynnau deunydd organig o ddeunydd planhigion marw a rhisoddyddodiad a'r colledion o ddaelfennu, trwytholchi ac erydiad. Mae'r rhan fwyaf o gynnwys carbon y pridd fel arfer yn newid yn araf dros amser (degawdau neu ganrifoedd), er bod elfennau (neu 'ffracsiynau pridd') sy'n newid yn gyflymach ar raddfeydd amser o fisoedd, blynnyddoedd neu ddegawdau.

Lle mae defnydd tir a hinsawdd yn aros yn gyson dros gyfnod estynedig, (degawdau neu ganrifoedd lawer), mae stoc carbon y pridd yn tueddu i gyrraedd ecwilibriwm dynamig rhwng cyfradd y mewnbwn carbon o ddeiliach a gwreiddiau, a cholledion o allyriadau CO₂, trwytholchi ac erydiad. (Efallai y bydd rhywfaint o garbon yn cael ei gollu fel methan, CH₄, sy'n cael ei ollwng o briddoedd dirlawn, anaerobig, ond er bod hyn yn sylweddol yn y cydbwysedd nwyon tŷ gwydr, nid yw'n arwyddocaol yn y cydbwysedd carbon ac mae'r mwyafrif o briddoedd coetir yn ddalfeydd bach ar gyfer CH₄). Fodd bynnag, gall newid defnydd tir neu hinsawdd ac amodau amgylcheddol eraill fel dyddodiad naturiol neu lygryddion arwain at newidiadau mewn carbon pridd dros gyfnod sy'n amrywio o sawl blwyddyn i sawl degawd (e.e. Poeplau et al. 2011), cyn y gellir adfer unrhyw gydbwysedd newydd, os o gwbl. Mae maint a hynt amser y newidiadau hyn mewn carbon pridd yn dibynnu ar fanylion y newidiadau defnydd tir sydd dan sylw, y gorchudd llystyfiant cychwynnol a therfynol, y math o bridd a chynnwys deunydd organig cychwynnol, a'r math o weithgareddau rheoli tir sydd dan sylw.

Mae coedwigo tir a oedd o dan llystyfiant nad yw'n goetir o'r blaen yn arwain at newid mewn stociau carbon pridd. Mae'r newidiadau hyn fel arfer yn araf a gallant fod yn

anodd eu hasesu'n arbennig o ystyried y stoc carbon uchel a'r amrywioldeb a welir fel rheol yng nghynnwys carbon y pridd (e.e. Kravchneko & Robertson 2011; Upson et al. 2016). Serch hynny, mae llenyddiaeth sylweddol ar newidiadau carbon pridd gyda choedwigo, er bod y canlyniadau'n amrywio'n sylweddol oherwydd yr ystod o fathau o bridd a choetir, defnydd tir blaenorol ac amodau hinsawdd. Mae rhai astudiaethau wedi mesur rhan uchaf y pridd yn unig (e.e. 15, 20 neu 30 cm) nad ydynt o bosibl yn cipio'r newid llawn, yn arbennig gan fod coed yn gwreiddio'n ddwfn ac yn gallu mewnbynnu carbon trwy nawsiadau a marwolaeth gwreiddiau yn ddwfn yn y proffil (Shi et al. 2013). Er bod coetir aeddfed yn gyffredinol yn gysylltiedig â stociau carbon pridd uwch na llawer o ddefnyddiau tir eraill (Tabl 2.2), gall effaith gychwynnol y newid i goetir olygu gostyngiad mewn stociau, yn arbennig lle roedd gan y pridd lefel uchel o ddeunydd organig i ddechrau, ac yn ddiabynnol ar unrhyw arferion paratoi tir a ddefnyddir.

Cynhaliwyd sawl meta-ddadansoddiad yn ddiweddar o astudiaethau coedwigo mewn gwahanol amgylcheddau ac ardaloedd (e.g. Laganier et al. 2010; Li et al. 2012; Barcena et al. 2014). Mae'r adolygiad diweddaraf gan Mayer et al. (2020) yn crynhoi'r consensws fel *“gall coedwigo ar hen dir cynydu arwain at gynnydd sylweddol mewn stociau carbon pridd dros gyfnod o 100 mlynedd. Mewn rhai astudiaethau ni chyrhaeddwyd unrhyw lefelau cyflwr sefydlog newydd o fewn 100 mlynedd ... ond mewn eraill, arweiniodd cynnydd cymedrol degawdol at gynnydd net o 15% yn stoc carbon y pridd erbyn diwedd y ganrif gyntaf. Mewn cyferbyniad, yn dilyn coedwigo glaswelltiroedd, gall stociau carbon pridd cymedrig gynyddu'n llai, aros yn ddigyfnewid neu ostwng hyd yn oed.”* Pan fydd stociau carbon pridd yn cynyddu ar ôl plannu coed y prif newid, yn arbennig yn y cyfnod cynnar yw cronni haen ddeiliach ddyfnach a chynnydd carbon yn yr haenau organig arwyneb o dan y coetir, yn arbennig mewn coetiroedd conwydd. Mae'r crynhoad carbon yn y pridd mwynol fel arfer yn arafach, sy'n galw am sawl degawd (Mayer et al. 2020). Mewn astudiaeth newydd o goetiroedd a sefydlwyd mewn ardaloedd amaethyddol yng nghanolbarth Lloegr a chanolbarth yr Alban, cyfradd y cronni yn yr haenau wyneb oedd $0.49 \text{ tC ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ (Ashwood et al. 2019). Mae'r astudiaeth hirdymor a ddyfynnir yn aml o sefydlu naturiol coetir asidaidd ar dir â'r yn Rothamsted yn Ne-ddwyrain Lloegr wedi cynhyrchu amcangyfrif tebyg o $0.38 \text{ tC ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ (Poulton 2006; gweler hefyd Adran A1.3.2 yn Atodiad 1). Yn yr astudiaeth gan Ashwood et al., roedd gan goetiroedd oddeutu 110 mlwydd oed stociau C pridd tebyg i goetiroedd sy'n hŷn na 400 mlynedd, tra dangosodd astudiaeth Almaenig o goedwigoedd ffawydd (Leuschner et al. 2014) fod gan glystyrau 230 oed 47% yn fwy o bridd C na chlystyrau rhwng 50 a 128 oed. Mae'r astudiaethau enghreifftiol hyn yn pwysleisio bod yr amserlen ar gyfer cronni carbon ac felly dal a storio carbon pridd ar ôl coedwigo yn sawl degawd i ganrif neu'n fwy mewn hinsoddau tymherus.

Mae amserlen hir newidiadau stoc carbon pridd yn debyg i, neu'n hwy nag amserlenni tyfiant clystyrau coetir ac mae'n bwysig ystyried effaith cylchoedd lluosog o blannu a chynaeafu ar garbon pridd megis mewn planhigfeydd conwydd cynhyrchiant uchel. (e.e. Zerva a Mencuccini 2005; Jarvis et al. 2009). Yn Ynysoedd Prydain mae llawer o'r coedwigo dros y ganrif ddiwethaf wedi golygu sefydlu planhigfeydd conwydd o'r fath mewn ardaloedd ucheldirol, lle mae'r hinsawdd oerach, gwlypach yn aml yn gysylltiedig â phriddoedd organo-fwynol ac organig (gleiau mawng a mawn dwfn). Er mwyn sefydlu clystyrau yn llwyddiannus ar y

priddoedd gwlyb hyn mae angen draenio ac mae angen rhyw fath o feithrin pridd, ac yn aml ffrwythloni. Mae'r aflonyddwch canlyniadol yn y llystyfiant, lleithder is yn y priddac awyru uwch wedi arwain at golli'r carbon yn yr haen fawn yn y priddoedd hyn (gweler yr adolygiadau yn Vanguelova et al. 2018 a Sloan et al. 2019). Mewn priddoedd mawn dwfn mae'r draenio yn arwain at gyfnerthu a chywasgu'r mawn (nad yw'n arwain at golli carbon) ac ocsideiddio (sy'n arwain at golli carbon). Efallai y bydd mwy o golledion carbon hefyd mewn trwytholchi (carbon organig toddedig (COT)) ac erydiad gronynnol (carbon organig gronynnol (COG))(Sloan et al. 2019). Mae'r cyfraddau colli carbon a fesurwyd yn amrywiol iawn ond mae adolygiad diweddar (Evans et al. 2017) i asesu ffactorau allyriadau at ddibenion stocrestr nwyon tŷ gwydr yn y DU wedi awgrymu y dylid amcangyfrif bod cyfanswm y golled carbon pridd ar gyfer mawn dwfn wedi'i goedwigo yn $2.4 \text{ tC ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ yn ystod cylchdro cyntaf y coed. Yr arfer gorau fyddai dilyn Safon Coedwigaeth y DU (SCDU) ar gyfer pob sefydliad coetir, gan nodi'r gwahaniaethu a wneir rhwng mawn dwfn a bas. Dywed SCDU: *'...there is a specific presumption against the conversion of some priority habitats, such as deep peat or active raised bogs' and 'avoid establishing new forests on soils with peat exceeding 50 cm in depth and on sites that would compromise the hydrology of adjacent bog or wetland habitats.'*

Mewn priddoedd organo-fwynol (gleiau mawnog a phodsolau), bydd plannu coed a'r gwaith paratoi daear sy'n gysylltiedig ac unrhyw ddraenio hefyd yn achosi rhywfaint o golli carbon yn y pridd. Mae hyn yn amlwg ar ôl y plannu cychwynnol (h.y. y cylchdro cyntaf), ac yn arbennig yn hanner cyntaf y cylchdro. Fodd bynnag, mae tystiolaeth ddiweddar yn dangos y gellir adennill colledion cychwynnol yn ddiweddarach mewn ymateb i fewnbwn sylweddol carbon o dyfiant coed a'r cynnydd mewn haenau deiliach ac arwyneb organig (adolygwyd yn Vanguelova et al. 2018 a 2019; Mayer et al. 2020). Gan ddefnyddio cronogyfres o 40 o glystyrau sbrws wedi'u plannu ar briddoedd organo-fwynol yng Nghoedwig Kielder yng Ngogledd Lloegr, fe wnaeth Vanguelova et al. (2019) ddangos bod colled o garbon o'r haen fawn dros 30 mlynedd gyntaf y cylchdro cyntaf wedi digwydd. Fodd bynnag, erbyn diwedd ail gylchdro (h.y. oddeutu 100 mlynedd ar ôl y coedwigo gwreiddiol) roedd mewnbnw carbon yn ystod tyfiant y coed ac o weddillion cynaeafu wedi gwneud iawn fel bod cyfanswm stoc carbon y pridd yn debyg i rostir heb ei goedwigo cyfagos (Vanguelova et al. 2019). Nododd yr astudiaeth hon hefyd, er bod y newidiadau mawr i garbon pridd yn yr haenau organig, roedd peth tystiolaeth o gynnydd araf yng nghynnwys carbon yr haenau mwynau dyfnach, gan gytuno â rhai astudiaethau eraill sydd wedi awgrymu y gallai carbon ar ôl coedwigo gronni mewn haenau is a bod ar ffurfiau mwy sefydlog, wedi'u cyfuno â'r ffracsiwn clai (e.e. Swain et al. 2010; Villada 2013). I grynhui, mae priddoedd organo-fwynol wedi'u draenio ac wedi'u coedwigo yn debygol o fod yn ddalfeydd carbon net, gan fod colli carbon o'r haen fawn yn cael ei wneud iawn trwy gronni haenau deiliach ac eplesiad. Bydd y newid carbon net dros unrhyw gyfnod o amser yn dibynnu ar dwf a chynhyrchiant clystyrau coedwig a nifer y cylchoedd plannu-cynaeafu-ailstocio.

2.9.3 Stociau carbon pridd a rheoli coedwigoedd

Fel y nodwyd uchod, bydd maint unrhyw waith i baratoi tir sy'n ofynnol i ganiatáu plannu a sefydlu clystyrau yn llwyddiannus yn cael effaith fawr ar y newid mewn stociau carbon pridd. Bydd triniaethau paratoi'r safle a ddefnyddir yn dibynnu ar

amodau'r safle a'r gorchudd llystyfiant blaenorol a bydd yn cynnwys gwahanol raddau o aflonyddwch pridd (Mayer et al. 2020). Yr angen hanfodol yw gwella tyfiant eginblanhigion coed trwy leihau cystadleuaeth â'r llystyfiant presennol a thrwy wella lleithder y pridd ac argaeledd maetholion. Er bod rhywfaint o'r gwaith paratoi tir wedi bod yn ddwys yn y gorffennol, canllawiau SCDU yw y dylai rheolwyr "leihau'r aflonyddwch pridd sy'n angenrheidiol i sicrhau amcanion rheoli, yn arbennig ar briddoedd organig". Yn fras, mae graddfa aflonyddwch y pridd ac yn ôl pob tebyg colli carbon pridd yn dibynnu ar ddulliau paratoi'r ddaear, dwyster a dyfnder yr haenau mawn (os oes rhai yn bresennol). Mae'r effaith yn amrywio o leiafswm wrth blannu â llaw ac mae'n cynyddu â gwahanol ddulliau mecanyddol o ddigroeni drwedd i aredig ar wahanol lefelau o ddwyster sy'n achosi'r effaith fwyaf (gweler yr adolygiad gan Mayer et al. 2020). Mae diwygiadau i'r canllawiau ar baratoi ac amaethu tir yn cael eu trafod ar hyn o bryd [Haf 2020] yn yr Alban, a allai fod o gymorth wrth gynllunio arferion coedwigo yn y dyfodol yn ehangach. Mae'r canllawiau wedi archwilio'r dystiolaeth sydd ar gael ar aflonyddu ac yn ôl pob tebyg colli carbon gyda gwahanol dechnegau i baratoi'r ddaear ac yn dod i'r casgliad mai pentyrru yw'r dull a ffeifrir ar briddoedd organo-fwynol er mwyn sicrhau cyn lleied o aflonyddwch â phosib, tra na ddylid defnyddio aredig gyda haenau mawn o 30 cm neu fwy o ddyfnder. Un pwynt i'w nodi ynghylch effaith aflonyddu pridd ar stociau carbon pridd yw y gall mesuriadau newid yn yr uwchbridd neu'r haenau uchaf yn unig (sy'n cael eu haflonyddu fwyaf) oramcangyfrif yr effaith gymharol ar stoc carbon gyfan y proffil; yn ogystal, gall rhywfaint o garbon o'r haenau uchaf gael ei ailddosbarthu'n ddyfnach (gweler uchod).

Pan reolir coetiroedd, mae teneuo clystyrau coed yn ysbeidiol yn weithred arferol. Gan fod hyn yn lleihau nifer y coesau ac felly mewnbynnau carbon coed i'r pridd, gellir disgwyl iddo leihau stoc carbon y pridd. Hefyd gall addasu'r microhinsawdd o dan y clwstwr a allai gynyddu cyfraddau dadelfennu, a allai hefyd leihau stociau carbon yn yr haen ddeiliach bwysig. Fodd bynnag, mae'r rhan fwyaf o astudiaethau yn nodi ond ychydig neu ddim effaith ar stoc carbon pridd mwynol (gweler adolygiad Mayer et al. 2020). Mewn rhai astudiaethau mae cynnydd tymor byr mewn carbon pridd dim ond am y 2 flynedd gyntaf ar ôl teneuo (gweler meta-ddadansoddiad gan Zhang et al. 2018), er y bydd hyn yn dibynnu ar ddwyster teneuo. Mae'n debygol y bydd effaith teneuo ar stociau carbon pridd yn ddibynnol iawn ar amodau'r hinsawdd ac ar gynhyrchiant clystyrau mewn ffordd debyg i effaith gwahanol ddwyseddau coed. Mewn cynhyrchiant uchel, amodau oerach ag argaeledd lleithder uchel, mae'n debygol bod effeithiau teneuo yn gyfyngedig yn unig (cyhyd â bod pridd yn cael ei amddiffyn rhag difrod ffisegol yn ystod gweithrediadau). I'r gwrthwyneb, mewn clystyrau â chynhyrchiant isel a dwysedd isel mewn amodau cynhesach a sych gall stociau carbon pridd gael eu lleihau trwy deneuo.

Mae cynaeafu clirio clwstwr yn cael sawl effaith amlwg a allai gael effaith ar stociau carbon pridd. Mae'r biomas uwchben y ddaear yn cael ei gwmpo ac er bod y rhan fwyaf o goesbren yn cael ei symud o'r safle, gellir gadael rhai canghennau a dail ar y safle. Mae'r deunydd sy'n cael ei adael ar y safle yn cyfrannu at y deiliach a bydd yn dadelfennu'n raddol dros y blynyddoedd dilynol, gyda rhywfaint yn cyfrannu at y stoc carbon pridd, a rhywfaint yn dadelfennu. Yn ogystal, bydd aflonyddwch daear sy'n gysylltiedig â'r broses gynaeafu a pharatoi tir ar ôl hynny ar gyfer plannu'r cnwd nesaf, hefyd yn arwain at golli carbon pridd. Fel arfer canfuwyd bod cynaeafu clirio yn

achosi gostyngiad mewn stociau carbon pridd, er nad yw'r effaith yn fawr. Fe wnaeth y meta-ddadansoddiad gan Nave et al. (2010) o astudiaethau o goedwigoedd tymherus ganfod gostyngiad o ddim ond 8% ar gyfartaledd yng nghyfanswm y stoc carbon, er bod y golled yn yr haen ddeiliach yn 30% ar gyfartaledd. Gall gymryd sawl degawd i adfer stociau carbon (Mayer et al. 2020). Gellid disgwyl y byddai dulliau cynaeafu ag effaith is megis dethol, gorchudd parhaus, coed cysgodol, ac ati yn dangos llai o effaith ar stociau carbon pridd na chlirio, ond mae'r dystiolaeth yn amrywiol (Mayer et al. 2020).

Ar ôl cynaeafu, gall y gweddillion (coesau, canghennau, brigau, dail neu nodwyddau ac weithiau rhisgl o ansawdd gwael), gael eu tynnu, er enghraifft, ar gyfer cynhyrchu ynni biomas. Gellir tynnu bonion coed hefyd, ond oherwydd yr aflonyddwch uchel yn y pridd, y mae hyn yn cael ei ymarfer yn y DU am resymau ffytoiechydol yn unig. Mae'r adolygiad gan Mayer et al. (2020) yn awgrymu bod dylanwad tynnu gweddillion ar stociau carbon pridd yn amrywiol gyda gostyngiadau a dim effeithiau fel ei gilydd yn cael eu nodi mewn gwahanol astudiaethau sy'n cymharu triniaethau tynnu gweddillion dros gyfnodau amser degawdol. Fel arfer, os canfuwyd effaith, roedd yn ostyngiad bach (5-15%) mewn carbon pridd, ac yn amlwg yn bennaf mewn colledion yn yr haenau organig deiliach ac arwyneb (Achat et al. 2015; Mayer et al. 2020). Yn ddiddorol, ar bridd glei mawnaidd yng Nghoedwig Kielder, fe wnaeth Vanguelova et al. (2010) ganfod bod cael gwared ar y coed sbrïws a'u gweddillion ('cynaeafu coed cyfan') wedi arwain at gynnydd mewn stociau carbon pridd yn yr ail gylchdro ar ôl 28 mlynedd, a briodolwyd ganddynt i lai o fwneiddiad o haen organig y pridd ar ôl tynnu tocion. Fodd bynnag, roedd effeithiau negyddol ar gydbwysedd rhai maetholion pridd, a fyddai'n lleihau twf ac felly buddion dal a storio carbon. Hyd nes y bydd mwy o dystiolaeth, ar ystod o fathau o bridd, bydd rhaid asesu dylanwad tynnu gweddillion ar garbon pridd ar gyfer pob safle.

2.10 Nwyon tŷ gwydr nad ydynt yn CO₂ ac effeithiau nad ydynt yn nwyon tŷ gwydr

2.10.1 Nwyon tŷ gwydr nad ydynt yn CO₂

Mae angen ystyried effeithiau hinsawdd y dal a storio CO₂ biolegol hwn ochr yn ochr â chyfnewid nwyon tŷ gwydr eraill, yn arbennig methan (CH₄) ac ocsid nitraidd (N₂O), ac allyrru cyfansoddion organig anwedol (COAs), sydd hefyd â dylanwad ar y atmosffer a'r hinsawdd. Deellir y ffactorau sy'n dylanwadu ar gydbwysedd NTG coetiroedd ac ymyriadau rheoli coetiroedd yn eithaf da, er nad yw rhai elfennau wedi'u meintioli'n dda (Morison et al. 2012). Yn gryno, mae'r mwyafrif o goetiroedd ar briddoedd mwynol yn ddalfa bach ar gyfer methan, ond gall coetiroedd ar briddoedd organig gwlyb fod yn ffynonellau sylweddol o fethan, yn arbennig mawn dwfn gyda draenio gwael.

Fel arfer mae allyriadau N₂O o goetiroedd yn isel, ac yn llawer is nag o'r mwyafrif o ddefnyddiau tir amaethyddol, er y gallant godi'n fyr yn ystod ac ar ôl gweithrediadau cynaeafu a theneuo.

2.10.2 Effeithiau coedwigo albedo

Mae albedo yn cyfeirio at gyfran yr ymbelydredd solar sy'n cyrraedd wyneb y ddaear sy'n cael ei adlewyrchu yn ôl i'r atmosffer (a'r gofod). Mae'r broses o amsugno ymbelydredd solar ar wyneb y ddaear yn arwain at effaith gynhesu ar yr atmosffer. Felly, mae albedo is yn awgrymu mwy o amsugno ar yr wyneb ac effaith gynhesu fwy (gorfodi ymbelydrol positif).

Mae llenyddiaeth wyddonol helaeth am albedo, gorchudd tir a newid defnydd tir, oherwydd gall albedo fod yn newidyn allweddol wrth feintoli effaith arwyneb tir ar yr atmosffer ac felly ar yr hinsawdd.

Yn nodweddiadol mae gan goetiroedd albedo is na chnydau byr a glaswelltir, ac mae'r gwahaniaeth yn sylweddol ar gyfer conwydd, yn llai felly ar gyfer coed llydanddail. Mae'r gwahaniaeth rhwng conwydd a choed llydanddail yn rhannol o ganlyniad i liw'r dail, ond hefyd yn ganlyniad i strwythur y canopi, gan fod canopiau mwy canghennog yn amsugno mwy o ymbelydredd solar, gan arwain at albedo is. Mae systemau hinsawdd yn cael dylanwad bach, oherwydd mewn amgylchiadau cymylog mae'r ymbelydredd mwy gwasgaredig yn arwain at albedo is, ond nid yw'r effaith yn gwahaniaethu llawer ar gyfer gwahanol orchuddion tir.

Mae'r newid mewn albedo arwyneb tir ar ôl coedwigo weithiau'n cael ei godi fel gwrthddadl i'r rhagdybiaeth o fuddion coedwigo neu ehangu coetiroedd wrth liniaru newid yn yr hinsawdd. Derbynnir yn gyffredinol bod mwy o ymbelydredd solar yn cael ei amsugno ar wyneb y ddaear mewn coedwig o'i gymharu â chnydau a glaswelltir, gan arwain at effaith gynhesu. Fodd bynnag, mae ansicrwydd ynghylch maint yr effaith. Mae gwerthoedd albedo cyhoeddedig yn amrywio yn ôl methodoleg, amgylchiadau awyr a'r cyfnod amser a ystyrir. Er enghraifft, bydd cyfartaleddu gwerthoedd albedo dyddiol dros y flwyddyn yn goramcangyfrif albedo o'i gymharu â chyfrifiad yn seiliedig ar gyfanswm yr ymbelydredd blynyddol a dderbynnir ac a adlewyrchir (h.y. wedi'i bwysoli ar gyfer y mewnbwn solar brig). Ymhellach, gall gwerthoedd albedo a fesurir ar yr arwyneb fod yn wahanol i'r rhai a amcangyfrifir o offerynnau lloeren. Mae Forest Research wedi cynnal adolygiad o werthoedd albedo cyhoeddedig sy'n berthnasol ar gyfer amgylchiadau Prydain a rhanbarthau tymherus eraill, hefyd yn tynnu ar ddata o ddau safle ymchwil coetiroedd a reolir gan Forest Research. Mae'r adolygiad hwn yn dangos mai gwerthoedd nodweddiadol yw:

- 20% -25% ar gyfer cnydau â'r (ond dros flwyddyn mae cynnwys cyfnod pridd noeth o 15% -20% yn fwy priodol)
- 15%-21% ar gyfer glaswelltiroedd
- 13% -18% ar gyfer coetiroedd llydanddail collddail ac 8% -12% ar gyfer coetiroedd conifferaidd bytholwyrdd.

Cadarnhawyd y canlyniadau hyn gan gyfuniad diweddar o ddata o'r rhwydwaith rhyngwladol "FluxNet" o safleoedd ymchwil (Cescatti et al. 2012) a chan ddadansoddiad ar raddfa fawr o ddata lloeren (Leonardi et al. 2014). Mae hyn yn dangos y bydd y gwahaniaeth albedo oddeutu 5% yn is ar gyfer coetiroedd llydanddail a 10% yn is ar gyfer coetiroedd conifferaidd, o gymharu â glaswelltir. Awgrymodd yr adolygiad wahanuaeth ychydig yn llai ar gyfer cymariaethau rhwng coetiroedd a rhostir, er nad yw'r ffigur ar gyfer y gorchudd llystyfiant hwnnw wedi'i

ddiffinio'n dda. Bydd yr union wahaniaeth yn dibynnu ar wahaniaethau llystyfiant a lleoliad. Mewn hinsoddau cyfandirol a boreal, gall presenoldeb conwydd bytholwyrdd gael effaith sylweddol ar albedo yn y gaeaf a'r gwanwyn o'i gymharu â glaswelltir neu dir wedi'i docio pan fydd eira'n syrthio (oni bai fod yr eira'n cael ei ddal ar ganopi'r coed), a gall ddylanwadu ar amseriad toddi'r eira (e.e. Manninen et al. 2019). Fodd bynnag, mae gan Brydain hinsawdd gefnforol dymherus, ac mae hyd yr eira sy'n sefyll yn fyr (20-40 diwrnod ar gyfartaledd mewn ardaloedd ucheldirol), fel arfer yng nghanol y gaeaf, ac mae'n gostwng wrth i'r hinsawdd gynhesu (Brown 2019; Morison a Matthews 2016 Mae lefel y mewnbwn ymbelydredd ar yr adegau hynny hefyd yn gymharol isel. Felly, er bod yr effaith albedo yn rhan o effaith liniaru net coedwigo ar newid yn yr hinsawdd, yn amgylchiadau Prydain mae'r effaith yn annhebygol o negyddu effaith oeri dal a storio carbon, ac yn llawer llai na'r effaith a amcangyfrifwyd ar gyfer rhanbarthau boreal.

Yn ddiweddar defnyddiwyd sawl model cymharol syml i amcangyfrif yr effaith, ac mae gwaith diweddar ar ddylanwad newid defnydd tir a choedwigo (neu ddatgoedwigo) ar albedo a gorfodi ymbelydrol yn cadarnhau'r effaith gymharol fach mewn amgylchiadau cefnforol Prydain o'i gymharu â rhanbarthau cyfandirol boreal (Jones et al. 2015).

Mae cyfradd twf coetir yn allweddol wrth asesu'r cydbwysedd rhwng effaith cynhesu gostyngiad mewn albedo (o'r llystyfiant gwreiddiol) ac effaith oeri tynnu CO₂ Ar begwn eithaf twf gwael iawn, yna ni fydd mewnlifiad carbon na newid albedo yn fawr. Ar y pegwn arall, bydd cyfraddau twf uchel iawn yn arwain at fewnlifiad carbon cyflym a newid mewn albedo. O ystyried amrywiadau ynghylch twf clwstwr, gellir disgwyl i'r newid mewn albedo gynyddu'n llinol wrth i'r clwstwr dyfu'n orchudd canopi llawn, ac ar ôl hynny dylai albedo aros yn gyson, tra bydd cyfradd dal a storio carbon yn cyrraedd y brig rywbyrd ar ôl hyn, ac yna gallai ostwng. Mae hyn yn awgrymu y gallai fod amser optimaidd ar gyfer cynaeafu, lle mae'r budd net ar ei fwyaf. Fodd bynnag, mae'r budd cyflawn hefyd yn dibynnu ar y patrwm mewnlifiad carbon cyfan gan gynnwys pridd, a'r defnydd dilynol o'r pren gan gynnwys y gymysgedd o gynhyrchion, meintiau a hirhoedledd. Mae rhai papurau wedi edrych ar y fath 'optimeiddio amser' o'r cydbwysedd hwn (gweler e.e. Lutz a Howarth 2015; Lutz et al. 2016; Mykleby et al. 2017).

2.10.3 Effeithiau eraill coedwigo ar yr hinsawdd

Anwedd-drydarthiad

Dylid nodi hefyd nad newid albedo yw'r unig newid sy'n digwydd ar ôl newid defnydd tir. Yn gyffredinol, mae gan goetiroedd gyfraddau uwch o anwedd-drydarthiad (AD) na glaswelltiroedd a chnydau. Mae hyn yn arbennig o wir mewn amgylchiadau tymhorol sychach, lle mae dyfnder gwreiddiau mwy coed yn golygu y gall trydarthiad barhau am gyfnod hwy ar gyfradd uwch. Hyd yn oed mewn amgylchiadau gwlyb, mae coetiroedd fel arfer yn anweddu mwy o ddŵr, oherwydd mae'r canopiau mwy fel arfer yn dal mwy o lawiad na chnydau a glaswelltiroedd, ac mae hyn wedyn yn anweddu'n rhwydd yn ystod ac ar ôl glawiad oherwydd y llif aer gwell. Er nad yw anweddiad mwy o ddŵr yn newid y cydbwysedd ynni *byd-eang* cyffredinol (oherwydd bod y dŵr yn cyddwyso mewn mannau eraill, gan ryddhau'r un faint o wres), gall mwy o leithder yn yr awyr arwain at fwy o gymylau'n ffurfio, gan achosi effaith oeri. Gall

gorchudd coedwig gyfrannu at lawiad mwy lleol neu ranbarthol hyd yn oed, ond mae p'un a yw newidiadau i'r cwmwl a'r glawiad yn digwydd yn dibynnu ar amgylchiadau meteorolegol lleol. Fe wnaeth PRhNH (2019b) adolygu gwaith modelu ar effeithiau datgoedwigo a choedwigo a nododd: "*Mae cytundeb uchel bod coedwigo yng Ngogledd America neu yn Ewrop yn oeri hinsawdd arwyneb yn ystod yr haf, yn arbennig mewn rhanbarthau lle gall argaeledd dŵr gynnal cyfraddau anwedd-drydarthiad mawr. Mewn rhanbarthau tymherus â diffygion dŵr, bydd y newid efelychiadol mewn anwedd-drydarthiad yn dilyn coedwigo yn ddibwys tra bydd yr albedo gostyngedig ar yr arwyneb yn ffafrio cynhesu'r arwyneb*".

Fel y nodwyd yn gynharach, mae newid mewn llystyfiant yn debygol o newid allyriadau COAs o llystyfiant a allai effeithio ar yr hinsawdd. Mae mwy o'r mathau hyn o hydrocarbonau yn cael eu hallyrru i'r atmosffer gan blanhigion na chan weithgareddau dynol, yn arbennig mewn amgylchiadau cynnes (Sharkey et al. 2008). Yn fyd-eang, y rhan fwyaf o'r llif hwn yw'r cyfansawdd isopren (C_5H_8), er bod sawl un arall. Mae coetiroedd conifferaidd yn allyrru monoterpenau yn bennaf ($C_{10}H_{16}$) gyda'u harogleuon nodweddiadol (e.e. pinen). Mae coetiroedd llydanddail (yn dibynnu ar rywogaethau) yn allyrru isopren yn benodol. Mae genera coed tymherus sy'n allyrru isopren yn cynnwys coed derw, poplys, helyg, ewcalyptau, ond mae llawer o rai eraill, a llawer mwy yn y trofannau. Fodd bynnag, mae'n debyg bod amrywiaeth eang ar lefel y rhywogaeth. Yn gyffredinol, mae allyriadau isopren yn gysylltiedig â rhywogaethau planhigion lluosflwydd; nid yw rhywogaethau cynydau yn allyrru isopren, ac nid yw glaswelltau ychwaith. Felly, bydd disodli tiroedd cynydau â rhywogaethau coed sy'n allyrru isopren yn achosi cynnydd mewn crynodiadau isopren (e.e. Ashworth et al. 2012; Rosenkranz et al. 2015). Cynhyrchir COAs gan ddail, coesau, sbwriel a phriddoedd; gall rhai hefyd gael eu torri i lawr gan ficrobau ar yr arwynebau hyn neu ynddynt.

Gall VOCs a allyrrir ocsideiddio'n gyflym yn yr atmosffer a gallant arwain at ffurfio osôn troposfferig (O_3) yn arbennig lle mae llygredd aer yn arwain at grynodiadau NO_x uchel. Yn ogystal, mae COAs hefyd yn dylanwadu ar oes atmosfferig y methan NTG cryf (CH_4) trwy eu hadweithiau gyda'r radical hydrocsyl (OH), sydd fel arall yn ffurfio mecanwaith allweddol ar gyfer tynnu CH_4 . Gall COAs hefyd fod yn gysylltiedig â ffurfio aerosolau organig eilaidd (AOEs). Mae'r aerosolau hyn yn cynhyrchu'r tes glas a welir yn aml mewn tirweddau â llystyfiant; mae monoterpenau yn fwy effeithiol nag isopren o ran ffurfio tes glas. Mae AOEs yn gwasgaru neu'n amsugno ymbelydredd solar, felly gallant gael effeithiau oeri a chynhesu uniongyrchol, ond nid yw eu priodweddau ymbelydrol wedi'u nodweddu'n dda. Y farn bresennol yw eu bod yn cael effaith gorfodi ymbelydrol negyddol uniongyrchol yn ôl pob tebyg (h.y. oeri) (e.e. Scott et al. 2014), er y bydd dadansoddiad ar gyfer 6ed Asesiad y PRhNH sydd ar ddod yn rhoi golwg fwy diweddar. Fodd bynnag, gall AOEs dyfu wedyn i ffurfio cnewyll cyddwysiad cymylau (CCN). Gall meintiau COA uwch gyfrannu at dwf gronynnau aerosol cyflymach ac felly twf CCC, a allai arwain at ffurfio cymylau, fel eu bod yn cyfrannu at orfodi ymbelydrol negyddol anuniongyrchol. Dim ond ychydig o ddadansoddiadau o'r rhyngweithiadau cymhleth hyn sy'n bodoli. Mewn un, fe wnaeth Spracklen et al. (2008) ddangos bod cynhyrchu COA sy'n gysylltiedig â choetiroedd boreal mewn amgylchiadau cynhesach wedi cynyddu cymylau ac wedi arwain at oeri (gorfodi ymbelydrol negyddol), ond mewn amgylchiadau oerach roedd dylanwad eira-albedo yn dominyddu, gan arwain at amgylchiadau cynhesach gyda choetiroedd.

Mae astudiaethau modelu mwy diweddar wedi awgrymu bod effaith oeri anuniongyrchol aerosolau yn sylweddol (Scott et al. 2014 & 2018).

Erosolau biogenig cynradd

Mae coetiroedd a llystyfiant arall hefyd yn cynhyrchu "aerosolau biogenig cynradd" - malurion planhigion, sborau, paill, llwch pridd ac ati, a allai fod â rôl wrth ffurfio cymylau a gorfodi ymbelydrol, er mai ychydig iawn sy'n hysbys ac nid yw'n eglur sut mae'r meintiau neu'r nodweddion yn wahanol rhwng defnyddiau tir â llystyfiant. Mae tanau coedwig a thanau gwyllt eraill yn cynhyrchu aerosolau a all gyfrannu gorfodi ymbelydrol negyddol (Landry & Ramankutty 2015), ond mae cynhyrchu carbon du yn cael effaith orfodi gadarnhaol.

Er bod sawl papur wedi cydnabod yr angen i gynnwys dylanwad ychwanegol gwahaniaethau mewn allyriadau CO₂, prin y ceisiwyd newidiadau mewn AD a'r effeithiau eraill a ddisgrifir uchod, gan gymryd y cam nesaf i amcangyfrif eu heffeithiau cyfun, a bydd y canlyniadau'n ddibynnol iawn ar leoliad ac amgylchiadau penodol.

2.10.4 Asesiad cyffredinol o effeithiau nad ydynt yn CO₂ a nad ydynt yn NTG

Gellir crynhoi'r ddealltwriaeth gyffredol o effeithiau cyfun dal a storio carbon mewn coetiroedd a'r ffactorau a ystyrir yn yr adran hon sy'n deillio o goedwigo yn *ansoddol* fel a ganlyn:

1. Mwy o amsugno CO₂ (dal a storio carbon), gan arwain at oeri (a dderbynnir yn dda)
2. Llai o albedo, gan adlewyrchu llai o olau haul, a thrwy hynny'n cyfrannu at gynhesu (a dderbynnir yn dda)
3. Mwy o allyriadau CO₂, felly'n cynyddu aerosolau a ffurfiant cymylau, sy'n adlewyrchu mwy o ymbelydredd solar, ac felly mae ganddo ddylanwad oeri (tystiolaeth sy'n gwrthdaro)
4. Mwy o anwedd-drydarthiad, mwy o orchudd cymylau a chyfrannu at oeri (a dderbynnir yn dda).

Gall y ddau gyntaf fod yn effeithiau sylweddol, er bod y newid yn albedo yn ôl pob tebyg yn effaith fach yn amgylchiadau Prydain, tra bod y ddau olaf yn ôl pob tebyg yn llai, ond yn llawer anoddach i'w meintoli gan y byddant yn dibynnu ar raddfa, rhywogaethau a hinsawdd leol a rhanbarthol. Dylid nodi mai dim ond yr effaith gyntaf sydd wedi'i chynnwys mewn cytundebau adroddiadau ar allyriadau rhyngwladol a chytundebau ar gyfer lleihau allyriadau.

Mae dau bapur diweddar (Luyssaert et al. 2018; Grassi et al. 2019) wedi ystyried effeithiau ffactorau hinsawdd bioffisegol ochr yn ochr ag effeithiau CO₂ ac NTG nad ydynt yn CO₂, ond maent wedi dod i gasgliadau ychydig yn wahanol. Mae'r ddau ohonynt yn cytuno bod effeithiau bioffisegol opsiynau rheoli coedwigoedd yn gymhleth, yn anodd eu meintoli ond y gallant fod o faint sylweddol. Y casgliad mae Luyssaert et al. yn ei gyrraedd yw bod defnyddio coedwigoedd Ewrop i gyflawni lliniaru'r hinsawdd yn golygu cyfnewid rhwng dalfa garbon ac effeithiau bioffisegol ac felly "ni ddylai Ewrop ddibynnu ar reoli coedwigoedd i liniaru newid yn yr hinsawdd". Mae Grassi et al. yn fwy arlliwiedig ac yn dod i'r casgliad bod "effaith net fioffisegol

flynyddol yr hinsawdd ar reoli coedwigoedd yn Ewrop yn parhau i fod yn fwy ansicr na'r effaith CO₂net, fodd bynnag “*mae'r effeithiau tymhorol a lleol yn llai ansicr ac yn fwy perthnasol*”. Mae Grassi et al. (2019) felly yn dod i'r casgliad bod casgliadau Luysaert et al. (2018) yn gynamserol ac y dylai gwledydd asesu effeithiau bioffisegol lleol gwahanol senarios rheoli coedwigoedd sy'n galw am ddatblygu offer hygyrch.

Mae Grassi et al. (2019) yn ystyried ei fod yn bwysig nodi'r gymysgedd gwlad-benodol o warchod a/neu wella'r ddalfa a defnyddio mwy o bren i amnewid ynni a deunydd i leihau allyriadau NTG. Er y gallai effeithiau bioffisegol wrthweithio'r buddion y gellir eu cyflawni, mae Grassi et al. yn argymhell na ddylai hyn rwystro strategaethau rheoli coedwigoedd sy'n ceisio cyflawni'r buddion NTG hyn sydd wedi'u meintioli'n well, neu gael gwared ar anghymhellion i or-ddefnyddio adnoddau coedwigoedd, gan ddi-hysbyddu'r ddalfa garbon presennol o bosibl. Fodd bynnag, mae'n bwysig bod effeithiau bioffisegol rheoli coedwigoedd yn cael eu hystyried mewn polisïau cenedlaethol.

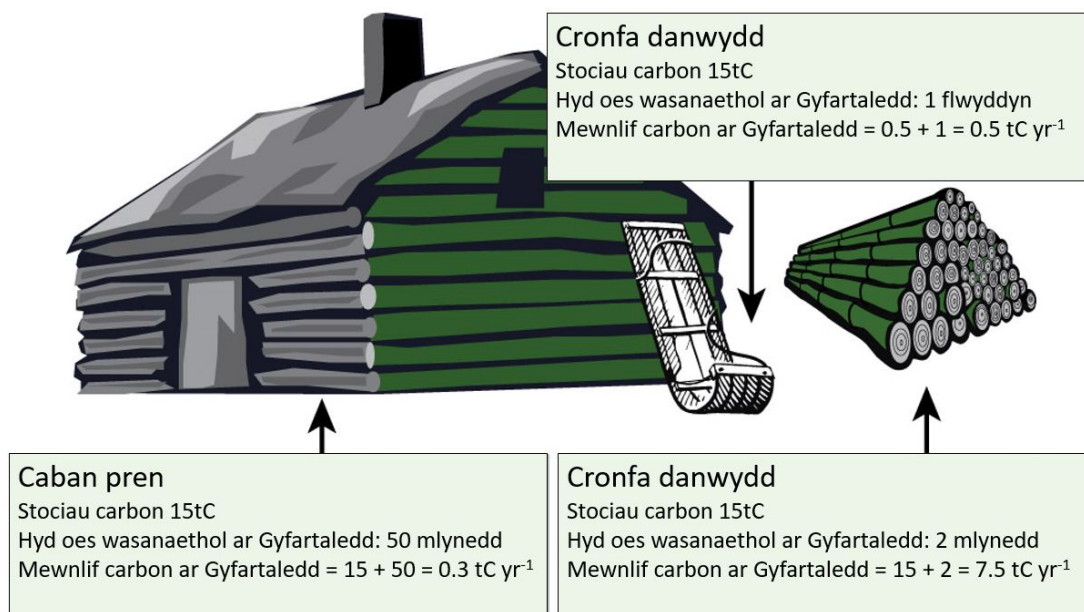
2.11 Dynameg carbon cynhyrchion pren

Mae cynhyrchion pren yn cynrychioli cronfa (neu “bwl”) o garbon sydd wedi'i ddal a'i storio o'r atmosffer yn wreiddiol gan goetiroedd. Mae'n dilyn, pan fydd coed yn cael eu torri i lawr, nad yw'r holl garbon yn y coed yn cael ei ryddhau ar unwaith. Yn hytrach, gohirir rhyddhau'r carbon yn ôl i'r atmosffer, am y cyfnod y mae'r gwahanol gynhyrchion pren yn cael eu defnyddio (h.y. ar gyfer hyd “bywydau gwasanaeth” y gwahanol gynhyrchion). Gellir cadw hyd yn oed rhywfaint o bren a ddefnyddir fel tanwydd am 1 neu 2 flynedd cyn ei losgi, tra gall rhai cynhyrchion pren, megis pren adeiladu, barhau i gael eu defnyddio am ddegawdau lawer. O ran dynameg stoc carbon coetiroedd, y rôl hon sydd gan gynhyrchion pren o ohirio dychwelyd i'r atmosffer o garbon sydd wedi'i ddal a'i storio yn wreiddiol gan goed sy'n allweddol. Gellir nodi na fyddai angen ystyried rôl cynhyrchion pren mewn dynameg stoc carbon coetiroedd, oni bai am y rôl hon. (Fodd bynnag, mae effeithiau eraill a allai fod yn gysylltiedig â defnyddio cynhyrchion pren a fyddai'n dal yn bwysig eu hystyried, fel y'i trafodwyd yn Adran 2.12.)

Mae'r ddealltwriaeth hon o rôl cynhyrchion pren mewn cydbwyseddau stoc carbon yn cael ei deall yn dda a'i derbyn yn eang ond gall arwain at rywfaint o ddryswch ynghylch y goblygiadau ynghylch y defnydd gorau o bren sydd wedi'i gynaeafu. Er enghraifft, casgliad a dynnir yn aml yw mai'r ffordd orau o ddefnyddio pren sydd wedi'i gynaeafu yw cynhyrchion hirhoedlog yn hytrach na chynhyrchion byrhoedlog (gweler, er enghraifft, Eriksson et al. 2007; Brunet-Navarro et al. 2017; Nabuurs et al. 2018). Er bod rhywfaint o ddilysrwydd yn sicr i syniad o'r fath, mae'n bwysig deall goblygiadau llawn dilyn ymyriadau yn y sector cynhyrchion pren fel yr awgrymir yma. Yn y cyd-destun hwn, rhaid cydnabod bod dynameg carbon mewn cynhyrchion pren yn sylfaenol wahanol i ddynameg coetiroedd, sbwriel a phridd, fel y'i dangosir yn yr enghraifft isod.

Mae Ffigur 2-5, a ailadroddir o Matthews et al. (2007), yn dangos cynrychiolaeth symlach o'r stociau a'r llifau carbon mewn cynhyrchion pren sy'n dangos effeithiau posibl gweithgareddau dynol. Rhagdybir bod pren yn cael ei gynaeafu o goetir i gynnal tri chynnyrch pren: caban pren, sled a chronfa wrth gefn o foncyffion tanwydd.

Cymerir bod pob cynnyrch yn cynnwys stoc gyfartalog flynyddol o garbon mewn pren: 15 tonnell o garbon (tC), 0.5 tC a 15 tC yn y drefn honno (gan ragdybio bod stociau boncyffion tanwydd yn cael eu hail-lenwi unwaith y flwyddyn a bod eu defnydd yn llinol trwy'r flwyddyn). Mae gan bob cynnyrch oes gwasanaeth cyfartalog (50 mlynedd, 1 flwyddyn a 2 flynedd, yn y drefn honno), fel y'i pennir gan ocsideiddio, athreuliad ac, efallai'r un a ddeallir leiaf, ffasiwn. Mae'n dilyn trwy ddefnyddio rhifydddeg syml, er mwyn cynnal y stociau carbon hyn, mae angen mewnlifiad carbon cyfartalog mewn pren ar bob cynnyrch: 0.3 tC bl⁻¹, 0.5 tC bl⁻¹ a 7.5 tC bl⁻¹, yn y drefn honno, fel y'i dangosir yn y ffigur. Cyn belled â bod y stoc (h.y. y gofyniad am gynnyrch penodol) yn ddigyfnewid, rhaid cydbwysu'r all-lif blynyddol cyfartalog â'r mewnlif blynyddol cyfartalog ac, i'r gwrthwyneb, os yw'r mewnlif blynyddol cyfartalog yn hafal i'r all-lif blynyddol cyfartalog, mae'r stoc yn ddigyfnewid.



Ffigur 2-5 Mae caban pren, sled, a stoc o bren tanwydd yn dangos y perthnasoedd ymhlith stociau carbon, llifau, a bywydau gwasanaeth cynhyrchion pren. Ar ôl Matthews et al. (2007).

Mae Ffigur 2-5 yn dangos bod amrywiaeth fawr o gynhyrchion pren a bod maint y stoc a hyd bywyd gwasanaeth yn benderfyniadau annibynnol (e.e. mae'n bosibl dewis cael stociau mawr â bywydau gwasanaeth byr, stociau mawr â bywydau gwasanaeth hir, stociau bach sydd â bywydau gwasanaeth byr), ond y bydd y penderfyniadau ar stociau a bywydau gwasanaeth yn pennu'r cyfraddau llif o goedwigoedd i gynhyrchion ac i'w gwaredu. Efallai na fydd cynyddu bywyd gwasanaeth cynnyrch penodol yn cynyddu'r stoc ond gallai ostwng y mewnlif a'r all-lif blynyddol cyfartalog yn unig. Yn yr un modd, gall cynyddu'r mewnlif leihau'r bywyd gwasanaeth yn unig (e.e. os yw cyflenwad cynnyrch penodol yn fwy na'r galw, gall ei bris ostwng i'r pwynt lle gall pobl newid y cynnyrch yn amlach na'r hyn a awgrymir gan ei fywyd gwasanaeth llawn posibl). Yr unig ffordd i gynyddu'r stoc carbon mewn cabanau pren, slediau neu gronfeydd tanwydd yw cynyddu nifer y cabanau neu'r slediau neu faint y cronfeydd tanwydd. Wrth gynnal a chadw'r caban pren, y sled a'r

gronfa tanwydd, rhaid i'r mewnlif blynyddol cyfartalog o garbon beidio â bod yn fwy na chynhyrchedd y coetir, fel arall byddai stociau carbon y coetir yn cael eu dihsbyddu dros amser.

Mae'r dadansoddiad uchod yn awgrymu'r casgliadau dilynol ynghylch rolau posibl cynhyrchion pren fel elfen o ddynameg stoc carbon mewn coetiroedd:

- Mae stociau carbon mewn cynhyrchion pren yn cynyddu (ac mae carbon ychwanegol yn cael ei ddal a'i storio) os yw mwy o gynnyrch pren penodol yn cael ei ddefnyddio (ac mewn defnydd) ar unrhyw adeg, o'i gymharu â lefelau defnydd blaenorol; mae hyn yn wir ni waeth a yw'r cynnyrch yn gymharol hirhoedlog neu fyrhoedlog.
- Os cynyddir y defnydd o gynhyrchion hirhoedlog, mae hyn yn debygol o gynnwys gofynion is ar gyfer pren sydd wedi'i gynaeafu o'i gymharu â chynyddu'r defnydd o gynhyrchion byrhoedlog (oherwydd dylai fod angen amnewid y cynhyrchion hirhoedlog yn llai aml), er y bydd hyn hefyd yn dibynnu ar ffactorau eraill (e.e. cyfanswm y pren sy'n ofynnol i wneud gwahanol fathau o gynhyrchion). Mae gofynion is ar gyfer pren yn awgrymu llai o ofynion ar gyfer cynaeafu mewn coetiroedd, a fydd yn arwain at ganlyniadau ar gyfer stociau carbon coetir (gweler Adranau 3.3 a 4.5).

Nid yw'r casgliadau eithaf cynnil hyn yn glŷn â rôl cynhyrchion pren bob amser yn cael eu cydnabod. Serch hynny, mae'r casgliadau hyn yn dal i awgrymu rôl ar gyfer cynhyrchion pren fel cronfa o garbon sydd wedi'i ddal a'i storio, gyda rôl benodol ar gyfer cynhyrchion hirhoedlog. Mae hyn yn awgrymu y dylid ystyried ehangu'r defnydd o gynhyrchion o'r fath, er enghraifft yn y sector adeiladu. Mae pwysigrwydd ail-ddefnyddio, ail-bwrpasu ac ailgylchu cynhyrchion pren (waeth beth fo'u bywydau) hefyd yn amlwg, fel ffordd o ymestyn yr amser y cedwir carbon mewn pren sydd wedi'i gynaeafu allan o'r atmosffer mewn cynhyrchion.

Fodd bynnag nid yw'r darluniad yn Ffigur 2-5 a'r dadansoddiad uchod yn adrodd y stori lawn am effeithiau posibl cynhyrchion pren ar allyriadau NTG. Nid yw'r dadansoddiad yn disgrifio, er enghraifft, faint o danwydd a ddefnyddiwyd ar gyfer y llif gadwyn a dorrodd y boncyffion neu'r trÿc a'u cludodd; ac nid yw'n ystyried pa fath o gaban fyddai wedi'i adeiladu pe na byddai coed wedi cael eu cynaeafu i gynhyrchu boncyffion na sut y byddai'r caban yn cael ei gynhesu yn absenoldeb pren tanwydd (gweler Adran 2.12).

2.12 Effeithiau traws-sectoraidd cynhyrchion pren

Fel y trafodwyd yn yr adran flaenorol, pan benderfynir gweithgynhyrchu cynnyrch penodol o bren, mae gan hyn ganlyniadau i'r stociau carbon a newidiadau stoc ym mhwl carbon y cynhyrchion pren (a hefyd ar gyfer stociau carbon a newidiadau stoc yn y coetiroedd lle cynaeafir y pren i weithgynhyrchu'r cynnyrch). Fodd bynnag, nid yw hyn yn adrodd y stori lawn am effeithiau posibl penderfyniad o'r fath ar allyriadau NTG. Mae penderfyniad i wneud a defnyddio cynnyrch pren hefyd yn awgrymu:

- Mae'r opsiwn o leihau (neu osgoi) defnyddio'r cynnyrch penodol wedi'i ddiystyru

- Ni ddilynwyd yr opsiwn o weithgynhyrchu'r cynnyrch o ryw ddeunydd arall.

Mae'r dewisiadau hyn hefyd yn cael effeithiau ar allyriadau NTG.

Yn gyffredinol, mae'n anodd rhagweld yn fanwl yr effeithiau hyn sy'n cael eu cyfryngu gan y farchnad ar allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â defnyddio cynhyrchion pren ond maent yn ffenomen go iawn ag effeithiau a allai fod yn sylweddol. Er enghraifft, tybiwch y byddai penderfyniad polisi yn cael ei wneud o fewn gwlad neu ranbarth i annog newid rheolaeth coetiroedd yn y rhanbarth er mwyn gwella dal a storio carbon, ar draul llai o gynhyrchu pren (o'i gymharu â lefelau hanesyddol). Yna mae i bob pwrpas yn anochel y bydd un o dri chanlyniad (neu ryw gyfuniad) yn digwydd:

1. Bydd angen cwatogi ar rai gweithgareddau economaidd-gymdeithasol a wneir gan ddefnyddwyr presennol y pren a gynhyrchir o'r coetiroedd (e.e. efallai y bydd angen llai o godi adeiladau newydd a/neu lai o waith cynnal a chadw ar adeiladau presennol)
2. Bydd defnyddwyr presennol y pren a gynhyrchir gan y coetiroedd yn defnyddio mwy o bren a gyflenwir o ardaloedd coetiroedd eraill, h.y. bydd effeithiau ar stociau carbon coetiroedd o ganlyniad i gynaeafu coed yn cael eu trosglwyddo i goetiroedd mewn lleoliadau eraill, a allai fod yn ôl yr un safonau stiwardiaeth â'r coetiroedd yn y rhanbarth sy'n ei ddefnyddio neu beidio.
3. Bydd defnyddwyr presennol y pren a gynhyrchir gan y coetiroedd yn defnyddio mwy o adnoddau eraill nad ydynt yn bren yn ei le.

Mae'r holl ganlyniadau posibl hyn yn awgrymu newidiadau mewn allyriadau NTG.

Fel arfer, amcangyfrifir effeithiau posibl newidiadau ymylol yn lefelau cynhyrchu cynhyrchion pren ar allyriadau NTG trwy gymharu allyriadau NTG cynnyrch amgen nad yw'n bren ag allyriadau'r cynnyrch pren, a mynegi'r canlyniad fel cymhareb mewn perthynas â swm uned o gynnyrch pren, er mwyn deillio "ffactor dadleoli allyriadau". Felly, cyfrifir hyn fel:

$$\text{Ffactor dadleoli allyriadau} = \frac{\text{Allyriadau NTG i weithgynhyrchu cynnyrch cyfatebol nad yw'n bren}}{\text{Allyriadau NTG i weithgynhyrchu cynnyrch pren penodol}} \times \text{Màs y pren mewn cynnyrch pren}$$

(Sylwch fod fformiwleiddio'r hafaliad uchod yn rhagdybio nad yw'r cynnyrch nad yw'n bren yn cynnwys unrhyw bren fel elfen o'i weithgynhyrchu.)

Yn gyffredinol, mynegir yr allyriadau NTG yn yr hafaliad uchod mewn unedau o dunelli sy'n cyfateb i garbon (tC-eq.) a mynegir màs y pren mewn unedau o dunelli o garbon (h.y. cynnwys carbon y pren sy'n cyfansoddi'r cynnyrch, ag unedau tC Felly, mae ffactorau dadleoli allyriadau yn aml yn cael eu hadrodd ag unedau tC-eq. tC⁻¹).

Er enghraifft, byddai ffactor dadleoli allyriadau ar gyfer cynnyrch pren o 1.5 tC-eq. tC⁻¹ yn awgrymu:

- Naill ai mae 1 dunnell o garbon o gynhyrchu "ychwanegol" o gynnyrch pren penodedig yn arwain at ddadleoli (neu "arbed") 1.5 tC-eq. o allyriadau NTG a

fyddai wedi bod yn gysylltiedig â gweithgynhyrchu cynnyrch cyfatebol nad yw'n bren

- Neu mae 1 dunnell o garbon o gynhyrchu "llai" o gynnyrch pren penodedig yn arwain at gynnydd o 1.5 tC-eq mewn allyriadau NTG o ganlyniad i weithgynhyrchu cynyddol o gynnyrch cyfatebol nad yw'n bren.

Cyfeiriad allweddol wrth amcangyfrif ffactorau allyriadau o'r fath fu adolygiad Sathre ac O'Connor (2010), sydd wedi awgrymu gwerth generig ar gyfer ffactor dadleoli allyriadau ar gyfer cynhyrchion pren o 2.1 tC-eq. tC⁻¹. Fodd bynnag, mae adolygiad mwy diweddar (Leskinen et al. 2018), sy'n ymdrin ag ystod ehangach o gynhyrchion pren, yn nodi gwerth is o 1.2 tC-eq. tC⁻¹. Mae Leskinen et al. yn awgrymu mai'r prif resymau dros y gwahaniaethau yw cynnwys nifer fwy o astudiaethau a chynhyrchion mwy amrywiol yn yr adolygiad mwy diweddar, a gwahaniaethau methodolegol rhwng astudiaethau unigol. Mae'r ddau adolygiad yn nodi bod amcangyfrifon o ffactorau dadleoli allyriadau NTG a gynhyrchir gan wahanol astudiaethau yn dangos amrywioldeb sylweddol.

Mae ffactorau allyriadau NTG ar gyfer cynhyrchion ynni bio-màs prenaidd solet (e.e. sglodion a phelenni pren) yn gyffredinol is na'r gwerth generig ar gyfer cynhyrchion deunydd a awgrymir uchod. Mae cyfrifiadau yn seiliedig ar ddata a chanlyniadau a gyflwynwyd yn Matthews et al. (2014b, gweler Tabl 1.1) a Matthews et al. (2015, gweler Tablau 5.3 a 5.4) yn awgrymu ffactorau dadleoli allyriadau NTG ar gyfer pelenni coed sydd yn yr ystod 0.4 i 1.1 tC-eq. tC⁻¹. Mae'r amrywioldeb yn y ffactor yn dibynnu ar y math o danwydd ffosil sy'n cael ei ddadleoli ac effeithlonrwydd y gadwyn gyflenwi ar gyfer pelenni coed.

Mae'n bwysig iawn amlygu nad yw'r ffactorau allyriadau NTG ar gyfer cynhyrchion pren a drafodir yn yr adran hon yn cynnwys unrhyw lwfansau ar gyfer effeithiau ar stociau carbon neu newidiadau stoc carbon mewn ardaloedd coetiroedd, o ganlyniad i gynaeafu cynyddol neu ostyngol sy'n gysylltiedig â newidiadau yn y cyflenwad o gynhyrchion. Pan yw allyriadau CO₂ yn digwydd o ganlyniad i newidiadau stoc carbon mewn coetiroedd, sydd yn ei dro yn deillio o reoli ar gyfer cynhyrchu mwy o bren, cyfeirir at hyn yn aml fel "dyled carbon" (gweler er enghraifft Searchinger et al. 2009; Zanchi et al. 2010). Mae effeithiau o'r fath ar newidiadau stoc carbon hefyd yn berthnasol wrth ystyried effeithiau newidiadau yn y cyflenwad o gynhyrchion pren materol. Yn gyffredinol, wrth asesu gwahanol opsiynau ar gyfer rheoli coetiroedd i gefnogi ymdrechion i liniaru newid yn yr hinsawdd sy'n cynnwys newidiadau yn lefelau'r cyflenwad o gynhyrchion pren, mae angen caniatáu ar gyfer yr effeithiau hyn yn ychwanegol at y rhai a gynrychiolir gan ffactorau dadleoli allyriadau NTG syml ar gyfer cynhyrchion pren.

Rhaid rhoi gair pellach o rybudd mewn perthynas â rhagdybiaethau ynghylch dadleoli allyriadau NTG a gyflawnir trwy ddefnyddio cynhyrchion pren, gan gynnwys tanwydd coed. Efallai y bydd yn bosibl ac yn amddiffynadwy gwneud rhagdybiaethau rhesymol ynghylch y mathau o nwyddau y mae cynhyrchion pren yn eu dadleoli o dan amodau cyfredol (e.e. tanwydd ffosil, trydan grid a chynhyrchion wedi'u gwneud o ddur, plastig neu goncrit gan ddefnyddio prosesau gweithgynhyrchu cyfredol). Fodd bynnag, mae hyn yn dod yn fwy heriol po bellach y gwneir yr amcanestyniadau tua'r dyfodol. Gan dybio y gwneir ymdrechion i ddatgarboneiddio ar draws yr holl sectorau economaidd, gellir disgwyl y bydd yr allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â

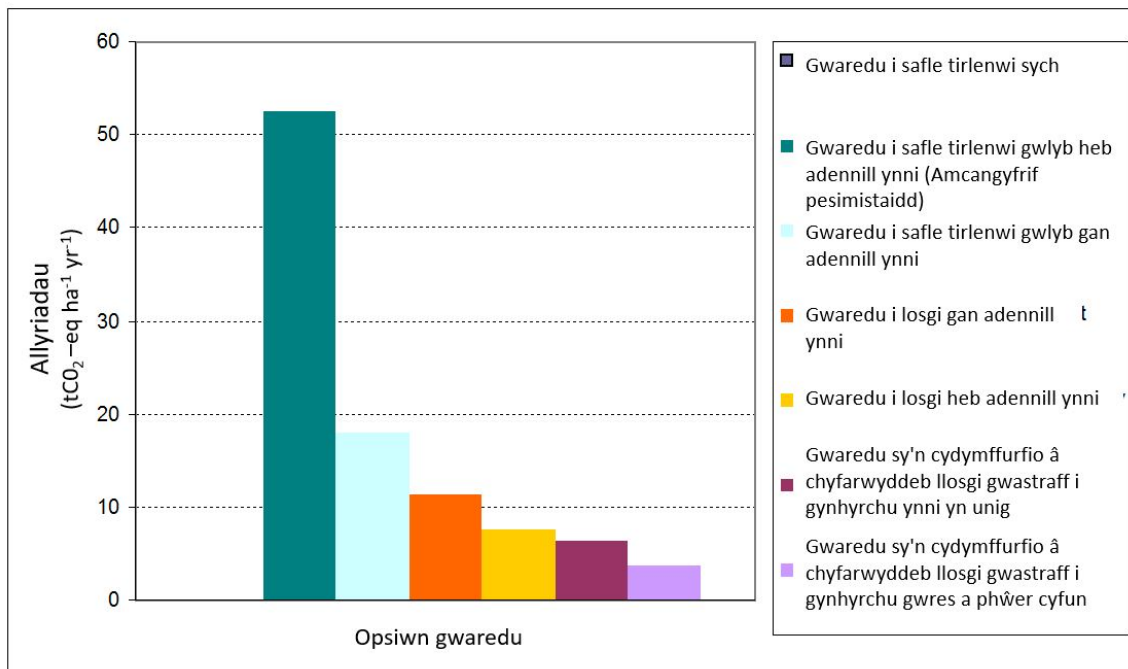
gweithgynhyrchu cynhyrchion nad ydynt yn bren yn lleihau yn y dyfodol. Ymhellach, mae'r defnydd o danwydd ffosil yn debygol o ostwng yn sylweddol yn y dyfodol, gan dybio y bydd cronfeydd tanwydd ffosil yn cael eu dihyssbyddu, os nad am unrhyw reswm arall. Mae hyn yn amlygu'r ansicrwydd uchel iawn y dylid ei gysylltu ag amcangyfrifon o allyriadau NTG a ddadleolir gan danwydd pren a chynhyrchion pren yn y tymor hwy. Ymhlith goblygiadau'r pwynt hwn, mae hyn yn pwysleisio gofyniad i'r sectorau coedwigaeth a phrosesu pren leihau allyriadau NTG a ddaw o reoli coetiroedd a chadwyni cyflenwi cynhyrchion pren (gan gynnwys y rhai a gyfrannir gan newidiadau stoc carbon mewn coetiroedd).

2.12.1 Allyriadau NTG ar ddiwedd oes cynhyrchion pren

Ar gyfer cynhyrchion pren materol, gall allyriadau NTG, wrth eu gwaredu ar ddiwedd oes, gan gynnwys y rhai sy'n gysylltiedig â rhyddhau'r carbon sydd wedi'i gynnwys yn gorfforol yn y pren, fod yn sylweddol gan ddangos dibyniaeth gref ar y dull o waredu, fel y dangosir yn Ffigur 2-6. Mae'r canlyniadau yn Ffigur 2-6, a ailadroddir o Matthews et al. (2014a), yn dangos yr allyriadau NTG sy'n deillio o waredu cynhyrchion pren a gyflenwir gan goetiroedd conifferaidd o oed gwastad a reolir sy'n cynrychioli amgylchiadau'r DU, gan ystyried rheoli a chynhyrchiant coedwigoedd dros gyfnod o 100 mlynedd. Rhagdybir bod y pren sydd wedi'i gynaeafu yn cael ei ddefnyddio'n bennaf i gynhyrchu pren strwythurol a byrddau gronnynau. Cynhwysir allyriadau ar ffurf NTG nad ydynt yn CO₂ (yn benodol methan), lle mae'n berthnasol.

Mae'r canlyniadau yn Ffigur 2-6 yn dangos allyriadau NTG blynyddol a ddaw o waredu cynhyrchion pren a gyflenwir o 1 hectar tybiannol o goetir dros y cyfnod o 100 mlynedd, ac felly mae ganddynt unedau tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹.

Mae gwaredu i safleoedd tirlenwi sych yn arwain at allyriadau NTG isel iawn yn ddamcaniaethol ond mae hon hefyd yn senario annhebygol; prin yw'r safleoedd tirlenwi sych, os o gwbl, yn y DU. Ar wahân i safleoedd tirlenwi sych, mae'r allyriadau NTG absoliwt isaf a gyfrifir yn deillio o adfer ynni mewn ffatrioedd sy'n cydymffurfio â'r Gyfarwyddeb Llosgi Gwastraff (CLIG), naill ai ar gyfer pŵer yn unig (tua 6 tCO₂-eq. ha⁻¹ yr⁻¹) neu ar gyfer cynhyrchu Gwres a Phwer Cyfun (CHP) (tua 4 tCO₂-eq. ha⁻¹ yr⁻¹). Mae'r allyriadau NTG damcaniaethol uchaf yn deillio o waredu pren gwastraff i safleoedd tirlenwi gwlyb, yn arbennig yn yr achos pan nad yw ynni'n cael ei adfer (tua 50 tCO₂-eq. ha⁻¹ yr⁻¹). Mae amcangyfrifon o allyriadau methan a ddaw o waredu pren i safleoedd tirlenwi yn ansicr iawn. Dylid nodi hefyd bod adfer ynni o nwy safleoedd tirlenwi yn cael ei ymarfer yn aml ond nid yn gyffredinol.



Ffigur 2-6 Enghreifftiau o allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â gwaredu cynhyrchion pren solet ar ddiwedd oes. Mae'r canlyniadau wedi'u seilio ar yr un senario sy'n cynnwys cyflenwad pren o goetiroedd conifferaidd sy'n nodweddiadol o amgylchiadau'r DU, gan ystyried cyfnod o 100 mlynedd. Dangosir canlyniadau ar gyfer gwahanol opsiynau gwaredu. Mae allyriadau o ganlyniad i waredu i safleoedd tirlenwi sych yn fach ac nid ydynt yn cofrestru yn y graff. Ar ôl Matthews et al. (2014a).

2.13 Dal a storio neu amnewid?

Mae pryder canolog wrth ystyried rheolaeth bosibl ar goetiroedd ar gyfer dal a storio carbon yn deillio o'r ffaith bod yr adnodd carbon a gyfansoddir gan fio-màs coetir yn gwneud dau gyfraniad cyferbyniol o ran lliniaru newid yn yr hinsawdd:

1. Fel sy'n amlwg o'r rhan fwyaf o'r drafodaeth yn yr atodiad hwn ac o'r wybodaeth ychwanegol yn Atodiad A1, mae'r stociau carbon mewn bio-màs coetiroedd, sbwriel a phridd yn cynrychioli cronfa naturiol o garbon sydd wedi'i ddal a'i storio o'r atmosffer. Mewn egwyddor, gellid "rheoli" y broses hon o ddal a storio carbon.
2. Fel y trafodwyd yn Adrannau 2.11 a 2.12, gellir cynaeafu a defnyddio bio-màs coetiroedd i gynhyrchu ystod o gynhyrchion pren solet (e.e. pren wedi'i lifio, paneli pren, cerdyn a phapur) sydd hefyd yn cynrychioli cronfa o garbon sydd wedi'i ddal a'i storio (er, gellir dadlau, bod hon yn gronfa dros dro yn bennaf) a gellir ei defnyddio yn lle (h.y. i "amnewid" am neu "ddadleoli") deunyddiau nad ydynt yn bren sy'n ddwys o ran NTG; gall pren a gynaeafir i'w ddefnyddio fel tanwydd ddisodli ffynonellau ynni ffosil.

Mae sawl mater allweddol yn codi o'r ffaith y gall rheoli coetiroedd wneud y ddau gyfraniad hyn. Yn gyntaf oll, mae'n dilyn y gellir rheoli coetiroedd i warchod neu wella stociau carbon a/neu gynhyrchu cynhyrchion pren i ddisodli deunyddiau NTG-ddwys a thanwydd ffosil. Mae rhai sefyllfaoedd penodol lle gall ymdrechion i gynyddu'r cyflenwad o gynhyrchion pren hefyd gynnwys stociau carbon cynyddol (gweler Adran

3). Yr enghraifft fwyaf amlwg yw pan fydd tir nad yw'n goetir â stociau carbon cychwynol isel yn cael ei drosi'n goetir trwy weithgareddau coedwigo. Mewn sawl sefyllfa, fodd bynnag, mae cyfaddawd o ran stociau carbon (ac allyriadau NTG canlyniadol) rhwng gweithgareddau sydd â'r nod o echdynnu pren er mwyn cynhyrchu cynhyrchion pren, a gweithgareddau sydd â'r nod o gynnal neu wella stociau carbon o fewn coetiroedd. Yn y bôn, mae ceisio gwella un o ddau gyfraniad coetiroedd at liniaru newid yn yr hinsawdd yn tueddu i weithredu mewn gwrthwynebiaeth i'r swyddogaeth arall, ac o ganlyniad mae cyfaddawd rhyngddynt.

Wrth ystyried opsiynau ar gyfer rheoli ardaloedd coetiroedd i gynyddu'r cyflenwad o gynhyrchion pren wrth gynnal stociau carbon, gallai fod yn briodol ystyried y potensial ar gyfer "pecyn" o fesurau a wneir mewn poblogaeth o glystyrau fesul safle ar draws graddfeydd mawr. (Nabuurs et al. 2008, 2018). Gallai hyn gynnwys, er enghraifft, rhaglen reoli systematig a chydlynol ar draws ardaloedd coetiroedd sy'n cynnwys cyfuniad o gynaeafu cynyddol mewn rhai ardaloedd, cadwraeth neu gyfoethogi stociau carbon mewn ardaloedd eraill, ac o bosibl hefyd greu ardaloedd coetiroedd newydd. Ar hyn o bryd, prin fu'r archwilio o'r potensial ar gyfer datblygu pecyn o'r fath ar gyfer gwlad neu ranbarth arwyddocaol. Byddai ymarfer o'r fath yn galw am dystiolaeth ar yr effeithiau cyffredinol amcangyfrifedig ar allyriadau NTG o wahanol opsiynau ar gyfer rheoli coetiroedd, sy'n berthnasol i'r rhanbarth neu'r wlad. Dyma brif bwrpas yr asesiad yn Adrannau 3 a 4 (gweler hefyd Adrannau 5.1 a 5.2).

2.14 Newid defnydd tir (anuniongyrchol) wedi'i gyfryngu gan y farchnad (iLUC)

Mae ffenomen iLUC wedi'i chyflwyno gan rai gwyddonwyr a sylwebyddion fel dylanwad allweddol ar effeithiau NTG cyffredinol a ddaw o rai opsiynau ar gyfer defnydd tir a rheoli tir gyda'r nod o liniaru allyriadau NTG. (Searchinger et al. 2008; Fargione et al. 2008; Al-Riffai et al. 2010; Kim a Dale 2011; Pena et al. 2011). Mae trafodaethau'n tueddu i fod ar y sector amaethyddol ac yn benodol effeithiau posibl trosi tir a ddefnyddir i gynhyrchu bwyd i gynhyrchu cynydu bio-màs at ddefnydd ynni. Gall cwestiynau ynghylch iLUC hefyd godi o bryd i'w gilydd wrth ystyried gweithgareddau i greu coetiroedd.

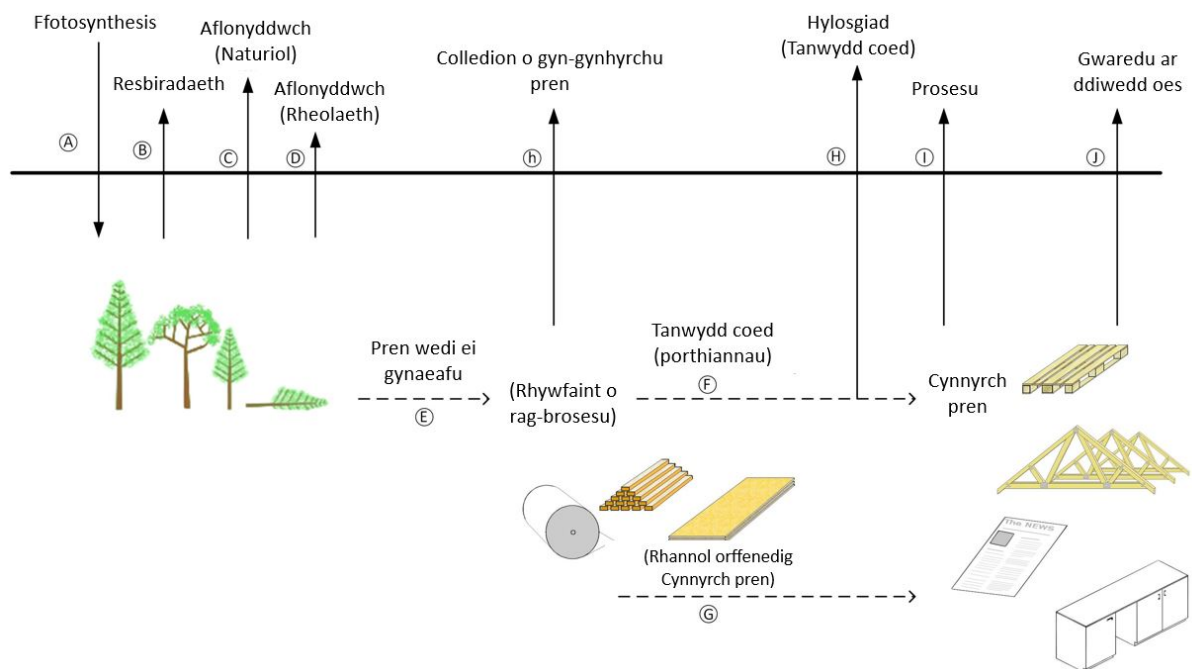
Er y cydnabyddir bod risgiau posibl sy'n gysylltiedig ag iLUC yn y sector coedwigoedd, mae iLUC yn cael ei nodi'n bennaf fel mater yn y sector amaeth ac felly nid yw'n cael ei ystyried yn bwnc allweddol i'w ystyried yn yr atodiad hwn. Mae mater iLUC yn fwyaf tebygol o godi mewn senarios sy'n cynnwys newid defnydd tir fel thema hanfodol, megis rhaglen arwyddocaol iawn o greu coetiroedd. Efallai y byddai'n werth nodi bod methodoleg weithredol ar gyfer gweithredu mesurau o'r fath er mwyn osgoi risgiau iLUC wedi'i chynnig yn LIIB (2012).

2.15 Diffiniad o ddalfa garbon

Ar sawl pwynt yn yr atodiad hwn hyd yn hyn (Adrannau 2.5 a 2.7), pwysleisiwyd bod rhai datganiadau yn dibynnu ar sut y diffinnir y ddalfa garbon sy'n gysylltiedig â choetiroedd. Mae cyflawni gostyngiadau sylweddol mewn allyriadau NTG, ac allyriadau sero net o bosibl, yn galw am ddiffiniad clir iawn a ddeallir yn gyffredin o'r ddalfa garbon sy'n gysylltiedig â choetiroedd. Mae'r un mor hanfodol deall sut y gall

gwahanol fathau o weithgareddau i liniaru newid yn yr hinsawdd effeithio ar ddalfeydd a cholledion carbon mewn coetiroedd. Yn yr un modd, mae angen gwerthfawrogi sut y gall ymdrechion i gynnal neu wella dalfeydd carbon coetiroedd ryngweithio â chyfnewidiadau carbon ac allyriadau sy'n gysylltiedig â chynhyrchion sy'n deillio o fio-màs a gynaeafir o goetiroedd.

Dangosir dalfeydd, cyfnewidiadau ac allyriadau carbon sy'n gysylltiedig â choetiroedd ar ffurf symlach yn Ffigur 2-7, a ailadroddir o Fritsche et al. (2020). Fel enghraifft bwysig o symleiddio, nid yw'r darluniad yn cynrychioli cynhyrchu, masnachu a defnyddio cynhyrchion sy'n deillio o fio-màs rhwng gwahanol wledydd. Mae Ffigur 2-7 yn dangos sut y gellir ystyried rôl carbon coetiroedd wrth liniaru newid yn yr hinsawdd fel cyfnewidiadau carbon rhwng y "system goetiroedd" a'r atmosffer. Gall y cyfnewidiadau hyn ddigwydd yn *uniongyrchol* rhwng coed, sbwriel a phridd coetiroedd a'r atmosffer, neu'n *anuniongyrchol*, pan fydd carbon ym mio-màs cynhyrchion pren yn cael ei losgi neu pan fydd yn pydru neu'n cael ei waredu ar ddiwedd oes. Weithiau cyfeirir at yr allyriadau hyn a ddaw o gynhyrchion pren fel "allyriadau carbon biogenig". Gellir diffinio'r term hwn fel un sy'n cyfeirio at *garbon sy'n cael ei ryddhau fel carbon deuocsid neu fethan trwy losgi neu ddadelfennu bio-màs neu gynhyrchion wedi'u seilio ar fio*.



Ffigur 2-7 Darluniad symlach o gyfnewidfeydd carbon (dalfeydd a ffynonellau) sy'n gysylltiedig â llystyfiant (coetiroedd yn yr enghraifft hon) a chynhyrchion sy'n deillio o fio-màs wedi'i gynaeafu. Mae'r ddalfa/ffynhonnell carbon net yn cynnwys cyfnewidiadau cyfun carbon ar y cyd rhwng llystyfiant, cynhyrchion bio-màs a'r atmosffer a ddangosir gan y saethau du solet sy'n croesi llinell ddu ffin y system. Cynrychiolir trosglwyddiadau eraill o garbon (llinellau gwahanodau) ymhlyg. Ar ôl Fritsche et al. (2020).

Yn ôl y gynrychiolaeth yn Ffigur 2-7, mae'r ddalfa neu ffynhonnell carbon net *uniongyrchol* o goetir yn cynnwys cydbwysedd cyfun o fewnbynnau carbon gan

ffotosynthesis (A, cyfraniad cadarnhaol), a cholledion o resbiradaeth ac aflonyddwch (B, C a D, cyfraniadau negyddol), hynny yw:

$$\text{Dalffa/ffynhonnell carbon coetir uniongyrchol} = A - B - C - D \quad (\text{Hafaliad 2.1})$$

Sylwch fod y term aflonyddwch C yn cynrychioli colledion oherwydd marwolaethau coed tra bod y term D yn cynrychioli pydredd pren gwastraff sy'n weddill ar ôl gweithgareddau cynaeafu. Fodd bynnag, ni chynhwysir colledion carbon ar ffurf pren a echdynwyd i wneud cynhyrchion yn y cydbwysedd a ddiffinnir gan Hafaliad 2.1. Mae'r ffordd hon o fesur dalffa garbon y coetir yn debyg iawn i'r ffordd y mae'r sector coedwigoedd yn monitro twf coedwigoedd a photensial cynhyrchiol, gan ddefnyddio metrig o'r enw "cynyddran net". Diffinnir cynyddran net mewn ffordd eithaf tebyg i Hafaliad 2.1, er nad yn union yr un fath. Dim ond wrth gyfrifo cynyddran net, ni chynhwysir colledion ar ffurf pren gwastraff sy'n weddill ar ôl cynaeafu, a gynrychiolir gan y term D. Mynegir cynyddran net fel arfer mewn unedau o gyfaint coesynnau, yn hytrach na thunelli o garbon mewn coed, sbwriel a phridd.

Mae cydbwysedd *cyffredinol* yr holl gyfnewidiau carbon *uniongyrchol* ac *anuniongyrchol* sy'n gysylltiedig â choetiroedd a chynhyrchion sydd wedi'u cynaeafu yn cynnwys cyfnewidiau carbon cyfun rhwng yr atmosffer, llystyfiant a chynhyrchion, fel y dangosir yn Ffigur 2-7 gan y saethau sy'n croesi llinell ddu ffin y system, hynny yw:

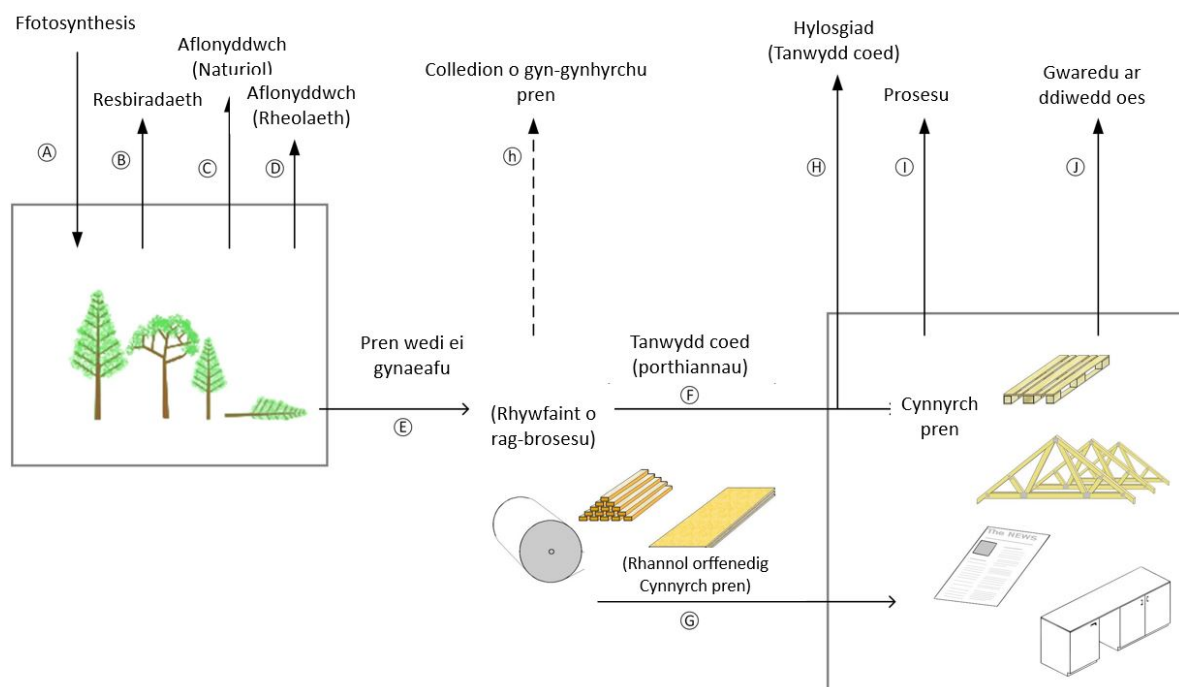
$$\text{Dalffa/ffynhonnell garbon cyffredinol} = A - B - C - D - h - H - I - J \quad (\text{Hafaliad 2.2})$$

Mae cyfnewidiau carbon rhwng elfennau'r system yn Ffigur 2-7 (coetiroedd, porthiant pren, cynhyrchion pren), a gynrychiolir gan wahanodau, wedi'u cysylltu'n ymhyg â'r cyfnewidiau carbon i'r atmosffer ac oddi yno. Gall cyflwyno newidiadau i weithgareddau rheoli coetir, a phenderfyniadau ynghylch defnyddio a gwaredu gwahanol gynhyrchion pren sydd wedi'u cynaeafu newid maint y ddalffa/ffynhonnell garbon net uniongyrchol o goetiroedd a gall hefyd arwain at newidiadau yn yr holl gyfnewidiau carbon a ddangosir yn Ffigur 2-7 a Hafaliad 2.2. Fel enghraifft gymharol syml, bydd "dwysáu" rheolaeth ar goetiroedd i gynhyrchu mwy o fio-màs i'w defnyddio fel ffynhonnell ynni yn cynyddu maint y term H yn Hafaliad 2.2, ond bydd hefyd yn cael effaith amrywiadwy ar y cyfraniad a wneir gan ddalffa/ffynhonnell garbon uniongyrchol coetir. (Hafaliad 2.1). Mewn rhai sefyllfaoedd, gellir lleihau dalffa garbon uniongyrchol coetir trwy gynyddu rheolaeth ar goetir gan gynnwys cynaeafu ond gellir cynllunio newidiadau mewn rheolaeth ar goedwigoedd hefyd i sicrhau bod y ddalffa yn cael ei gwella. Gall cymhlethdod cyffredin fod y gall effaith rheoli dwysach ar goetir ar y ddalffa garbon net uniongyrchol fod yn amrywiadwy a gall ddibynnu ar amser, e.e. allyriad net (neu ostyngiad dalffa) ar y cychwyn wedi'i ddilyn gan ddalffa net wedi'i wella yn y pen draw.

Er mwyn cyflawni'r nod o liniaru newid yn yr hinsawdd, yn ddelfrydol, fel *gofyniad lleiaf*, rhaid i'r cydbwysedd carbon *cyffredinol* fel y'i dangosir yn Ffigur 2-7 ac a ddiffinnir yn Hafaliad 2.2 fod yn sero o leiaf ac yn ddelfrydol yn ddalffa net. Felly, nid yw sicrhau bod rheoli coedwigoedd yn cynnal neu'n gwella'r ddalffa garbon coetir *uniongyrchol* (Hafaliad 2.1) yn brawf digonol ar gyfer gwarantu bod effeithiau carbon ar reoli coedwigoedd yn gyson â'r nod o liniaru newid yn yr hinsawdd.

Mae'n bwysig iawn cydnabod nad yw'r diffiniad o'r ddalfa/ffynhonnell garbon sy'n gysylltiedig â choetiroedd, fel y dangosir yn Ffigur 2-7 ac a fynegir yn Hafaliad 2.2, yn cael ei ddeall na'i dderbyn yn gyffredinol gan yr holl randdeiliaid. Mae diffiniadau eraill yn bosibl a gall gwahanol randdeiliaid gyfeirio at wahanol ddiffiniadau wrth drafod rôl cydbwysedd carbon coetir wrth liniaru newid yn yr hinsawdd, a all arwain at ddryswch a chamddealltwriaeth.

Gellir cyfeirio yma at gynrychiolaeth y cydbwysedd carbon sy'n gysylltiedig â choetiroedd yn Ffigur 2-7 fel y "cynrychioliad cyfnewid atmosfferig". Dangosir enghraifft bwysig o ffordd arall o gynrychioli cydbwysedd carbon coetiroedd yn Ffigur 2-8. Gellir cyfeirio at hyn fel y "cynrychioliad cyfnewid sectoraidd". Mae'r ffordd amgen hon yn arwyddocaol oherwydd dyma'r dull a ddefnyddir ar hyn o bryd fel rhan o riportio allyriadau NTG mewn stocrestrau NTG cenedlaethol o dan yr CFFCUNH. Dyma hefyd y gynrychioliad a ddefnyddir yn aml gan ymchwilwyr a dadansoddwyr carbon coedwigoedd.



Ffigur 2-8 Darluniad symlach o gyfnewidfeydd carbon (dalfeydd a ffynonellau) sy'n gysylltiedig â llystyfiant (coetiroedd yn yr enghraifft hon) a chynhyrchion sy'n deillio o fio-màs wedi'i gynaeafu yn ôl cynllun amgen. Mae'r ddalfa/ffynhonnell garbon net yn cynnwys cyfnewidiadau cyfun carbon ar y cyd rhwng llystyfiant, cynhyrchion bio-màs a'r atmosffer a ddangosir gan y saethau du solet sy'n croesi blychau llwyd y system. Fodd bynnag, mae llifocedd y carbon sy'n uniongyrchol gysylltiedig â choetiroedd, a'r rhai sy'n gysylltiedig â charbon mewn cynhyrchion pren, yn cael eu cynrychioli'n amlwg (h.y. trwy ystyried cyfnewidiadau carbon ar draws y ffiniau a ddiffinnir gan y ddau flwch ar wahân). Cynrychiolir rhai trosglwyddiadau o garbon (llinellau gwahanodau) ymhlyg.

Fel sy'n digwydd yn Ffigur 2-7, mae Ffigur 2-8 wedi'i symleiddio, yn arbennig trwy beidio â dangos cynhyrchu, masnachu a defnyddio bio-màs sydd wedi'i gynaeafu rhwng gwahanol wledydd. Yn Ffigur 2-8, mae'r ddalfa neu'r ffynhonnell garbon net gyffredinol yn dal i gael ei chynrychioli yn y pen draw fel y cyfnewidiadau rhwng yr atmosffer a'r system cynhyrchion coetiroedd-pren, gyda'r un canlyniad ag a roddir

gan Hafaliad 2.2. Fodd bynnag, mae'r cyfnewidiau carbon sy'n uniongyrchol gysylltiedig â choetiroedd, a'r rhai sy'n gysylltiedig â bio-màs a chynhyrchion sydd wedi'u cynaeafu, yn cael eu trin fel dwy elfen unigol, fel y'u cynrychiolir gan ffiniau'r system a ddangosir fel dau flwch llwyd.

Yn ôl y “cynrychioliad cyfnewid sectoraidd” hwn, mae'r ddalfa neu ffynhonnell garbon net sy'n uniongyrchol gysylltiedig â choetir yn cael ei gynrychioli gan y llifoedd carbon (saethau du) ar draws llinell ffin system y blwch llwyd ar y chwith yn Ffigur 2-8. Cyfrifir hyn fel

$$\text{Dalffa/ffynhonnell garbon coetir uniongyrchol} = A - B - C - D - E \quad (\text{Hafaliad 2.3})$$

Hynny yw, diffinnir cydbwysedd carbon net y coetiroedd fel dal a storio (neu golled) net carbon mewn coetiroedd sy'n deillio o brosesau biolegol a naturiol (y cydbwysedd rhwng A, B ac C), gan dynnu'r holl golledion sy'n deillio o gynaeafu ac echdynnu bio-màs i'w ddefnyddio ar gyfer cynhyrchion (D ac E). Felly, mae'n amlwg bod y ddalfa/ffynhonnell garbon sy'n uniongyrchol gysylltiedig â choetir yn cael ei ddiffinio'n wahanol yn y ddau gynrychioliad o gyfnewidiau carbon yn Ffigur 2-7 a Ffigur 2-8.

Mae cyfnewidiau carbon sy'n gysylltiedig â thynged pren sydd wedi'i gynaeafu yn cael eu cynrychioli'n wahanol i ddalfa/ffynhonnell garbon y coetir. Cyfrifir y ddalfa neu ffynhonnell garbon net sy'n gysylltiedig â phren sydd wedi'i gynaeafu fel a ganlyn:

$$\text{Dalffa/ffynhonnell garbon cynnyrch pren} = F + G - H - I - J \quad (\text{Hafaliad 2.4})$$

Gan fod colledion carbon o goetiroedd o ganlyniad i gynaeafu ac echdynnu cynhyrchion wedi'u cynnwys wrth gyfrifo'r cydbwysedd carbon coetir uniongyrchol, h.y. fel *allbwn* o'r “blwch system goetir” (E), mae angen caniatáu ar gyfer y mewnbwn o garbon mewn cynhyrchion i'r “blwch system cynhyrchion pren” (F a G). Fel arall, byddai colledion carbon sy'n gysylltiedig â chynhyrchion pren (ynni a deunyddiau) yn cael eu cyfrif ddwywaith, y tro cyntaf fel colledion o (gyfnewidiau carbon allan o'r) blwch system coetir (E) a'r eildro fel cyfnewidiau carbon allan o'r blwch system cynhyrchion pren (H, I a J).

Mae allyriadau o golledion pren yn ystod rhag-brosesu pren crai sydd wedi'i gynaeafu i gynhyrchion pren lled-orffenedig (h) wedi'u cynnwys ymhlyg, fel y gwahaniaeth rhwng y colledion o'r blwch system coetir (E) a'r enillion i mewn i'r blwch system cynhyrchion pren (F a G).

Mae'r canlyniad yn y pen draw ar gyfer cydbwysedd *cyffredinol* yr holl lifoedd carbon *uniongyrchol* ac *anuniongyrchol* sy'n gysylltiedig â choetiroedd a chynhyrchion sydd wedi'u cynaeafu yr un peth o dan y “cynrychioliad cyfnewid sectoraidd” (Ffigur 2-8) ag ar gyfer y “cynrychioliad cyfnewid atmosfferig” a ddisgrifir yn Ffigur 2-7, h.y. mewn egwyddor mae Hafaliad 2.2 yn dal i fod yn gymwys. Yn ymarferol, o dan y “cynrychioliad cyfnewid sectoraidd”, mae Hafaliad 2.2 yn cael ei ddadelfennu i'r ddau gyfraniad a roddir yn Hafaliadau 2.3 a 2.4, sy'n golygu cyflwyno'r termau E, F a G ychwanegol.

2.15.1 Her cydbwysu dalfeydd a ffynonellau carbon

Wrth ystyried opsiynau ar gyfer rheoli llystyfiant (gan gynnwys coetiroedd) i liniaru newid yn yr hinsawdd, mae'n bwysig cydnabod dirlawnder tebygol dalfeydd carbon ar

y tir, hyd yn oed os gallai hyn ddigwydd yn y tymor hir iawn. Ymddengys nad yw'r pwynt hwn wedi derbyn llawer o sylw mewn trafodaethau ar sut i ddiwallu targed o allyriadau sero net, ar gyfer ail hanner y ganrif hon ac wedi hynny. Ymddengys mai'r goblygiad yw bod rhaid, ar ryw adeg, cael toriadau dwfn iawn mewn allyriadau NTG neu ddefnyddio mesurau technolegol eraill ar lefel sylweddol i ddal a storio carbon. Amlygir y sefyllfa hon gan y dull presennol o ddiffinio ac adrodd am ddalfeydd carbon llystyfiant o dan yr CFfCUNH (gweler y drafodaeth flaenorol ar y "cynrychioliad cyfnewid sectoraidd" a Ffigur 2-8). Efallai mai rhan o'r ffordd o fynd i'r afael â'r broblem (tymor hwy) hon fydd gweld dalfa garbon y llystyfiant mewn ffordd wahanol, h.y. ei diffinio'n wahanol. Mae eisoes yn wir bod rhai rhanddeiliaid yn y sectorau amaeth a choedwigaeth, a rhai ymchwilwyr, fel rheol yn cyfeirio at ddalfa garbon llystyfiant fel un sy'n cynnwys y termau A - B - C yn unig fel yr awgrymir gan y cynrychioliad yn Ffigur 2-7, h.y. yn llythrennol dalfa net carbon i llystyfiant, cyn tynnu colledion carbon o ganlyniad i gynaeafu bio-màs (D ac E). Os diffinnir y ddalfa garbon fel hyn (neu fel rhywbeth tebyg iawn, e.e. A - B - C - D), yna mae'n bosibl dadlau y gellir cynnal dalfeydd carbon llystyfiant am gyfnod amhenodol - yn wir mae hyn yn arbennig o wir ar gyfer llystyfiant a reolir. Fodd bynnag, nid yw hyn yn newid yr angen i sicrhau cydbwysedd cyffredinol, ac yn ddelfrydol dal a storio net, fel y mynegir yn llawn gan y cydbwysedd carbon cyffredinol fel y disgrifir yn fersiynau cyflawn y ddau gynrychioliad fel y dangosir yn Ffigur 2-7 a Ffigur 2-8 ac a ddiffinnir yn llawn yn Hafaliad 2.2. O gofio'r nod hwn, mae'r hafaliad yn awgrymu bod angen lleihau neu liniaru'n sylweddol mewn rhyw ffordd nifer o'r termau sy'n cyfrannu colledion at y cydbwysedd carbon yn Hafaliad 2.2 (e.e. o llosgi ffynonellau ynni bio-màs neu waredu cynhyrchion bio-màs ar ddiwedd oes). Mae'r broblem yn ei hanfod yr un peth â'r hyn a drafodwyd eisoes, ond gall y dull gwahanol o ddisgrifio a chynrychioli'r broblem gynorthwyo rhanddeiliaid i gael dealltwriaeth gyffredin o'r heriau dan sylw.

2.16 Camddealltwriaethau sy'n deillio o wahanol gynrychioliadau o gydbwysedd carbon y coetiroedd

Gall cymhlethdod posibl cylchoedd carbon cynhyrchion coetir a phren, a'r gwahanol ffyrdd o'u cynrychioli, fel y trafodwyd yn yr adran flaenorol, arwain at gamddealltwriaethau a chasgliadau camarweiniol ynghylch y ffordd orau o weithio gyda choetiroedd i liniaru newid yn yr hinsawdd. Mae'r rhain yn ysgogi trafodaethau ac weithiau dadleuon ymhlith rhanddeiliaid, sydd weithiau wedi cyrraedd safbwyntiau gwrthwynebol ar y pwnc hwn. O bryd i'w gilydd, ymddengys fod hyn o ganlyniad i ddealltwriaeth rannol o effeithiau carbon gan ymyriadau posibl sy'n cynnwys creu a/neu reoli coetiroedd. Gallai rhai o'r honiadau a wneir o ganlyniad gan rhanddeiliaid arwain at bolisiau cyfeiliornus neu nad yw'r gorau posibl o gwbl sy'n mynd i'r afael â rheoli coetiroedd a lliniaru newid yn yr hinsawdd. Mae'n bwysig nodi'r prif enghreifftiau o gasgliadau camarweiniol sy'n cael eu cylchredeg ar hyn o bryd ac egluro lle y gall tystiolaeth gefnogi casgliadau amgen, cymwys neu wedi'u haddasu. Trafodir achosion allweddol isod ac, ym mhob achos, cynigir ymgais i gael eglurhad. Ystyrir chwe enghraifft:

1. "Bydd rheoli coed ar gylchdroadau sy'n cynnal tyfiant cyflym yn mwyafu dal a storio carbon coetir" (Adran 2.16.1)

2. "Bydd osgoi cynaeafu coed yn mwyafu dal a storio carbon coetir" (Adran 2.16.2)
3. "Caniatáu i dir adfywio i fod yn goetir anial trwy olyniaeth naturiol yw'r opsiwn gorau ar gyfer creu coetir i liniaru newid yn yr hinsawdd" (Adran 2.16.3)
4. "Mae bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd (tanwydd coed) yn niwtral o ran carbon" (Adran 2.16.4)
5. "Mae bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd (tanwydd coed) yn rhyddhau mwy o allyriadau CO₂ na llosgi glo" (Adran 2.16.5)
6. "Mae cynhyrchion pren (gan gynnwys tanwydd coed) yn niwtral o ran carbon cyn belled â nad yw'r carbon a gynaeafir o goetiroedd wrth gynaeafu yn fwy na dalfa garbon y coetir" (Adran 2.16.6).

Cefnogir trafodaethau'r achosion hyn gan ganlyniadau enghreifftiol sy'n dangos datblygiad stociau carbon coetiroedd, naill ai wedi'u cynnwys yn uniongyrchol neu wedi'u darparu yn Atodiad A1.

2.16.1 "Bydd rheoli coed ar gylchdroadau sy'n cynnal tyfiant cyflym yn mwyafu dal a storio carbon coetir"

Fe ddaw'r syniad hwn o ystyried patrwm nodweddiadol twf a dal a storio carbon mewn clwstwr o goed, fel y disgrifir yn Adran 2.5 ac a ddangosir yn Ffigur 2-4. Mae'n amlwg o Ffigur 2-4 y bydd (yn achos yr enghraifft hon) rheoli'r coetir ar gylchdroadau rhwng oddeutu 45 a 50 mlynedd yn cadw clwstwr y coed yn ifanc ac yn cynyddu'r amser y mae'r coed yn tyfu trwy eu cyfnod "llawn egni", h.y. eu cyfnod o gyfradd dwf uchaf, wedi'i gyfartalu dros y cylchdro. Mae'n wir y dylai'r math hwn o reoli coetiroedd gadw cyfradd gymedrig amsugno CO₂ gan y coetir yn agos at y gyfradd uchaf bosibl.

O'i ystyried yn nhermau'r diagram system "cynrychioliad cyfnewid atmosfferig" yn Ffigur 2-7, i bob pwrpas, mae rheoli'r coetir ar y cylchdroadau cymharol fyr hyn i gynnal cynyddiad uchel yn sicrhau bod y cydbwysedd rhwng canlyniadau ffotosynthesis (A) a resbiradaeth (B) yn arwain at ddalfa garbon gymharol uchel. Mae clystyrau a reolir yn weithredol hefyd yn debygol o gael eu hamddiffyn rhag digwyddiadau aflonyddu naturiol a digwyddiadau marwolaeth coed, neu fel arall mae'n debygol y bydd effeithiau digwyddiadau o'r fath yn cael eu cywiro'n weithredol. Felly, mae colledion carbon coetir o'r prosesau hyn (C yn Ffigur 2-7) yn debygol o gael eu cadw at leiafswm neu eu lleihau o leiaf. Fodd bynnag, er ei bod yn wir yn gyffredinol y bydd y math o reolaeth a ystyrir yma yn sicrhau dalfa garbon gymharol gref a pharhaus i'r system goetiroedd, mae'n amlwg hefyd o Ffigur 2-7 bod carbon hefyd yn cael ei *gollu* o'r system o ganlyniad i gynaeafu coed (D ac E yn Ffigur 2-7).

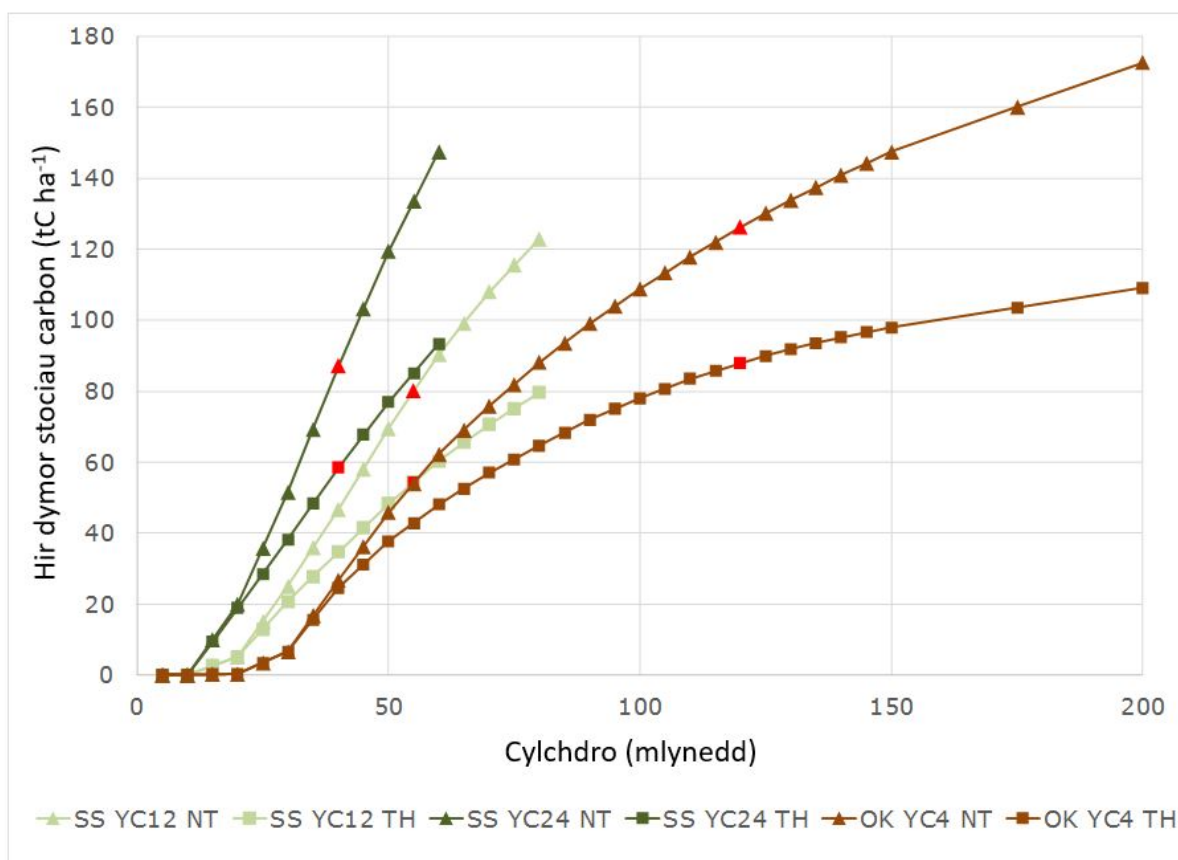
Felly fe ddaw'r syniad o ddalfa garbon optimaidd o ganolbwyntio ar y ddalfa garbon sy'n uniongyrchol gysylltiedig â choetir fel y'i diffinnir yn ôl y "cynrychioliad cyfnewid atmosfferig" yn Ffigur 2-7 ac yn ôl y termau A - B - C. Os yw'r "cynrychioliad cyfnewid sectoraidd" amgen yn Ffigur 2-8 ac Hafaliad 2.3 yn cael ei ystyried, mae'n amlwg, yn hwyr neu'n hwyrach, y bydd y ddalfa garbon net hon i'r coetir (A - B - C) yn cael ei gydbwysu gan golledion oherwydd cynaeafu (D ac E).

Os yw rheolaeth y coetir yn gyson ag egwyddor cynnyrch cynaliadwy (o ran cynaeafu a chynhyrchu pren), y canlyniad cyffredinol yw stoc carbon gyfyngedig sydd wedi'i dal a'i storio yn y coed sy'n ffurfio'r coetir, nad yw'n cynyddu nac yn gostwng mewn coetir cwbl sefydledig (gweler Atodiad A1, yn benodol Adrannau A1.4 i A1.6). Mae'n dilyn

bod cronni stociau carbon mewn coetiroedd yn “dirlenwi” yn y pen draw, fel y trafodwyd yn Adran 2.7. Dangosir hyn ymhellach yn Ffigur 2-9, sy'n dangos dibyniaeth y stociau carbon cydbwysedd tymor hir mewn coed ar y cylchdro a gymhwysir a'r driniaeth deneuo, er enghraifft tri math o goetir:

1. Pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflym (dosbarth cynnyrch 24)
2. Pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gymedrol (dosbarth cynnyrch 12)
3. Derw sy'n tyfu'n araf (dosbarth cynnyrch 4)

Dangosir dau ganlyniad ar gyfer pob math o goetir, yn seiliedig ar ragdybio bod y coetiroedd yn cael eu teneuo'n rheolaidd neu'n cael eu gadael heb eu teneuo. Cymerir yr amcangyfrifon o stociau carbon tymor hir yn Ffigur 2-9 o Daenlen Cyfrifo Carbon Cod Carbon Coetiroedd y DU (Cod Carbon Coetiroedd y DU 2020).



Ffigur 2-9 Enghreifftiau o ddibyniaeth stociau carbon cydbwysedd tymor hir mewn coed sy'n ffurfio coetir. Ystyrir tri math o goetir: pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gymedrol (SS YC12), pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflym (SS YC24) a derw sy'n tyfu'n araf (OK YC 4). Dangosir canlyniadau ar gyfer clystyrau a reolir gyda theneuo rheolaidd (TH) ac a adewir heb eu teneuo (NT). Mae'r symbolau coch llachar ym mhob tafl-lwybr yn amlygu canlyniadau ar gyfer cylchdroadau nodweddiadol i bob math o goetir. Ffynhonnell: canlyniadau taflen waith “Clearfell_Max_Seq_Values” yn Nhaenlen Cyfrifo Cod Carbon Carbon Coetir Fersiwn 2.2, 9^{fed} Ionawr 2020 (Cod Carbon Coetir y DU 2020).

Mae'r gydberthynas gadarnhaol rhwng y stoc carbon cydbwysedd tymor hir mewn coetiroedd a'r oedran cylchdroi cymhwysol yn amlwg yn Ffigur 2-9.

Mae'r canlyniadau ar gyfer clystyrau pefrwydd Sitka yn Ffigur 2-9 wedi'u cwtdogi i 60 mlynedd (dosbarth cynnyrch 24) ac 80 mlynedd (dosbarth cynnyrch 12) oherwydd bod cylchdroadau hwy yn debygol o fod yn afrealistig mewn clystyrau o oed gwastad o'r math hwn (er enghraifft, mae clystyrau pefrwydd hen iawn o oed gwastad yn debygol o ddod yn destun risg uchel o ddifrod gan stormydd). Mae cylchdroadau nodweddiadol mewn clystyrau o befrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflym oddeutu 35 i 45 mlynedd, gyda chylchdroadau oddeutu 50 i 65 mlynedd yn nodweddiadol ar gyfer pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gymedrol. Mae cylchdroadau mewn clystyrau derw o oed gwastad a reolir (os cânt eu rheoli fel hyn o gwbl) yn debygol o fod yn llawer hwy, yn rhedeg o 80 mlynedd o leiaf, ac o bosibl hyd at 200 mlynedd ac y tu hwnt. Gallai cylchdro nodweddiadol fod yn 120 mlynedd.

Yn Nhabl 2.3, mae canlyniadau stoc carbon coed cydbwysedd tymor hir o Ffigur 2-9 yn cael eu hailadrodd ar gyfer ystod o oedrannau cylchdroi sy'n berthnasol i'r tri math o goetir. Mae rhai gwahaniaethau pwysig yn amlwg, yn benodol bod stociau carbon cydbwysedd yn is mewn coetiroedd a deneuir o gymharu â choetiroedd heb eu teneuo, fel y gellid ei ddisgwyl (gweler Atodiad A1, Adran A1.6). Fodd bynnag, mae'n amlwg hefyd, os cymherir y canlyniadau ar gyfer clystyrau a deneuir neu glystyrau heb eu teneuo ar gyfer y tri math gwahanol o goetir, mae'r ystodau mewn amcangyfrifon o stociau carbon tymor hir ar gyfer y tri math o goetir yn gorgyffwrdd, sy'n awgrymu bod meintiau'r stociau carbon sy'n cael eu dal a'u storio yn y tri math o goetir yn gymaradwy.

Tabl 2.3 Amcangyfrifon o stociau carbon cydbwysedd tymor hir mewn bio-màs coed byw mewn tri math enghreifftiol o goetir, ar gyfer oedrannau cylchdroi nodweddiadol

<i>Math o goetiroedd</i>	<i>Rheolaeth</i>	<i>Ystod gylchdroi (blynyddoedd)</i>	<i>Ystod stoc carbon tymor hir (tC ha⁻¹)</i>
Pefrwydd Sitka YC24	Heb eu teneuo	35-45	69-103
	Gyda theneuo	35-45	48-68
Pefrwydd Sitka YC12	Heb eu teneuo	50-60	80-99
	Gyda theneuo	50-60	54-65
Derw YC4	Heb eu teneuo	80-150	88-148
	Gyda theneuo	80-150	65-98

Goblygiadau'r canlyniadau yn Nhabl 2.3 yw:

- Mae'r cyfraddau cymharol gyflym o ddal a storio carbon mewn coetiroedd sy'n tyfu'n gyflym yn cael eu gwrthbwyso gan eu rheoli ar gylchdroadau byrrach
- Gwneir iawn am y cyfraddau cymharol araf o ddal a storio carbon mewn coetiroedd sy'n tyfu'n araf gan eu rheoli ar gylchdroadau hwy (os rheolir clystyrau o'r fath ar gylchdroadau o gwbl)
- O ganlyniad, gall stociau carbon mewn coetiroedd sy'n cynnwys gwahanol rywogaethau coed â chyfraddau twf gwahanol fod yn eithaf tebyg, oherwydd y ffyrdd y mae rheoli coetiroedd yn cael eu haddasu i adlewyrchu'r rhywogaethau coed a'r cyfraddau twf dan sylw
- Gellir nodi, wrth greu coetiroedd newydd, bod y stoc carbon tymor hir yn cael ei chyflawni'n gyflymaf mewn clystyrau sy'n tyfu'n gyflymach.

Mae hefyd yn amlwg o'r canlyniadau hyn y gall manylion rheoli coetir (penderfyniadau ynghylch oedrannau teneuo a chylchdroi) gael dylanwad canolog ar lefelau dal a storio carbon a stociau carbon yn y pen draw mewn coetiroedd. Asesir y potensial ar gyfer mesurau i gefnogi lliniaru newid yn yr hinsawdd yn seiliedig ar ddewisiadau ymhlith ystod o opsiynau ar gyfer rheoli coetir yn Adrannau 3 a 4.

Mae'r dadansoddiad o effeithiau carbon coetiroedd sy'n tyfu'n gyflym a gyflwynwyd hyd yma yn codi dau fater arall yn achos coetiroedd cynhyrchiol sy'n tyfu'n gyflym:

1. A oes cyfraniad ychwanegol sylweddol at ddal a storio carbon ar ffurf carbon a gedwir mewn cynhyrchion pren a gyflenwir o'r coetiroedd?
2. A yw rôl bosibl cynhyrchion pren a gyflenwir o'r coetiroedd o ran osgoi (dadleoli) cynhyrchion nad ydynt yn bren sy'n ddwys o ran NTG yn golygu mai coetiroedd o'r fath yw'r opsiwn mwyaf effeithiol ar gyfer lliniaru newid yn yr hinsawdd?

O ystyried y cyntaf o'r materion hyn, mae'n wir y gall cynhyrchion pren gynrychioli cronfa ychwanegol o garbon "oddi ar y safle" sy'n gysylltiedig â choetiroedd a reolir ar gyfer cynhyrchu pren. Fodd bynnag, mae asesiadau o'r carbon ychwanegol sy'n cael ei ddal a'i storio mewn cynhyrchion pren yn dangos y gall hyn fod yn sylweddol (gweler er enghraifft Atodiad A1, Adrannau A1.4 ac A1.8). Fodd bynnag, yn gyffredinol, nid yw caniatáu ar gyfer y stociau carbon cyffredinol hyn (coetir a chynhyrchion) yn awgrymu casgliad sy'n sylweddol wahanol i'r un a gyrhaeddwyd uchod wrth gymharu opsiynau ar gyfer rheoli coetir. (Sylwch, yn achos y canlyniadau yn Ffigur 2-9 a Thabl 2.3, byddai angen ychwanegu cyfraniad o stociau carbon cynhyrchion pren ym mhob un o'r achosion a ystyriwyd, felly bydd y cyfraniadau hyn yn tueddu i ganslo, er enghraifft wrth gymharu stociau carbon ar gyfer gwahanol gylchdroadau).

Mae sawl ffactor sy'n cyfyngu ar y cyfraniad ychwanegol a wneir gan garbon sy'n cael ei ddal a'i storio mewn cynhyrchion pren. Mae dau brif ffactor yn berthnasol wrth ystyried y cyfraniadau cymharol a wneir gan gynhyrchion pren ar gyfer gwahanol fathau o goetiroedd:

1. Yn gyffredinol, nid yw cynhyrchion pren yn parhau am byth, hyd yn oed os ystyrir ailgylchu, aildefnyddio a thirlenwi. O ganlyniad, cyrhaeddir pwynt yn y pen draw pan fydd cronni stociau carbon mewn cynhyrchion pren a gyflenwir gan ardal o goetir yn cael ei gydbwyso gan golledion carbon o gynhyrchion pren sydd yn pydru, yn cael eu dinistrio neu eu llosgi i gynhyrchu ynni. Felly, fel sy'n wir gyda stociau carbon coetir ar y safle, mae'r stociau carbon cynhyrchion pren sy'n gysylltiedig ag ardal o goetir yn cyrraedd lefel hirdymor, ac ar ôl hynny nid oes cynnydd pellach yng nghyfanswm y stociau carbon. Mae rhywfaint o botensial i fwyafu stociau carbon mewn cynhyrchion pren trwy ffafrio gweithgynhyrchu cynhyrchion hirhoedlog, ond mae cyfyngiadau ymarferol i'r potensial hwn (gweler yr Adran 2.11).
2. Mae gwahaniaethau posibl ym meintiau stociau carbon coetiroedd a chynhyrchion pren sy'n gysylltiedig â gwahanol fathau o goetiroedd yn tueddu i gael eu cydbwyso gan rai ffactorau. Fel y trafodwyd eisoes, mae'r tueddiad i reoli rhywogaethau coed sy'n tyfu'n gyflymach ar gylchdroadau byrrach, ac i reoli rhywogaethau coed sy'n tyfu'n arafach ar gylchdroadau hwy, yn un ffactor o'r fath. Mae ffactor arall yn adlewyrchu tueddiad i bren rhywogaethau coed sy'n tyfu'n gyflymach fod o ddwysedd is, o'i gymharu â dwysedd rhywogaethau

coed sy'n tyfu'n arafach (er nad yw'r gydberthynas yn berffaith). Mae ffactor arall yn cynnwys perthnasoedd rhwng canghennau a bio-màs gwreiddiau â choed coesynnau, sy'n amrywio yn ôl rhywogaethau coed. Ffactor arall yw addasrwydd pren o wahanol rywogaethau coed i'w ddefnyddio ar gyfer cynhyrchion pren strwythurol hirhoedlog. Mae'r holl ffactorau hyn yn tueddu i wastadu'r gwahaniaethau rhwng canlyniadau stociau carbon ar gyfer coetiroedd a chynhyrchion pren coed a welir ar gyfer gwahanol fathau o goetiroedd.

Mae'r ail fater a godwyd yn gynharach (rôl “dadleoli allyriadau NTG” neu rôl “amnewid” cynhyrchion pren a gyflenwir gan goetiroedd cynhyrchiol) yn bwysig a dylid ei ystyried wrth asesu cyfraniadau gwahanol fathau o goetiroedd at liniaru newid yn yr hinsawdd. Fodd bynnag, ni ddylid cymysgu'r rôl ddadleoli allyriadau bosibl hon o gynhyrchion a gyflenwir gan goetiroedd a reolir â photensial dal a storio carbon coetiroedd a chynhyrchion pren. Ymhellach, mae'n bwysig dwyn i gof y sylwadau rhybuddiol yn Adran 2.12 am yr ansicrwydd ynghylch amcangyfrifon o'r cyfraniad a wneir trwy amnewid yn y tymor hwy.

Nid oes unrhyw beth yn yr asesiad uchod o rôl coetiroedd cynhyrchiol sy'n tyfu'n gyflym i wadu bod gan goetiroedd o'r fath gyfraniad i'w wneud tuag at liniaru newid yn yr hinsawdd, neu fod y cyfraniad hwn yn fach neu'n gyfyngedig. I'r gwrthwyneb, mae'r dadansoddiad yn dangos y gall coetiroedd o'r fath chwarae rhan effeithiol mewn unrhyw raglen o greu a rheoli coetir, lle mai un o'r nodau yw lliniaru newid yn yr hinsawdd. Fodd bynnag, nid yw'r dadansoddiad yn cefnogi'r syniad bod y mathau hyn o goetiroedd yn gynhenid sylweddol fwy effeithiol na mathau eraill o goetiroedd. Thema allweddol sy'n codi o asesiad systematig fel y'i cyflwynir yn Adrannau 3 a 4 yw y gall gwahanol fathau o goetiroedd a rheoli coetiroedd gyfrannu at liniaru newid yn yr hinsawdd mewn gwahanol ffyrdd a thros wahanol amserlenni, a bod y dewisiadau ymhlith yr opsiynau sydd ar gael yn dibynnu ar nifer o ffactorau ac amgylchiadau lleol.

2.16.2 “Bydd osgoi cynaeafu coed yn mwyafu dal a storio carbon coetir”

Fe ddaw'r syniad hwn hefyd o ystyried patrwm nodweddiadol twf a dal a storio carbon mewn clwstwr o goed, fel y disgrifir yn Adran 2.5 ac a ddangosir yn Ffigur 2-4, ac mae'n cael ei lywio ymhellach gan ganlyniadau fel y rhai yn Atodiad A1 ac a ddangosir yn Ffigur. 2-9 yn Adran 2.16.1. Mae'n amlwg o'r canlyniadau hyn:

- Yn gyffredinol, mae rheoli coetiroedd ar gylchdroadau sy'n mwyafu *cyfradd* dal a storio carbon yn golygu cyfaddawd â lefelau'r *stociau* carbon mewn coetiroedd
- Gall coetiroedd a reolir ar gylchdroadau hwy, gyda theneuo cyfyngedig ac o bosibl dim clirio, neu ddim cynaeafu o gwbl, gronni stociau carbon mawr.

Mae'n wir y dylai'r math o reoli coetiroedd (neu efallai ddim yn rheoli) a awgrymir yn yr ail bwynt uchod ganiatáu i goetiroedd gronni mwy o stociau carbon nag a fyddai'n wir pe byddai'r coetiroedd yn cael eu rheoli ar gylchdroadau cymharol fyrrach i gynhyrchu meintiau sylweddol o bren a chynhyrchion bio-màs.

O'i ystyried yn nhermau'r diagram system "cynrychioliad cyfnewid sectoraidd" yn Ffigur 2-8, i bob pwrpas, mae rheoli coetiroedd gyda chynaeafu cyfyngedig neu ddim cynaeafu yn lleihau neu'n dileu all-lif carbon o'r blwch system goetir (E) ac yn cael effaith debyg ar golledion carbon o bren gweddilliol sy'n pydru a adawyd ar y safle ar ôl cynaeafu (D). Dylai hyn symud cydbwysedd carbon y coetir o blaid mewnbynnau carbon dros allbynnau. Fodd bynnag, mae cyfyngiadau i ddull o'r fath. Fel y trafodwyd eisoes, wrth i glystyrau coetiroedd dyfu'n hŷn, bydd prosesau ffotosynthesis coed (A yn Ffigur 2-8) a resbiradaeth a marwolaethau (B ac C) yn cyrraedd cydbwysedd, fel y bydd y coetir yn cyflawni stoc carbon cydbwysedd, heb gynyddu na lleihau. Hynny yw, bydd dal a storio carbon yn y coetir yn "dirlenwi" (gweler er enghraifft Adran A1.2 yn Atodiad A1). Fel y nodwyd yn flaenorol (Adran 2.7), mae rhai dadansoddwyr wedi awgrymu posibilrwydd amgen o ddal a storio carbon yn "amhenodol" gan goetiroedd, ond mae'r dystiolaeth sy'n cefnogi'r syniad hwn yn gyfyngedig ac yn rhannol.

Mae hefyd yn aneglur i ba raddau y gellir cyflawni'r stociau carbon mawr iawn a amcangyfrifir ar gyfer hen glystyrau o goed na aflonyddwyd arnynt ym mhob sefyllfa. Mewn rhai sefyllfaoedd, bydd lefelau uchel o stociau carbon yn bosibilrwydd damcaniaethol yn unig, oherwydd effeithiau digwyddiadau aflonyddu ar goetiroedd (gweler Adran 2.6), a allai gynyddu o ran tebygolrwydd a difrifoldeb mewn coetiroedd hŷn sydd â stociau carbon uchel. Felly, gallai fod materion diffyg parhauster ynghlwm â gweithgareddau sydd â'r nod o wella dal a storio carbon coetiroedd a chadw stociau carbon coetiroedd (gweler yr Adran 2.8). Fel yr eglurwyd hefyd yn Adran 2.8, gall y mater diffyg parhauster hefyd "gloi i mewn" cenedlaethau'r dyfodol i gynnal y carbon sydd wedi'i ddal a'i storio gan fesurau o'r fath a gymerwyd yn hanesyddol, gan gyfyngu o bosibl ar opsiynau ar gyfer rheoli a defnyddio coetiroedd yn y dyfodol.

Mae mater arall yn codi o ffocws y dull a awgrymir o reoli coetiroedd ynghylch mwyafu carbon sy'n cael ei ddal a'i storio yn y "blwch system goetiroedd", h.y. y blwch ar y chwith yn Ffigur 2-8. Yn benodol, anwybyddir y cyfraniadau at y cydbwysedd carbon cyffredinol a wneir o bosibl gan y "blwch system gynhyrchion pren" (y blwch ar y dde yn Ffigur 2-8). Fel y trafodwyd yn gynharach, gall stociau carbon a gedwir mewn cynhyrchion pren wneud iawn i ryw raddau am y stociau carbon is mewn coetiroedd a reolir ar gyfer cynhyrchiant (er eu bod yn annhebygol o wneud iawn yn llawn). Yn absenoldeb ffactorau eraill, mae penderfyniad i leihau neu roi'r gorau i gynaeafu mewn coetiroedd yn lleihau neu'n atal llif y carbon i mewn i'r blwch system gynhyrchion pren (F a G yn Ffigur 2-8). Fodd bynnag, byddai colledion carbon o gynhyrchion pren materol (J) a gynaeafwyd yn flaenorol yn parhau am gryn amser, wrth i'r cynhyrchion hyn bydru, cael eu dinistrio neu eu llosgi am ynni, naill ai ar ôl eu prif ddefnydd neu yn dilyn cyfnod o aildefnyddio neu ailgylchu. Y goblygiad yw y byddai'r allyriadau net o'r blwch system gynhyrchion pren yn cynyddu, am gryn amser o leiaf.

Mae'n debygol y byddai ymatebion wedi'u cyfyngu gan y farchnad i'r cyflenwad llai o gynhyrchion o'r ardal goetir yr effeithir arni, hynny yw:

- Naill ai byddai'r gofyniad am y cynhyrchion pren yn cael ei ddiwallu trwy gynaeafu mewn coedwigoedd eraill

- Neu byddai adnoddau nad ydynt yn bren yn cael eu defnyddio i weithgynhyrchu'r cynhyrchion (gweler trafodaeth bellach ar y pwyntiau hyn yn Adrannau 2.12 a 2.13).

Byddai ymatebion o'r fath yn cynnwys effeithiau mewn allyriadau NTG, naill ai mewn ardaloedd coetiroedd eraill neu mewn sectorau diwydiannol eraill. Gall yr effeithiau hyn fod yn bwysig a dylid eu hystyried wrth asesu cyfraniadau mathau gwahanol o goetiroedd at liniaru newid yn yr hinsawdd. Fodd bynnag, fel yn y drafodaeth flaenorol, ni ddylid cymysgu'r rôl ddadleoli allyriadau bosibl hon o gynhyrchion a gyflenwir gan goetiroedd a reolir â photensial dal a storio carbon coetiroedd a chynhyrchion pren. Mae hefyd yn bwysig dwyn i gof y sylwadau rhybuddiol yn Adran 2.12 am yr ansicrwydd ynghylch amcangyfrifon o'r cyfraniad a wneir trwy amnewid yn y tymor hwy.

Unwaith eto, gan adlewyrchu'r drafodaeth yn Adran 2.16.1, nid oes unrhyw beth yn yr asesiad uchod i wadu bodolaeth rôl bosibl ar gyfer cadw a gwella stociau carbon mewn coetiroedd trwy fesurau sydd â'r nod o leihau cynaeafu a/neu gadw coed hŷn. I'r gwrthwyneb, mae'r dadansoddiad yn dangos y gall mesurau o'r fath chwarae rhan effeithiol mewn unrhyw raglen o greu a rheoli coetir, lle mai un o'r nodau yw lliniaru newid yn yr hinsawdd. Fodd bynnag, nid yw'r dadansoddiad yn cefnogi'r syniad bod y mathau hyn o goetiroedd yn gynhenid sylweddol fwy effeithiol na mathau eraill o goetiroedd. Pwysleisir eto mai thema allweddol sy'n codi o asesiad systematig fel y'i cyflwynir yn Adrannau 3 a 4 yw y gall gwahanol fathau o goetiroedd a rheoli coetiroedd gyfrannu at liniaru newid yn yr hinsawdd mewn gwahanol ffyrdd a thros wahanol amserlenni, a bod y dewisiadau ymhlith yr opsiynau sydd ar gael yn dibynnu ar nifer o ffactorau ac amgylchiadau lleol.

“Rhag-goedwigo”

Yn ddiweddar, mae cysyniad a elwir yn “rhag-goedwigo” wedi bod yn cael sylw mewn trafodaethau ynghylch sut i reoli coetiroedd i liniaru newid yn yr hinsawdd. Diffinnir y term hwn yn eithaf amwys gan ei gynigwyr (Moomaw et al. 2019) ond ymddengys ei fod yn cynnwys rhai o'r gweithgareddau cadwraeth carbon coetiroedd mwy eithafol a gwmpaswyd yn y drafodaeth flaenorol, yn benodol gweithgareddau sy'n gyson â throsi coetiroedd a reolir yn goetiroedd “anial”. Mae'n ymddangos bod hyrwyddwyr “rhag-goedwigo” yn awgrymu (er nad yw hyn yn gwbl glir) y gallai atal yr holl reolaeth (gan gynnwys amddiffyn coedwigoedd) ganiatáu datblygu coetiroedd sy'n fwy gwydn. (Er enghraifft, tynnir sylw at dystiolaeth bod tanau coedwig mewn rhai rhanbarthau wedi gwaethygu, o gymharu ag amseroedd cynharach pan nad oedd amddiffyniad rhag tân.) Ymddengys fod rhagdybiaeth ymhlyg yn bodoli y gellid mabwysiadu'r math hwn o ddull gweithredu mewn ardaloedd coetiroedd “addas”, ond nid yw'n eglur pa fathau o goetiroedd y gellir eu hystyried yn “addas”. Mae'n ymddangos bod cefnogwyr hefyd yn diystyru canlyniadau posibl atal cynaeafu mewn ardaloedd coetiroedd ar gyflenwad pren, gan gynnwys unrhyw oblygiadau ar gyfer symud cynhyrchiant pren i rywle arall neu ar gyfer newidiadau mewn allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â dadleoli cynnyrch.

O safbwynt y drafodaeth yn y papur hwn, er y gellir nodi ymddangosiad y llinyn newydd hwn yn y ddadl dros reoli coedwigoedd ar gyfer lliniaru newid yn yr

hinsawdd, yn y bôn, ymdrinnir â'r syniad o "rag-goedwigo" yn y drafodaeth a gyflwynir uchod.

2.16.3 "Caniatáu i dir adfywio i fod yn goetir anial trwy wladychu naturiol yw'r opsiwn gorau ar gyfer creu coetir i liniaru newid yn yr hinsawdd"

Mae hwn yn estyniad eithafol o'r syniad a drafodwyd yn y drafodaeth flaenorol. Unwaith eto, mae'r ffocws ar fwyafu carbon sy'n cael ei ddal a'i storio ym "mlwch system goetiroedd" y diagram system "cynrychioliad cyfnewid sectoraidd" yn Ffigur 2-8. Yn y bôn, mae'r asesiad yn Adran 2.16.4 hefyd yn berthnasol yn yr achos hwn.

Y pwynt ychwanegol yma yw'r syniad mai'r ffordd fwyaf effeithiol i ddal a storio carbon mewn llystyfiant yw rhoi'r gorau i'r defnydd presennol o dir (e.e. â, porfa neu goedwigaeth gynhyrchu o bosibl) a chaniatáu i'r tir ail-wladychu'n naturiol â choed, mae'n ymddangos (er nad bob amser a nodir) gan ragdybio y bydd y coed hyn yn goed llydanddail brodorol. Defnyddir y term "dad-ddofi" weithiau i gyfeirio at y math hwn o ddull o liniaru newid yn yr hinsawdd trwy greu neu reoli coetiroedd yn oddefol. Mae ei gefnogwyr yn disgwyl i ddad-ddofi o'r fath ddarparu sawl gwasanaeth ecosystem, yn arbennig bioamrywiaeth well, ochr yn ochr â dal a storio carbon. Mae trafod yr effeithiau buddiol posibl eraill hyn o ddad-ddofi y tu hwnt i gwmpas yr atodiad hwn, ynghyd ag ystyried y dulliau ymarferol a'r heriau sy'n gysylltiedig â gweithredu prosiectau o'r fath.

O ran potensial dal a storio carbon, cymharol ychydig a wyddys am ddynnameg carbon tir sy'n dychwelyd i goetiroedd naturiol trwy olyniaeth naturiol o ryw fath arall o llystyfiant. Fe ddaw un enghraifft bwysig o dystiolaeth berthnasol o'r "arbrofion clasurol Rothamsted", fel y disgrifir yn Atodiad A1 (Adran A1.3). Fel y trafodwyd yno, mae'n anodd dehongli'r canlyniadau cyfyngedig o'r arbrofion Rothamsted. Mae ffactorau drwslyd yn rhwystro ymdrechion i gyrraedd unrhyw gasgliadau o gymariaethau rhwng y stociau carbon mesuredig o'r arbrofion ac amcanestyniadau model stociau carbon ar gyfer clystyrau o oed gwastad. Ymhlith y ffactorau perthnasol mae ansicrwydd ynghylch cyflymder prosesau olyniaeth naturiol ar ôl gadael, ansicrwydd ynghylch cyfraddau twf clystyrau oed gwastad cyfatebol a chynnwys llystyfiant is mewn amcangyfrifon bio-màs a adroddwyd ar gyfer yr arbrofion Rothamsted.

Un dehongliad posib ond petrus iawn o'r canlyniadau yw bod coetiroedd a sefydlwyd trwy olyniaeth naturiol yn cronni stociau carbon yn araf iawn ar y dechrau (o'u cymharu â choetiroedd sydd wedi'u plannu, neu'r rhai y mae adfywio yn cael ei gynorthwyo ynddynt), ond gallant arddangos cyfraddau cronni cymharol gyflym yn nes ymlaen (e.e. rhwng efallai 50 a 150 o flynyddoedd). Mae'n ymddangos bod y canlyniadau hefyd yn amrywio'n sylweddol o safle i safle, yn dibynnu ar faint o amser mae'r coed llydanddail disgwylidig yn eu cymryd i ddechrau adfywio (gan dybio bod hyn yn digwydd) a'r mathau o goed dan sylw. Dylid nodi hefyd bod y safleoedd yn Rothamsted yn gaeau â yn flaenorol gyda mewnbynnau rheoli eithaf uchel cyn gadael, lle y gellid disgwyl i llystyfiant aildyfu'n gymharol gyflym. Nid yw'n bosibl rhoi sylwadau ynghylch a fyddai clystyrau o goed o'r fath yn cronni mwy o stociau carbon ar y pwynt dirlawnder na chlystyr cyfatebol o goed sydd wedi'u plannu.

Nid yw'r asesiad hwn yn diystyru'r posibilrwydd o rôl ar gyfer “ddad-ddofi” fel rhan o unrhyw raglen o greu a rheoli coetiroedd, lle mai un o'r nodau yw lliniaru newid yn yr hinsawdd. Fodd bynnag, nid yw'r dadansoddiad yn awgrymu unrhyw fantais benodol o fabwysiadu mesurau o'r fath, o'u cymharu â'r opsiynau o goedwigaeth gynhyrchu a chadwraeth carbon mewn “cronfeydd carbon coetiroedd”, gan gynnwys greu coetiroedd trwy adfywio â chymorth yn hytrach nag ail-wladychu goddefol. Ymhellach, rhaid nodi rhywfaint o ansicrwydd ynghylch cyflawni'r canlyniadau a ddymunir (e.e. dal a storio carbon mewn amserlenni sy'n berthnasol i newid yn yr hinsawdd) wrth ddibynnu ar ddull goddefol o reoli tir.

2.16.4 “Mae bio-ygni a gynhyrchir o goetiroedd (tanwydd coed) yn niwtral o ran carbon”

Fe ddaw'r syniad hwn o ystyried y cylch a ffurfir trwy dyfu llystyfiant, a thrwy hynny dal a storio carbon o'r atmosffer, yna cynaeafu bio-màs y llystyfiant a'i losgi fel ffynhonnell egni. Mewn egwyddor, dylai'r carbon deuocsid sy'n cael ei ryddhau trwy losgi'r bio-màs fod yn gyfwerth â'r carbon sydd wedi'i ddal a'i storio pan dyfwyd y bio-màs, gyda'r canlyniad bod y system yn ffurfio cylch caeedig ac, ar y cyfan, nid yw carbon deuocsid yn cael ei dynnu na'i ychwanegu at yr atmosffer wrth gynhyrchu ygni defnyddiol. Mae'n wir y gall sefyllfa o'r fath ddigwydd, mewn amgylchiadau penodol, ond yn sicr nid pob tro.

Pan gaiff ei ystyried yn nhermau'r diagram system “cynrychioliad cyfnewid atmosfferig” yn Ffigur 2-7, rhagdybir bod y system gynhyrchion coetir-pren mewn cydbwysedd, h.y. mewn cyflwr cyson. Hynny yw, mae'r mewnlif o garbon i'r system (A yn Ffigur 2-7) yn cyfateb i'r all-lifoedd (B, C, D a dim ond g a G yn achos system gynhyrchu tanwydd coed syml). Gellir ystyried bod y dybiaeth hon wedi'i hatgyfnerthu gan y diagram system “cynrychioliad cyfnewid sectoraidd” (Ffigur 2-8), lle dylai'r mewnlif carbon i mewn i'r blwch system cynhyrchion pren (F) fod yn hafal i'r all-lif (H), fel y dylai'r ddau derm ganslo.

Mae rhai sylwebyddion wedi priodoli'r farn bod bio-ygni yn niwtral o ran carbon i'r pwynt olaf hwn, a'r ffaith mai'r “gynrychioliad cyfnewid sectoraidd” hwn yw'r ffordd y mae cyfnewidiau carbon perthnasol yn cael eu cynrychioli wrth gyfrifo ac adrodd am allyriadau NTG o fio-ygni mewn Stocrestrau NTG Cenedlaethol o dan yr CFfCUNH. Mewn gwirionedd, mae'r dybiaeth yn dyddio cyn adrodd o'r fath. Fe fu amser (ar dechrau'r 1990au) pan oedd ymchwilwyr bio-ygni o'r farn wirioneddol bod bio-ygni yn niwtral o ran carbon, ar yr adeg honno, ar ôl peidio ag ystyried yn llawn yr holl sefyllfaoedd posibl lle gallai bio-ygni gael ei gynhyrchu.

Mae'r broblem gyda'r honiad ynghylch carbon-niwtraliaeth am fio-ygni yn codi pan nad yw mewnlifoedd ac all-lifoedd carbon ar gyfer y system yn Ffigur 2-7 (ac ar gyfer y “blwch system goetir” ar y chwith yn Ffigur 2-8) mewn cydbwysedd *ond* yn hytrach yn cael eu tarfu gan ymyriadau dynol. Yn anffodus, gall sefyllfa o'r fath fod yn wir yn aml. Lle mae coetiroedd wedi'u rheoli i gynhyrchu lefel benodol o gynhyrchiant coed ers degawdau lawer (neu lle crëwyd y coetiroedd at y diben hwn yn y lle cyntaf), gall fod yn rhesymol tybio bod cydbwysedd carbon y system gynhyrchion coetiroedd-pren mewn cyflwr cyson o leiaf (gweler, er enghraifft, Atodiad A1, Adran A1.5). Fodd bynnag, lle mae *newid* i'r modd rheoli coetir, er mwyn cynhyrchu mwy o fio-ygni nag

a oedd yn wir yn flaenorol, bydd cydbwysedd carbon cyflwr-cyson sy'n bodoli eisoes yn cael ei aflonyddu. *Yn gychwynnol:*

- Bydd all-lif carbon o'r coetir yn cynyddu o'i gymharu â'r mewnlif
- Bydd stociau carbon yn y coetir yn gostwng, o gymharu â lefelau blaenorol.

Os cynhelir y lefel uwch o gynaeafu a chynhyrchu bio-ynni (a chymryd nad yw'r cynaeafu yn fwy na photensial twf y coetiroedd), *yn y man:*

- Bydd all-lif a mewnlif carbon yn system y coetir yn dod yn ôl i gydbwysedd
- Bydd stociau carbon yn y coetir yn sefydlogi, ond yn gyffredinol ar lefel is nag a oedd yn wir o dan y drefn reoli flaenorol a oedd yn cynnwys llai o gynaeafu.

Felly dyma ganlyniadau'r cynhyrchiant bio-ynni cynyddol ar gyfer y cydbwysedd carbon:

- Cyfnod lle mae allyriadau CO₂ net o'r system gynhyrchion coetiroedd-pren
- Gostyngiad cyfyngedig ond wedi'i gynnal mewn stociau carbon coetiroedd.

Weithiau cyfeirir at y posibilrwydd hwn o gyfnod o allyriadau CO₂ net cyn i goetiroedd ddod yn ôl i gyflwr cyson, a'r posibilrwydd o ostyngiad net mewn stociau carbon, sy'n gysylltiedig â chynhyrchu mwy o danwydd pren (yn unigol neu gyda'i gilydd) fel "dyled garbon" tanwydd coed neu fio-ynni coedwig (gweler Adran 2.12). Mewn rhai achosion, gall y cyfnod lle mae allyriadau CO₂ net yn digwydd fod yn fyr (ychydig flynyddoedd) ond mewn eraill gall y cyfnod hwn barhau am ddegawdau neu ganrifoedd.

Mae Matthews et al. (2014b, 2015, 2018) wedi awgrymu y gellir deall a rheoli'r amrywioldeb mewn canlyniadau posibl sy'n deillio o gynhyrchu bio-ynni (a all gynnwys unrhyw beth o allyriadau CO₂ sylweddol i ddalfeydd carbon gwell). Mae hwn yn parhau i fod yn destun dadlau a dadansoddi pellach cyn y gellir sicrhau consensws ynghylch buddion lliniaru newid yn yr hinsawdd (neu fel arall) bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd.

Gellir gweld trafodaeth ac eglurhad pellach ar faterion perthnasol yn Matthews et al. (2018), yn benodol yn Adrannau 3.3.1 i 3.3.5 ac Adran 6.1.

2.16.5 "Mae bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd (tanwydd coed) yn rhyddhau mwy o allyriadau CO₂ na llosgi glo"

Fe ddaw'r syniad hwn o'r arsylw, ar adeg llosgi, bod tanwydd coed yn rhyddhau mwy o CO₂ na llosgi'r swm cyfatebol o lo i gynhyrchu'r un faint o ynni. Yn gyffredinol, mae'r pwynt hwn yn wir (gweler er enghraifft, Matthews et al. 2014b, Adran 1.2 gan gynnwys Tabl 1.1). O'i ystyried yn nhermau'r diagram system "cynrychioliad cyfnewid atmosfferig" yn Ffigur 2-7, fe ddaw'r casgliad hwn o ganolbwyntio'n bennaf ar all-lif carbon o losgi tanwydd coed (H yn Ffigur 2-7), a'r all-lif a fyddai fel arall yn digwydd pe byddai glo yn cael ei losgi yn lle (heb ei ystyried a heb ei ddangos yn Ffigur 2-7). Fodd bynnag, mae hyn yn anwybyddu'r holl lifoedd eraill o garbon yn y system gynhyrchion coetiroedd-pren, gan gynnwys y mewnlif (A).

Fel yr eglurwyd yn y drafodaeth flaenorol, ni ellir tybio'n gyffredinol bod mewnlifoedd o garbon i'r system gynhyrchion coetiroedd-pren bob amser yn cydbwysu'r all-lifoedd yn berffaith, a fyddai'n caniatáu bod llosgi tanwydd coed yn arwain at allyriadau sero

net (h.y. yn garbon niwtral). Yn yr un modd, gorsymleiddio yw tybio y gall yr allyriadau CO₂ net o losgi tanwydd coed gael eu cynrychioli gan y CO₂ a ryddhawyd ar y pwynt llosgi. Mae sylw cysylltiedig ynghylch allyriadau CO₂ o gynaeafu pren i'w ddefnyddio fel tanwydd yn nodi:

“Mae'n cymryd eiliadau i dorri coeden i lawr ond mae'n cymryd degawdau neu ganrifoedd i ddisodli'r carbon trwy dyfu coeden arall”

Mae hon yn ffordd symlach o gyfeirio at y mater sydd ychydig yn fwy cymhleth o “ddyled carbon” bosibl sy'n gysylltiedig â chynhyrchu mwy o danwydd pren, fel y trafodwyd yn Adrannau 2.12 a 2.16.4. Fel yr eglurwyd yno hefyd, mae sefyllfaoedd yn bodoli hefyd lle gall cynaeafu coed (ar gyfer tanwydd neu gynhyrchion materol) ddigwydd heb unrhyw newid net yn y stociau carbon coetiroedd cyffredinol a heb unrhyw allyriadau CO₂ net o losgi'r coed, naill ai yn y tymor byr neu'r tymor hir, pan ystyrir y system gynhyrchion coetiroedd-pren yn ei chyfanrwydd (gweler er enghraifft Atodiad A1, Adran A1.5).

Mae'r mater hwn wedi bod yn destun llawer o astudiaethau ac adroddiadau (gweler er enghraifft, Marelli et al. 2013; Matthews et al. 2014b). Er bod awgrymiadau wedi'u cynnig ynghylch sut y gellid rheoli amrywioldeb yn allyriadau CO₂ ffynonellau tanwydd coed, mae hwn yn parhau i fod yn destun dadlau a dadansoddi pellach cyn y gellir sicrhau consensws ynghylch buddion lliniaru newid yn yr hinsawdd (neu fel arall) bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd.

Gellir gweld trafodaeth ac eglurhad pellach ar faterion perthnasol yn Matthews et al. (2018), yn benodol yn Adrannau 3.3.1 i 3.3.5 ac Adran 6.1.

2.16.6 “Mae cynhyrchion pren (gan gynnwys tanwydd coed) yn niwtral o ran carbon cyn belled â nad yw'r carbon a gynaeafir o goetiroedd wrth gynaeafu yn fwy na dalfa garbon y coetir”

Fe ddaw'r syniad hwn o'r arsylw, fel rhan o reolaeth gynaliadwy ar goetiroedd, bod ymarferwyr coedwigaeth fel arfer yn anelu at sicrhau nad yw lefel y cynaeafu coed mewn ardaloedd coetiroedd y maent yn eu rheoli yn fwy na thwf neu “gynyddiad” yr ardaloedd coetiroedd hynny. Yn gyffredinol, mae arddangos bod twf/cynyddiad coetiroedd yn hafal o leiaf i gyfradd y cynaeafu yn cael ei ystyried yn un dangosydd pwysig o reolaeth gynaliadwy ar goedwigoedd. Gall hyn arwain at yr ymresymiad, os yw cyfradd twf coetir (dal a storio carbon) o leiaf yn hafal i ac o bosibl yn uwch na chyfradd (colli carbon o) y cynaeafu, yna mae'n sicr bod rhaid i'r cynhyrchion pren a'r tanwydd a gynhyrchir yn y modd hwn fod o leiaf carbon-niwtral.

Pan gaiff ei ystyried yn nhermau'r diagram system “cynrychioliad cyfnewid sectoraidd” yn Ffigur 2-8, mae casgliad o'r fath yn seiliedig ar sefyllfa lle mae'r mewnlif net o garbon i mewn i'r blwch system goetiroedd (A - B - C yn Ffigur 2-8) yn fwy na neu'n hafal o leiaf i all-lif carbon sy'n deillio o gynaeafu (D ac E). Rhaid bod hyn yn golygu bod rhaid i stociau carbon yn y system goetiroedd fod yn sefydlog o leiaf ac o bosibl yn cynyddu.

Mae'r dehongliad cyfatebol o'r diagram system “cynrychioliad cyfnewid atmosfferig” yn Ffigur 2-7 yn cynnwys achosion (gan anwybyddu cynaeafu ar gyfer cynhyrchion deunydd er mwyn cynorthwyo eglurder) lle mae allyriadau CO₂ o gynhyrchu a llosgi

tanwydd coed (D, h ac H) yn cael eu cyfartalu neu eu trechu gan y mewnlif net i'r coetiroedd (A – B – C).

Mewn achosion o'r fath, sut y gall defnyddio'r cynhyrchion pren, gan gynnwys llosgi tanwydd coed wedi'i gynaeafu, gynnwys allyriadau CO₂ net (cynyddol)?

Fel y nodwyd eisoes mewn trafodaeth gynharach, mewn gwirionedd gall fod sefyllfaoedd lle gall ffynonellau bio-ynni megis tanwydd coed fod yn niwtral o ran carbon neu'n well. Fodd bynnag, mae materion yn codi pan fydd rheolaeth ar goetir yn cael ei newid (yn gyffredinol pan gynyddir cynaeafu) i gyflenwi mwy o bren ar gyfer cynhyrchion gan gynnwys tanwydd nag a oedd yn wir yn flaenorol. Ystyriwch yr enghraifft ganlynol, yn seiliedig ar y cyfnewidiadau carbon a ddangosir yn y diagram system "cynrychioliad cyfnewid atmosfferig" yn Ffigur 2-7. (Unwaith eto, er mwyn cynorthwyo eglurder, rhagdybir bod cynhyrchu pren yn cynnwys tanwydd coed yn unig, ond gellid datblygu enghraifft debyg gan gynnwys cynhyrchion pren materol.)

Mae ardal eithaf mawr o goetir yn dal a storio carbon ar gyfradd o tua 100 mil o dunelli o garbon y flwyddyn, hynny yw:

$$A - B - C = 100,000 \text{ tC bl}^{-1}.$$

Mae rhywfaint o gynaeafu yn digwydd yn y coetiroedd, i gynhyrchu tanwydd coed. Mae cyfradd y cynaeafu wedi bod tua'r un lefel ers blynyddoedd lawer ac mae prosesu a llosgi'r tanwydd coed yn arwain at golli 1 fil o dunelli o garbon o'r system bob blwyddyn, hynny yw:

$$D + g + G = 1,000 \text{ tC bl}^{-1}.$$

Felly cydbwysedd carbon net y system (Ffigur 2-7) yw:

$$100,000 - 1,000 = 99,000 \text{ tC bl}^{-1} \text{ (dalfa garbon net)}.$$

Nodir y cyfle i gynhyrchu llawer mwy o danwydd pren, wrth barhau i gynnal dalfa garbon net ar gyfer y system gyffredinol. Cymerir mesurau i gynyddu cynaeafu a chynhyrchu tanwydd coed. O ganlyniad, mae prosesu a llosgi tanwydd coed bellach yn arwain at golli 50,000 o dunelli o garbon o'r system bob blwyddyn, hynny yw:

$$D + g + G = 50,000 \text{ tC bl}^{-1}.$$

Os gwneir y rhagdybiad *sy'n ddiamau'n syml* bod y coetir yn parhau i ddal a storio carbon ar yr un gyfradd o 100,000 tC bl⁻¹, mae cydbwysedd carbon net y system yn newid i:

$$100,000 - 50,000 = 50,000 \text{ tC bl}^{-1} \text{ (sy'n dal i fod yn ddalfa garbon net)}.$$

Y broblem yma yw, er bod y system yn dal i fod yn ddalfa net, mae maint y ddalfa hon wedi'i leihau'n sylweddol gan y mesurau i gynyddu cynaeafu a chynhyrchu tanwydd coed o'r coetiroedd. Dylai fod yn amlwg, "o safbwynt yr atmosffer", bod *dalfa garbon net llai* o'r atmosffer yn *cyfateb yn union i allyriadau carbon net cynyddol* (fel CO₂) i'r atmosffer.

Ymhellach, fel y nodwyd yn Adran 2.1, mae Cytundeb Paris yn gosod y nod o gydbwyso ffynonellau (allyriadau) a dalfeydd NTG yn ail hanner y ganrif hon. Os yw'r ddalfa net bresennol mewn coetiroedd yn cael ei "fwyta" gan ymdrechion i gynhyrchu

mwy o ddeunyddiau ac ynni pren, bydd nod o'r fath yn llawer mwy heriol i'w gyflawni, gan orfod dibynnu ar ddatblygu atebion technolegol i ddal a storio carbon o'r atmosffer.

Yn gynharach, amlygwyd bod y rhagdybiaeth yn yr enghraifft uchod o ddalfa garbon coetir digyfnewid ($100\ 1000\ \text{tC}\ \text{bl}^{-1}$), waeth beth oedd y rheolaeth ar y coetir a lefel y cynaeafu), yn or-syml. Mewn trafodaethau ar y pwnc hwn, tynnir sylw yn aml at:

Gall 'rheolaeth weithredol (a chynaliadwy) ar goedwigoedd "gryfhau" h.y. cynyddu cyfradd dal a storio carbon gan goetiroedd'.

Mae hyn yn wir, ond mae'n annhebygol iawn y bydd y ddalfa garbon gynyddol yn gwneud iawn yn llawn am yr allyriadau cynyddol sy'n deillio o losgi mwy o danwydd coed. Ymhellach, gall "dwysáu" rheolaeth ar goetiroedd, hyd yn oed os yw hyn yn gwella dalfa garbon y coetir, yn aml olygu gostyngiadau mewn stociau carbon coetir a phroblemau ynghylch "dyled carbon", fel yr ymdrinnir eisoes yn Adrannau 2.12 a 2.16.4. Mae Matthews et al. (2018, Adran 3.3.3) yn rhoi enghraifft benodol yn dangos effaith gyffredinol rheolaeth uwch ar goetir ar ddalfa garbon y coetir, stociau carbon a cholledion carbon yn sgil cynaeafu.

Fel y nodwyd eisoes yn Adran 2.16.5, mae'r mathau hyn o faterion wedi bod yn destun llawer o astudiaethau ac adroddiadau. Er bod awgrymiadau wedi'u cynnig ynghylch sut y gellid rheoli amrywioldeb yn allyriadau CO_2 sy'n gysylltiedig â systemau cynhyrchu pren, mae hwn yn parhau i fod yn destun dadlau a dadansoddi pellach cyn y gellir sicrhau consensws ynghylch buddion lliniaru newid yn yr hinsawdd (neu fel arall) deunyddiau a bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd.

Gellir gweld trafodaeth ac eglurhad pellach ar faterion perthnasol sy'n gysylltiedig â thanwydd coed yn Matthews et al. (2018), yn benodol yn Adrannau 3.3.1 i 3.3.5 ac Adran 6.1.

3. MESURAU LLINIARU NEWID YN YR HINSAWDD MEWN COETIROEDD

Yn dilyn trafodaethau Schlamadinger et al. (2007) a Nabuurs et al. (2007) a'r ystyriaeth fanwl o opsiynau penodol a gyflwynwyd gan Mason et al. (2009), Matthews a Broadmeadow (2009) a Matthews et al. (2017), mae'n bosibl nodi nifer o weithgareddau penodol ym maes rheoli coedwigoedd sy'n berthnasol i ddatblygu bioeconomi a/neu gyfrannu at liniaru newid yn yr hinsawdd:

- Creu ardaloedd coetiroedd newydd (coedwigo)
- Atal colli coetiroedd (osgoi datgoedwigo)
- Cadw neu wella carbon mewn coetiroedd presennol, gan gynnwys amddiffyn rhag aflonyddwch a digwyddiadau eithafol megis tân
- Gwella cynhyrchiant, e.e. trwy gynaeafu cynyddol mewn coetiroedd presennol, er mwyn cyflawni effeithiau amnewid/dadleoli mewn sectorau eraill.

Mae'r rhestr a ddiffinnir uchod yn fersiwn symlach o'r ystod o fesurau ar gyfer coetiroedd a ystyriwyd ac a werthuswyd yn Schelhaas et al. (2006). Mae'r ystod o fesurau hefyd yn debyg ar y cyfan i'r rhai a ystyriwyd mewn adroddiad i Bwyllgor Sefydlog Coedwigaeth yr UE (Pwyllgor Sefydlog Coedwigaeth 2010). Ystyrir y mesurau hyn yn fanwl yn Adrannau 3.1 i 3.3. Rhoddir amcangyfrifon dangosol o botensial lliniaru fesul hectar yn Adran 4.6. Esbonnir sail yr amcangyfrifon hyn yn Adran 4.1.

Mae dynameg carbon systemau coetiroedd yn dibynnu i bob pwrpas ar amser a gall ymatebion i ymyriadau rheoli fod yn gymhleth. Un nodwedd gyffredin ar gyfer pob mesur, fodd bynnag, yw y bydd unrhyw ddal a storio carbon yn dirlenwi yn y pen draw (yn fiolegol neu'n dechnegol, gweler Adran 2.7) yn y tymor hir.

3.1 Creu coetiroedd (coedwigo)

Yn gyffredinol, mae trosi tir nad yw'n goetir yn goetir, trwy blannu coed neu annog adfywio naturiol, yn golygu cynnydd net mewn llystyfiant a stociau carbon pridd (yn sicr o'u hystyried gyda'i gilydd). Byddai enghraifft ddigon eithafol yn cynnwys coedwigo ar hen borfa i greu "coetir anial", a allai ddal a storio cronfa sylweddol o garbon, gan dybio na fydd digwyddiadau aflonyddu mawr yn digwydd (gweler er enghraifft Atodiad A1, Adran A1.2).

Os rheolir coetiroedd sydd newydd eu creu ar gyfer cynhyrchu pren a thanwydd, dylai hefyd fod effeithiau cadarnhaol sylweddol ar allyriadau NTG mewn sectorau eraill, o gymharu â'r opsiwn o ganiatáu i stociau carbon yn y coetiroedd newydd gronni (gweler er enghraifft Atodiad A1, Adrannau. A1.4 i A1.6). Fodd bynnag, amlygwyd ansicrwydd ynghylch y cyfraniadau hyn yn y tymor hwy yn y prif adroddiad. Bydd y cydbwysedd rhwng symud CO₂ o'r atmosffer yn y coed sy'n tyfu ac effeithiau traws-sectoraidd o ddefnyddio pren wedi'i gynaeafu yn dibynnu ar y math o system goetir a ystyrir.

Yn seiliedig ar ystyried canlyniadau megis y rhai yn Atodiad A1 (Adrannau A1.2 i A1.6), awgrymir y gall creu coetir â'r nod o liniaru newid yn yr hinsawdd gynnwys

opsiynau sy'n cynnwys graddau amrywiol iawn o reoli, o ddim cynaeafu i gynhyrchu pren yn ddwys. Mae'r prif opsiynau'n cynnwys:

- Cronni "cronfeydd carbon" trwy greu "coetiroedd anial"
- Darparu cymysgedd o ddal a storio carbon mewn coetir a buddion traws-sectoraidd trwy greu coetiroedd newydd â'r bwriad o gynhyrchu pren o ansawdd uchel sy'n addas i'w ddefnyddio fel amrywiaeth o ddeunyddiau (ac ar gyfer tanwydd), ond yn arbennig pren adeiladu.
- Blaenoriaethu cynhyrchu ffibr bio-màs trwy greu "coedwigoedd bio-màs" cylchdro byr newydd ("coedwigaeth cylchdro byr"), gan gynnwys coedwigoedd a reolir fel coedlannau.

Mae angen bod yn ofalus o hyd wrth ddilyn gweithgareddau coedwigo. Os yw stociau carbon ar dir eisoes yn uchel cyn i'r goedwig gael ei chreu (e.e. mae'r safle sy'n cael ei ystyried yn fawndir neu'n bridd gyda lefelau uchel iawn o ddeunydd organig, sy'n cynnwys sawl math o laswelltiroedd), gallai'r newid net mewn stociau carbon sy'n deillio o greu'r goedwig fod yn fach ac mae'n debygol y bydd yn golygu gostyngiad cychwynol. Mewn sefyllfaoedd lle mae gostyngiad net mewn stociau carbon yn digwydd, gall gymryd degawdau i adfer stoc carbon o faint tebyg. Mae dadl barhaus ynghylch ymateb carbon pridd yn y blynyddoedd yn syth ar ôl plannu coed, yn gyffredinol o ran colli stociau carbon yn y lle cyntaf a'r amser sydd ei angen i'w hailgyflenwi.

Mae achosion sy'n cynnwys draenio priddoedd â deunydd organig uchel wrth baratoi ar gyfer coedwigo yn debygol o fod yn anaddas o ran lliniaru allyriadau NTG. Byddai draenio yn cynyddu amodau erobig yn y pridd, a fyddai'n debygol o arwain at occsideiddio deunydd organig a mwy o allyriadau (gweler Adran 2.9).

Ym mhob achos, bydd dal a storio carbon yn dirlenwi yn y pen draw, ar un pegwn pan gyrhaeddir terfyn "biolegol" anialwch, neu ar y llaw arall hyd at amser y cynhaeaf terfynol mewn coetiroedd a reolir yn unol â system sy'n cynnwys clirio (gweler Adran 2.7).

3.2 Atal colli coetiroedd (osgoi datgoedwigo)

Yn gyffredinol, mae trosi coetir yn fathau eraill o dir yn golygu gostyngiad net mewn llystyfiant a stociau carbon pridd. Byddai maint y gostyngiadau stoc carbon yn groes i'r codiadau stoc carbon a amcangyfrifwyd ar gyfer creu'r goedwig berthnasol (gweler y drafodaeth flaenorol ac Atodiad A1). Efallai y byddai allyriadau NTG i'r atmosffer o ganlyniad i golli llystyfiant (h.y. colli coed) yn eithaf cyflym (dyweder, dros 1 i 5 mlynedd, ond mae hyn yn dibynnu'n gryf ar yr hyn a wneir gyda'r bio-màs yn y coed a dorrwyd i lawr. Gallai colli carbon mewn pridd ddigwydd dros sawl degawd. Felly byddai disgwyl i atal datgoedwigo lliniaru'r allyriadau NTG hyn, gan awgrymu posibilrwydd lliniaru o'r un maint â'r amcangyfrifon a roddir ar gyfer coedwigo ond dros amserlenni byrrach.

Er y gallai fod yn wir yn gyffredinol bod atal datgoedwigo yn cynrychioli mesur lliniaru allyriadau NTG, gallai fod rhai eithriadau penodol. Er enghraifft, gallai adfer mawndiroedd sydd wedi'u coedwigo trwy dynnu coed, yn arbennig mewn achosion lle mae gan y coed gyfradd twf isel, y potensial i wyrddroi colledion carbon ac

allyriadau NTG eraill o briddoedd mawndir a achosir gan eu draenio a'u coedwigo o'r blaen.

3.3 Cadw neu wella carbon mewn coetiroedd presennol

Pan fydd darn o goetir yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchu pren (trwy deneuo coed neu dorri coed i lawr yn gyfnodol ar gylchdro), bydd effaith ar stociau carbon. Yn benodol, mae stociau carbon mewn coetiroedd a reolir ar gyfer cynhyrchiant fel arfer yn is o gymharu â choetiroedd tebyg a adewir i ddatblygu'n anialwch (Broadmeadow a Matthews 2003; Matthews a Robertson 2006; Mason et al. 2009; gweler hefyd Adran 2.16.1 ac Atodiad A1). Trwy oblygiad, gellid cynyddu stociau carbon mewn ardaloedd coetiroedd (gan dynnu CO₂ o'r atmosffer o ganlyniad) pe byddai newidiadau priodol yn cael eu cyflwyno yn y ffordd y rheolir coetiroedd ar gyfer cynhyrchiant (Mason et al. 2009). Mewn gwirionedd, gall rhai newidiadau yn y dull y rheolir coetiroedd newid lefel "dirlawnder technegol" stociau carbon mewn coetiroedd oddi ar werth cychwynol (sy'n gysylltiedig â rheolaeth flaenorol y coetiroedd) i werth gwell. Yn gyffredinol, mae mesurau perthnasol i reoli coetiroedd yn cynnwys gadael coed i dyfu am gyfnod hwy cyn eu cynaeafu, neu beidio â'u cynaeafu o gwbl. Mae'r prif opsiynau'n cynnwys:

- Cylchdroadau hwy mewn clystyrau o oed gwastad a reolir (Adran 3.3.1)
- Osgoi clirio coed mewn clystyrau a reolir (rheolaeth "gorchudd parhaus", Adran 3.3.2)
- Cyfyngu ar gynhyrchiant (Adran 3.3.3)
- Trosi coedwigoedd a reolir yn goetiroedd anial (Adran 3.3.4)
- Cadw coetiroedd hirsefydlog gyda stociau carbon uchel presennol (trwy osgoi cynaeafu, Adran 3.3.5).

Trafodir yr opsiynau hyn isod, yn ôl y rhifau adran a roddir uchod, tra rhoddir asesiad cryno o'r opsiynau yn Adran 3.3.6.

3.3.1 Cyflwyno cylchdroadau hwy mewn clystyrau o oed gwastad

Yn seiliedig ar y drafodaeth yn gynharach yn yr atodiad hwn ac yn Atodiad A1, mae'n amlwg:

- Yn nodweddiadol, gall coetir ddal a storio stoc gyfyngedig (cymedrig tymor hir) o garbon
- Mae maint y stoc carbon hon yn dibynnu ar reolaeth, a bydd y cylchdro a weithredir yn ddylanwad mawr
- Yn gyffredinol, bydd lefel y cynaeafu (teneuo a chlirio) mewn coedwigoedd yn effeithio ar stociau carbon.

Os yw'r cyfnod rhwng digwyddiadau clirio mewn clystyrau o oed gwastad a reolir sy'n ffurfio coetir yn cael ei ymestyn, yna dylai'r stoc carbon gyffredinol yn y goedwig gynyddu (mae hyn i'r gwrthwyneb i'r drafodaeth yn Adran 2.16.1).

Yn seiliedig ar ystyriaeth o'r amcangyfrifon stoc carbon Ffigur 2-9 yn Adran 2.16.1, pe byddai oedrannau cylchdroi nodweddiadol yn cael eu hymestyn o 20 mlynedd, yna byddai stociau carbon ychwanegol yn cael eu dal a'u storio mewn ardaloedd coedwig

gyda maint o oddeutu 10 i 20 tC ha⁻¹. Mae hwn yn faint cymharol fach o garbon sydd wedi'i ddal a'i storio ond gallai hyn ddal i fod yn sylweddol pe byddai'n cynnwys ardaloedd mawr o goedwig. Pe byddai mesur o'r fath yn cael ei gyflwyno ym mhob un o'r clystyrau coetir sy'n agos at oedran clirio, byddai hyn yn arwain at ostyngiad sylweddol mewn cynhyrchiant coed yn y tymor byr, felly mae'n ymddangos yn debygol y byddai'r cylchdro hwy yn cael ei weithredu'n raddol ar draws gwahanol ardaloedd coedwig fel rhan o raglen o ailstrwythuro coetiroedd. Fodd bynnag, byddai'r manylion yn dibynnu ar ddsbarthiad oedran presennol y coetiroedd. Byddai'r newid stoc carbon yn digwydd dros y cyfnod a gymerir i'r clystyrau addasu i'r cylchdroadau hwy, a fyddai'n dibynnu ar ddsbarthiad oedran ond a allai gymryd unrhyw beth rhwng 80 a 100 mlynedd. Mae'r meintiau, y cyfnodau a'r cyfraddau canlyniadol hyn yn dibynnu ar fanylion ynghylch sut roedd y coetiroedd yn cael eu rheoli'n wreiddiol a maint newid y cylchdro. Bydd y newidiadau mewn dal a storio carbon dros amser yn gymhleth. Dylid nodi hefyd bod newid rheolaeth ar ardaloedd coetiroedd mewn ffyrdd nad ydynt bob amser yn diwallu gofynion y farchnad ar gyfer cynhyrchu yn debygol o arwain at effeithiau sy'n cael eu cyfryngu gan y farchnad megis mwy o fewnforion ac o bosibl allyriadau NTG cysylltiedig sy'n deillio o ollyngiadau (e.e. dwysáu cynaeafu coedwigoedd mewn mannau eraill), yn ogystal ag achosi goblygiadau economaidd negyddol.

3.3.2 Osgoi clirio coed mewn clystyrau a reolir

Os yw coetir yn cael ei reoli fel cyfanrwydd o glystyrau o oed gwastad wrth glirio'n gyfnodol, yna gellid newid yr arfer o glirio i system sy'n seiliedig ar dorri coed unigol neu grwpiau bach o goed i lawr yn ddedolus (a elwir fel arall yn goedwriaeth neu reolaeth "gorchudd parhaus"). Mae system o'r fath hefyd yn debygol o gynnwys cadw rhai coed am gyfnod hwy nag a oedd yn wir o dan y system glirio flaenorol. Fodd bynnag, gall newidiadau eraill i'r system goedwriaethol gynnwys cynaeafu cynyddol ymhlith coed o feintiau llai. Mae rhywfaint o ddadl ynghylch yr effeithiau net ar stociau carbon clystyrau o ganlyniad i gyflwyno dulliau rheoli "gorchudd parhaus" o'r fath mewn ardaloedd coetiroedd a reolwyd yn flaenorol ar drefn glirio. Fodd bynnag, mae rhywfaint o dystiolaeth hefyd i awgrymu y gallai stociau carbon cyfartalog tymor hir mewn clystyrau "gorchudd parhaus" fod ychydig yn fwy nag ar gyfer clystyrau "wedi'u clirio" (Seidl et al. 2007; Stokes a Kerr 2009).

Yn gyffredinol, mae rheoli ar ffurf gorchudd parhaus hefyd yn lleihau maint aflonyddwch ar y pridd o'i gymharu â digwyddiadau clirio. Felly mae osgoi clirio (a mabwysiadu rheolaeth gorchudd parhaus) yn cynrychioli mesur posibl ar gyfer lliniaru allyriadau NTG, yn arbennig mewn ardaloedd coetiroedd sydd â chynnwys deunydd organig pridd uchel. Mae'r newid stoc carbon dan sylw yn debygol o fod yn debyg i, neu ychydig yn fwy na'r amcangyfrif ar gyfer yr opsiwn o ymestyn cylchdroadau mewn coedwigoedd o oed gwastad (gweler Adran 3.3.1). Gallai'r newidiadau stoc carbon ddigwydd dros y cyfnod a gymerir i drawsnewid y clystyrau i reolaeth gorchudd parhaus, a fyddai'n dibynnu ar ddsbarthiad oedran y coedwigoedd ond a allai gymryd unrhyw beth hyd at 100 mlynedd. Byddai'r manylion hyn yn dibynnu ar fanylion penodol ynghylch sut roedd y coetiroedd yn cael eu rheoli ar gyfer cynhyrchiant yn wreiddiol a maint y trawsnewid. Bydd y newidiadau mewn dal a storio carbon dros amser yn gymhleth.

Gellid cyfuno opsiynau rheoli coetir megis trosi o glystyrau o oed gwastad a reolir gyda chlirio i reolaeth gorchudd parhaus ag annog datblygu clystyrau sy'n cynnwys cymysgeddau mwy amrywiol o rywogaethau coed. Er y gall hyn wneud rheolaeth yn fwy cymhleth a chostus, gallai hefyd gynyddu gwytnwch coetiroedd yn wyneb aflonyddwch (e.e. plâu a chlefydau) a newid yn yr hinsawdd yn y dyfodol. Yn dibynnu ar y rhywogaethau coed dan sylw, efallai y bydd cyfleoedd hefyd i wella cyfraddau twf cyffredinol y coedwigoedd â rhywogaethau cymysg. I'r gwrthwyneb, gallai mwy o gynrychiolaeth o rywogaethau coed cymysg mewn clystyrau heb ystyried amcanion cynhyrchu coed arwain at ostwng cynhyrchiant coedwigoedd.

3.3.3 Cyfyngu cynhyrchiant mewn clystyrau a reolir

Lle mae coetiroedd presennol yn cael eu rheoli ar gyfer cynhyrchiant, gellid lleihau maint y cynhyrchiant hwn yn fawr, er enghraifft trwy gyfyngu torri coed i lawr i grwpiau bach achlysurol iawn. Dylid nodi bod hyn i bob pwrpas yr un peth â rheoli'r coetiroedd fel cyfanrwydd o glystyrau bach iawn ar gylchdroadau hir iawn. Felly mae effaith cyflwyno rheolaeth o'r fath yn debyg i gylchdroadau sy'n ymestyn yn sylweddol iawn (gweler Adran 3.3.1; gellir cyfeirio at Ffigur 2-9 yn Adran 2.16.1 hefyd ar gyfer amcangyfrifon o effeithiau ymestyn cylchdroadau yn sylweddol).

Fel o'r blaen, byddai'r manylion yn dibynnu ar fanylion penodol ynghylch sut roedd y coetiroedd yn cael eu rheoli ar gyfer cynhyrchiant yn wreiddiol a maint y newid mewn cylchdro (h.y. y newid ym maint cynaeafu coed). Bydd y newidiadau mewn dal a storio carbon dros amser yn gymhleth. Byddai cyfyngu ar gynhyrchiant yn cael effeithiau economaidd sylweddol ar y sector coedwigaeth a byddai'n wynebu risg o symud y galw am bren yng Nghymru i bren a gyflenwir o ffynonellau y tu allan i Gymru.

3.3.4 Trosi'n goetir anial

Yr estyniad terfynol rhesymegol i'r opsiynau cadwraeth a ystyriwyd hyd yn hyn yw tynnu coetiroedd a reolir yn llwyr oddi wrth reoli ar gyfer cynhyrchiant. Mae effaith rhoi'r gorau i gynaeafu ar gyfer cynhyrchiant yn llwyr yn fwy na phan nad yw cynhyrchiant ond yn cael ei gyfyngu fel y trafodwyd uchod, â newid cyffredinol mawr o bosibl mewn stociau carbon mewn coed a phridd (gweler er enghraifft y canlyniadau yn Adrannau A1.2 ac A1.4 yn Atodiad A1 Fel o'r blaen, byddai'r manylion hyn yn dibynnu ar fanylion penodol ynghylch sut roedd y coetiroedd yn cael eu rheoli ar gyfer cynhyrchiant yn wreiddiol. Mewn rhai achosion, efallai y bydd angen addasu cyfansoddiad rhywogaethau coed y coetiroedd gwreiddiol a reolir, er enghraifft symud o rywogaethau coed cynhyrchiol sy'n tyfu'n gyflym ond sydd weithiau'n fyrhoedlog i rywogaethau coed mwy parhaus. Bydd y newidiadau mewn dal a storio carbon dros amser yn gymhleth. Byddai cyfyngu ar gynhyrchiant yn cael effeithiau economaidd sylweddol ar y sector coedwigaeth a byddai'n wynebu risg o symud y galw am bren yng Nghymru i bren a gyflenwir o ffynonellau y tu allan i Gymru.

3.3.5 Cadwraeth coetiroedd hirsefydlog â stociau carbon uchel

Er mwyn cyd-fynd â gweithgareddau sy'n cynnwys gwella stociau carbon mewn coetiroedd a reolir, gellir cymryd mesurau i warchod stociau carbon uchel presennol

mewn coetiroedd naturiol a lled-naturiol sefydledig. Byddai hyn yn golygu osgoi cynaeafu yn yr ardaloedd hyn a, lle mae'n ymarferol, amddiffyn y coetiroedd hyn rhag aflonyddwch naturiol megis tanau.

Mewn sefyllfaoedd lle gallai fod posibilrwydd y byddai'r cynaeafu'n digwydd mewn ardaloedd coetiroedd o'r fath, mae'n ymddangos bod manteision cadwraeth ac amddiffyn yn gymhellol. Fodd bynnag, gallai fod cyfyngiadau ar weithgareddau o'r fath. Efallai na fydd yn ymarferol amddiffyn coetiroedd yn gyfan gwbl rhag tanau, stormydd ac achosion o blâu a chlefydau. Er na ddylai hyn atal ymdrechion i warchod coetiroedd naturiol a lled-naturiol sydd â stociau carbon uchel, dylid cydnabod bod ecosystemau o'r fath yn dal i ddatblygu'n ddynamig ac efallai y bydd cyfnodau pan gollir stociau carbon (a phan fydd allyriadau CO₂ net) fel o ganlyniad i brosesau naturiol o farwolaethau ac aflonyddwch ar goed, yn ogystal â chyfnodau o ddal a storio carbon net pan fydd coetiroedd yn gwella ar ôl aflonyddwch amgylcheddol.

3.3.6 Ystyried opsiynau cadwraeth ynghylch carbon coetiroedd

Mae gan fesurau sy'n cynnwys cadwraeth carbon mewn coetiroedd presennol atyniadau penodol. Ni ddylent alw am newid sylweddol yn y defnydd tir (neu o leiaf gorchudd tir). Mae rhai opsiynau (megis ymestyn cylchdroadau) yn hawdd eu deall ac yn cynnwys addasiadau syml i'r dulliau rheoli presennol. Fodd bynnag, gallai gweithredu mesurau o'r fath fod yn anodd. Gall y cynnydd posibl yn y stociau carbon coetir dan sylw fod yn sylweddol ond, yn yr un modd, gallant fod ar raddfa gymedrol a gall fod yn anodd gwahaniaethu yn erbyn "sŵn cefndirol" y newidiadau mewn stoc carbon sy'n digwydd mewn clystyrau unigol ar draws yr ardal goetir (mae gan hyn oblygiadau o ran monitro, adrodd a dilysu). Byddai rhai o'r ymagweddau newydd arfaethedig tuag at reoli (e.e. osgoi clirio) yn cynnwys cyflwyno systemau cymhleth o reoli coed a choetiroedd a all fod ar gost gymharol uchel ac nad yw ymarferwyr coedwigaeth heb unrhyw brofiad blaenorol yn eu deall yn dda bob amser. Byddai angen amddiffyn coetiroedd "aniai" sydd newydd eu datblygu ac efallai y bydd rhaid eu rheoli'n weithredol i greu'r coetir a ddymunir yn y pen draw (e.e. er mwyn sicrhau cyfansoddiad rhywogaethau priodol).

Mae pob un o'r mesurau cadwraeth carbon coetiroedd yn cynnwys tyniadau net o CO₂ o'r atmosffer a dal a storio carbon mewn bio-màs - o ganlyniad mae'r effeithiau cadarnhaol yn dirlenwi yn y pen draw (yn fiolegol neu'n dechnegol) ac maent o bosibl yn wrthdroadwy (h.y. mae'r effeithiau'n "ansefydlog"). Mae'r holl opsiynau hefyd yn awgrymu gostyngiad yn y cyflenwad o bren sydd wedi'i gynaeafu o'r ardaloedd coetiroedd perthnasol (er bod dadl ynghylch yr achos o gyflwyno rheolaeth barhaus ar orchudd, gweler er enghraifft Stokes a Kerr 2009). Felly, gallai mynediad i unrhyw gyflenwad presennol o adnoddau adnewyddadwy sy'n seiliedig ar bren fod yn gyfyngedig a gallai fod colled o refeniw i berchnogion coetiroedd a cholled o swyddi yn y sector. Yn ogystal, bydd effeithiau a gyfryngir gan y farchnad, er enghraifft, efallai y bydd rhaid disodli defnydd o fio-màs a phren trwy ddefnyddio tanwydd a deunyddiau eraill a allai gynnwys mwy o allyriadau NTG, neu efallai y bydd rhaid mewnfario bio-màs a phren, a allai o bosibl gynnwys adnoddau coetiroedd a reolir yn llai da mewn mannau eraill. Goblygiadau'r effeithiau traws-sectoraidd hyn yw y byddai angen gweithredu mesurau cadwraeth carbon coetiroedd yn ofalus, mewn ffyrdd na fyddai'n peryglu mynediad gan farchnadoedd i gyflenwadau bio-màs a

phren. Fel enghraifft syml, gall yr ardaloedd presennol o goetiroedd a reolir ar gylchdroadau byr iawn gynhyrchu mwy o bren a bio-màs yn flynyddol os yw eu cylchdroadau yn cael eu hystyngi, a thrwy hynny hefyd gallant wella stociau carbon cyfartalog tymor hir. Fodd bynnag, byddai angen nodi'r cyfle ar gyfer y math hwn o fesur cyflenwol ar sail clwstwr wrth glwstwr bron. Ymhellach, nid yw pob sefyllfa mor hawdd i'w gwerthuso ag yn yr enghraifft hon.

Mae newid yn yr hinsawdd yn debygol o gynyddu'r tebygolrwydd o aflonyddwch naturiol, megis stormydd, tanau a phlâu a chlefydau, a allai gyfaddawdu stociau carbon coetiroedd ac o bosibl myndro dal a storio carbon, gan gynnwys mewn ardaloedd coetiroedd sy'n destun mesurau cadwraeth carbon. Gall rheoli'r risgiau sy'n gysylltiedig â'r ansicrwydd hyn gyfyngu ar y potensial i wella neu gynnal stociau carbon mawr. Fel y nodwyd yn y drafodaeth flaenorol, gallai rhai gweithgareddau cadwraeth carbon coedwig gynnwys newidiadau i rywogaethau coed presennol neu arallgyfeirio cyfansoddiad rhywogaethau coedwigoedd, fel rhan o sicrhau gwytnwch coedwigoedd.

3.4 Gwell cynhyrchiant mewn coetiroedd presennol

Fel y nodwyd yn y drafodaeth flaenorol, gallai rhai gweithgareddau cadwraeth carbon coedwig gynnwys newidiadau i rywogaethau coed presennol neu arallgyfeirio cyfansoddiad rhywogaethau coedwigoedd, fel rhan o sicrhau gwytnwch coedwigoedd. Os gellir cynyddu cynhyrchiant o fio-màs a/neu bren o goetiroedd yna gellir gwella'r cyflenwad o bren adnewyddadwy a thanwydd coed a dylai fod mwy o gyfleoedd i leihau allyriadau NTG trwy gadw carbon sydd wedi'i ddal a'i storio mewn cynhyrchion pren a'u defnyddio yn lle deunyddiau sy'n ddwysach o ran NTG ac ynni wedi'i seilio ar ffosiliau. Y prif opsiynau perthnasol yw:

- Addasu cylchdroadau a weithredir i glystyrau coedwig o oed gwastad yn agosach at yr uchafswm cynhyrchiol (Adran 3.4.1)
- Symud cynhyrchiant o goedwigoedd a oedd wedi'u tan-reoli/heb eu rheoli o'r blaen (Adran 3.4.2)
- Cynyddu cynaeafu torbrennau a phren canghennau (gweddillion cynaeafu, Adran 3.4.3)
- Newid/cyfoethogi cyfansoddiad rhywogaethau coed a chyfraddau twf coedwigoedd a reolir (Adran 3.4.4).

Trafodir yr opsiynau hyn isod, yn ôl y rhifau adran a roddir uchod, tra rhoddir asesiad cryno o'r opsiynau yn Adran 3.4.5.

3.4.1 Addasu cylchdroadau yn agosach at yr uchafswm cynhyrchiol

Mae gan goed (a chlystyrau coed o oed gwastad) gylchdro nodweddiadol (h.y. yr amser rhwng plannu a thorri i lawr ag ailstocio) y mae cynhyrchu pren a bio-màs ar eu lefel fwyaf ar ei gyfer (gweler Atodiad A1, Adran A1.7). Mae cyfnod y gylchdro hwn a maint y cynhyrchiant uchaf yn amrywio gan ddibynnu ar rywogaethau coed a chyfradd twf a'r mathau o ddeunydd a bennir i'w gynhyrchu (e.e. bio-màs crai a/neu bren strwythurol). Yn nodweddiadol, mae cylchdroadau "optimwm" o'r fath yng Nghymru rhwng 30 a 120 mlynedd ar gyfer conwydd a rhwng 30 a 150 mlynedd ar gyfer coed llydanddail, gan ddibynnu ar rywogaethau coed, cyfradd twf ac ati. Os yw

coed neu glystyrau yn cael eu torri i lawr ar gylchdro sy'n sylweddol fyrrach neu'n hwy na'r optimwm, yna bydd cynhyrchiant (cyfaint pren neu fio-màs yr hectar y flwyddyn) yn llai na'r uchafswm posibl. O ganlyniad, dylai addasu cylchdroadau yn agosach at y cyfnod optimwm gynyddu cynhyrchiant pren/bio-màs.

Gan dybio cymysgedd nodweddiadol o ddeunyddiau terfynol ar gyfer y deunydd ychwanegol a gynaeafir, dylai hyn arwain at ostyngiadau tymor hir posibl mewn allyriadau NTG a gyflawnir trwy ddefnyddio bio-ynni a phren. Dylid nodi bod y casgliad hwn yn ymwneud yn benodol â budd amnewid y defnydd cynyddol o'r pren a bio-ynni; mae angen ystyried hyn ar y cyd ag unrhyw effeithiau ar stociau carbon coetiroedd o ganlyniad i newidiadau i gylchdroadau. Gall cyfraniad o'r fath fod yn gymharol gymedrol mewn rhai achosion ond gallai ddal i fod yn sylweddol pe byddai'n bosibl gweithredu'r math hwn o fesur dros ardaloedd mawr iawn o goetiroedd. Fodd bynnag, oherwydd bod cylchdroadau yn hir ar y cyfan, gallai unrhyw effeithiau cadarnhaol a ddaw o addasu cylchdroadau gymryd amser i'w gweithredu ac o ganlyniad i'r effeithiau ddod yn amlwg.

Mae'r effeithiau posibl ar stociau carbon coetiroedd yn bwysig iawn i'w hystyried wrth benderfynu a ddylid addasu cylchdroadau mewn ardaloedd coedwig er mwyn cynyddu'r cyflenwad o gynhyrchion pren a thanwydd coed (gweler Atodiad A1, Adran A1.7). Er enghraifft, rheolir ardaloedd coetiroedd yng Nghymru a manau eraill ar gylchdroadau amrywiol (ac yn aml yn hwy) er mwyn cyflawni ystod o amcanion economaidd, amgylcheddol a thirweddol. Pe byddai penderfyniad yn cael ei wneud i fyrhau cylchdroadau er mwyn cynyddu cyfanswm cynhyrchiant bio-màs neu foncyffion llifio, byddai hyn yn fwyaf tebygol o arwain at ostyngiad yn lefel gyffredinol y stociau carbon yn yr ardaloedd coedwig hyn. Ar y llaw arall, mae enghreifftiau hefyd o ardaloedd coedwig sy'n cael eu rheoli ar gylchdroadau cymharol fyr, wedi'u hysgogi i raddau helaeth gan ofynion y farchnad neu'n adlewyrchu stoc tyfu coed diraddiedig yn y goedwig. Pe byddai penderfyniad yn cael ei wneud i ymestyn cylchdroadau er mwyn cynyddu cyfanswm cynhyrchiant bio-màs neu foncyffion llifio, byddai hyn yn fwyaf tebygol o arwain at gynnydd yn lefel gyffredinol y stociau carbon yn yr ardaloedd coedwig hyn (gan awgrymu dal a storio carbon biogenig). Mae'n dilyn y gall camau i 'ddwysau' rheolaeth ar ardaloedd coedwig er mwyn cynyddu cyflenwad bio-ynni coedwig, trwy addasiadau i gylchdroadau, gael effeithiau gwrthwynebol neu synergyddol ar stociau carbon coedwig, h.y. colledion stoc carbon neu ddal a storio carbon.

Weithiau, mae ymarferwyr coedwigaeth yn honni y gall byrhau cylchdroadau clystyrau coedwig hŷn yn agosach at yr uchafswm cynhyrchiol gryfhau cyfradd dal a storio carbon coedwig (gweler e.e. Hektor et al. 2016). Fodd bynnag, mae'r dystiolaeth a gyflwynir i gefnogi'r honiadau hyn yn seiliedig ar ddehongliad penodol o ddalfa garbon y goedwig (gweler Adran 2.16.1) ac ymddengys ei bod yn anwybyddu'r effeithiau negyddol ar stociau carbon coedwig (gweler Matthews et al. 2018, Adran 3.3.3 Serch hynny, mae'n dal yn wir y gall addasu cylchdroadau mewn clystyrau o goed er mwyn cynyddu cynhyrchiant cyffredinol gael effeithiau negyddol, cadarnhaol neu niwtral ar stociau carbon coedwig, gan ddibynnu ar amgylchiadau lleol (h.y., a yw addasiadau i gylchdroadau yn golygu byrhau, ymestyn neu gyfuniad o'r ddau).

3.4.2 Symud cynhyrchiant mewn coetiroedd a oedd wedi'u tan-reoli/heb eu rheoli o'r blaen

Lle nad yw coetiroedd yn cael eu rheoli ar gyfer cynhyrchiant, neu lle mae rheolaeth ar gyfer cynhyrchiant yn gyfyngedig iawn, mae'r posibilrwydd yn bodoli i gynyddu cynaeafu pren a bio-màs yn sylweddol ar gyfer gweithgynhyrchu deunyddiau a'u defnyddio fel ynni adnewyddadwy. Gallai'r gostyngiadau posibl mewn allyriadau NTG fod yn sylweddol ac yn dymor hir, cyhyd â bod y cynhyrchion hyn yn cymryd lle cynhyrchion amgen sy'n ddwysach o ran NTG. Fodd bynnag, yn gyffredinol mae'r cynhyrchiant cynyddol a'r potensial i amnewid cynnyrch ar draul gostyngiadau mewn stociau carbon coetiroedd, a all fod yn sylweddol. Er enghraifft, mae hyn yn amlwg o gymhariaeth o'r stociau carbon cymedrig tymor hir yn y clwstwr llydanddail cymysg a'r clwstwr pefrwydd a reolir, a drafodir yn Adrannau A1.2 ac A1.4 yn Atodiad A1. Dylai'r newid stoc carbon sy'n deillio o gyflwyno rheolaeth fod yn "untro", tra dylai'r gostyngiadau mewn allyriadau o amnewid cynnyrch barhau. Fodd bynnag, mae nifer o astudiaethau ymchwil wedi awgrymu y gallai'r "pwynt adennill costau" pan fydd gostyngiadau mewn allyriadau NTG o amnewid cynnyrch yn fwy na gostyngiadau stoc carbon gymryd sawl degawd i'w gyflawni (gweler e.e. Matthews et al. 2014b, Adran 5.3.2).

3.4.3 Cynyddu cynaeafu torbrennau a phren canghennau (gweddillion cynaeafu)

Tan yn eithaf diweddar, mae cynaeafu confensiynol o bren a bio-màs mewn coetiroedd wedi canolbwyntio ar bren coesynddau'r coed, gyda "thorbrennau" (e.e. i dynnu diffygion coesynddau) a phren canghennau yn gyffredinol yn cael eu gadael ar y safle mewn coetiroedd. Fodd bynnag, fe fu diddordeb cynyddol mewn cynaeafu'r rhain hefyd fel ffynhonnell bosibl o ynni bio-màs. Mae cynaeafu torbrennau a phren canghennau eisoes yn digwydd mewn rhai ardaloedd coetiroedd yng Nghymru ac mae hyn yn debygol o barhau o dan amgylchiadau priodol. Fodd bynnag, mae angen bod yn ofalus wrth ymgymryd â gweithgareddau o'r fath, yn benodol i gyfyngu ar y mathau o safleoedd lle gall hyn ddigwydd ac i gyfyngu ar faint o fio-màs y gellir ei dynnu o safleoedd, er mwyn sicrhau nad yw maetholion y pridd yn cael eu dihysbyddu, nad yw asidedd y pridd yn cael ei effeithio'n niweidiol a bod difrod ffisegol i briddoedd yn cael ei osgoi neu ei leihau.

Mae faint o fio-màs sydd ar gael i'w gynaeafu o dorbrennau a phren canghennau yn benodol iawn i'r safle. Byddai'r gostyngiadau mewn allyriadau NTG y gellir eu cyflawni o ddefnyddio'r bio-màs hwn fel ynni yn dibynnu ar y broses drosi ynni a'r math o ffynhonnell ynni a ddisodlir. Mae dadl barhaus ynghylch effaith cynaeafu deunydd nad yw'n goesynnau ar gynaliadwyedd safle tymor hir (e.e. o ran ffrwythlondeb, asidedd a strwythur y pridd). Mae'r angen i amddiffyn ansawdd y safle a'r pridd yn debygol o osod cyfyngiadau sylweddol ar gynaeafu deunydd nad yw'n goesynnau, yn arbennig mewn achosion lle mae'r meintiau o bren gweddilliol a adewir ar y safle trwy gynaeafu confensiynol yn fach.

Fel y dangosir yn Adran A1.11 yn Atodiad A1, er y gallai echdynnu gweddillion cynaeafu ddarparu ffynhonnell ychwanegol o fio-màs, mae effeithiau hefyd ar stociau carbon mewn pren marw a sbwriel mewn coetiroedd a all, ar y cychwyn, wrthbwysu

gostyngiadau'r allyriadau NTG a gyflawnwyd trwy ddefnyddio'r bio-màs (e.e. fel ffynhonnell ynni).

Gall cael gwared â bonion a gwreiddiau fel rhan o gynaeafu bio-màs ychwanegu at gyfanswm yr allbwn bio-màs ac at fuddion amnewid, ond mae'r aflonyddwch cynyddol pridd a sbwriel, ag allyriadau NTG cysylltiedig, a'r risg o nifer o effeithiau posibl eraill (ar gylchu faetholion, cynhyrchiant, bioamrywiaeth) yn awgrymu y dylai'r opsiwn hwn fod yn berthnasol dim ond fel mesur lliniaru allyriadau NTG mewn amgylchiadau penodol iawn (e.e. lle bydd angen fel rhan o reoli clefydau neu lle mae effeithiau negyddol ar ansawdd pridd a stociau carbon yn gyfyngedig).

3.4.4 Newid/cyfoethogi cyfansoddiad rhywogaethau coed a chyfraddau twf coedwigoedd a reolir

Pan fydd coed yn cael eu teneuo neu eu cwmpo, mae'r posibilrwydd yn bodoli i roi coed o wahanol rywogaethau sydd â chyfraddau twf uwch yn eu lle. Gallai hyn gynyddu cynhyrchiant clystyrau fesul hectar wrth gynnal stociau carbon. Mae'r potensial i gynyddu cynhyrchiant clystyrau fel hyn yn debygol o fod yn benodol iawn i amgylchiadau lleol. Fodd bynnag, enghraifft benodol sy'n berthnasol i Gymru yw ailstocio clystyrau cynhyrchiol pefrwydd Sitka gyda stoc wedi'i wella'n enetig (gweler Adrannau A1.4 ac A1.6 yn Atodiad A1). Dylai'r gostyngiadau posibl mewn allyriadau NTG a gyflawnir trwy ddefnyddio bio-ynni a phren barhau i'r tymor hir, cyhyd â bod y cynhyrchion hyn yn cymryd lle cynhyrchion amgen sy'n ddwysach o ran NTG. Dylid nodi bod ardaloedd pefrwydd Sitka yng Nghymru eisoes yn cael eu hailstocio â choed "gwell".

Er ei fod yn ymddangos bod yr opsiwn o newid a chyfoethogi rhywogaethau coed yn cynnig rhywfaint o botensial, mae cyfyngiadau a risgiau'n gysylltiedig â'i weithredu. Er enghraifft, gallai fod yn anodd rhagweld y cynnydd mewn cynhyrchiant a wireddir mewn gwirionedd ar safleoedd unigol trwy newid rhywogaethau. Yn ogystal, mewn rhai sefyllfaoedd, gallai'r rhywogaeth newydd dyfu'n gyflymach ond efallai na fydd gan y pren a gynhyrchir y rhinweddau sy'n angenrheidiol i'w ddefnyddio ar gyfer yr un defnyddiau terfynol â'r rhywogaeth wreiddiol, a allai arwain at anawsterau marchnata a photensial is i leihau NTG trwy amnewid. Mae risgiau sy'n gysylltiedig â phlâu a chlefydau a fyddai'n dod yn sylweddol pe byddai un neu nifer cyfyngedig o rywogaethau'n cael eu dewis. Oherwydd y cyfnod hir y mae coed coetir yn debygol o dyfu drosto, bydd effaith newid yn yr hinsawdd yn dylanwadu ar ddewis rhywogaethau a allai, unwaith eto, fod yn anodd ei ragweld. Ar y llaw arall, gallai'r posibilrwydd fodoli i arallgyfeirio cyfansoddiad clystyrau coedwig trwy annog neu greu cymysgeddau rhywogaethau coed, a allai gefnogi gwytnwch coedwigoedd yn wyneb newid amgylcheddol a digwyddiadau aflonyddu, wrth gynnal cynhyrchiant coedwig tymor hir.

Mae Matthews et al. (2014b) yn nodi gweithgaredd rheoli coetir y cyfeirir ato fel "cyfoethogi" stoc tyfu mewn coetir. Gallai gweithgaredd o'r fath gynnwys, er enghraifft, ailblannu clystyrau heintiedig neu wella'r stoc tyfu mewn clystyrau coetir sydd wedi methu neu sydd wedi dirywio, neu mewn ardaloedd o brysgwydd. O bosibl, gallai'r mathau hyn o weithgaredd wella gallu coetiroedd i gynhyrchu pren a thanwydd, gan wella stociau carbon coetir hefyd. Fodd bynnag, mae maint y

potensial ar gyfer gweithgareddau cyfoethogi coetiroedd yn aneglur. Mae potensial gweithgareddau sy'n cynnwys newid rhywogaethau coed neu gyfoethogi clystyrau (a'r goblygiadau ar gyfer arferion coedwigaeth) yn golygu bwch gwybodaeth penodol ond pwysig.

3.4.5 Ystyried opsiynau cynhyrchu gwell

Mae gan fesurau sy'n seiliedig ar wella cynhyrchiant mewn coetiroedd presennol gryfderau clir. Cynyddir y cyflenwad o ffynhonnell adnewyddadwy bwysig o ddeunyddiau ac ynni (ac o bosibl cemegion). O ganlyniad, mae potensial ar gyfer gostyngiadau tymor hir mewn allyriadau NTG trwy amnewid am gynhyrchion dwysach o ran NTG a/neu gynhyrchion adnewyddadwy, cyhyd â bod y cynhyrchion hyn yn cymryd lle cynhyrchion amgen dwysach o ran NTG. Gellid ystyried bod mesurau o'r fath hefyd yn cefnogi agenda "diogelwch ynni" (neu "ddiogelwch adnoddau") ehangach. Gallai gallu yn y diwydiannau coedwigaeth, pren a bio-màs ehangu a gallai fod buddion i ddatblygu gwledig o ran refeniw i berchnogion coetiroedd, swyddi o fewn y sector a gwelliannau mewn seilwaith gwledig.

Hefyd mae cyfyngiadau, anfanteision a risgiau sylweddol posibl yn gysylltiedig â mesurau o'r fath. Ar gyfer rhai opsiynau, mae'r effeithiau o ran lleihau allyriadau NTG yn gymharol fach. Mewn sawl sefyllfa bydd cyfyngiadau ymarferol ar wella cynhyrchiant mewn coetiroedd presennol. Er enghraifft, gellir rheoli clystyrau ar gylchdroadau nad ydynt yn optimwm neu sydd heb gael eu rheoli ar gyfer cynhyrchiant uchel i sicrhau gwastadrwydd cyflenwad pren, neu i osgoi effeithiau negyddol ar y dirwedd neu i amddiffyn cynefinoedd pwysig.

Yn gyffredinol, mae rhyngweithio rhwng rheolaeth ar goetiroedd ac effeithiau ar dirwedd a chynefin yn benodol iawn i leoliad a gallai newidiadau mewn rheolaeth gael effeithiau cadarnhaol neu negyddol. Yn sylfaenol, mae'r achos dros gynyddu'r cyflenwad pren a bio-màs yn rhagdybio bod galw (a gallu) digonol i'w ddefnyddio. Mae hyn yn awgrymu bod angen mesurau cydredol i wella'r defnydd effeithlon o bren a bio-màs i gymryd lle deunyddiau a thanwydd sydd ag allyriadau NTG uwch.

Mae'r mwyafrif o opsiynau (ond nid pob un) sy'n seiliedig ar wella cynhyrchiant mewn coedwigoedd presennol yn cynnwys effeithiau negyddol ar stociau carbon coed. Gall yr allyriadau CO₂ sy'n deillio o ostyngiadau mewn stociau carbon coetiroedd fod yn sylweddol ond yn y pen draw dylai buddion tymor hir y cynhyrchiant gwell (trwy effeithiau traws-sectoraidd) orbwyso'r colledion hyn, cyhyd â bod y mesurau'n cael eu cynnal a bod amnewid cynnyrch yn parhau i sicrhau gostyngiadau mewn allyriadau NTG yn y tymor hir. Fodd bynnag, fel y nodwyd eisoes yn y drafodaeth ar rai opsiynau, gall y "cyfnod ad-dalu" cyn sicrhau gostyngiadau allyriadau NTG net fod yn hir iawn.

4. MEINTIOLI EFFEITHIAU POSIBL MESURAU AR YR HINSAWDD

Pwrpas yr asesiad hwn yw cyflwyno crynodeb o botensial lliniaru dangosol fesul hectar ar gyfer y gwahanol fesurau a ddisgrifir yn Adran 3.

Mynegir yr amcangyfrifon ar gyfer potensial lliniaru ac effeithiau eraill opsiynau rheoli coetir ar ddal a storio carbon ac allyriadau nwyon tŷ gwydr mewn unedau o tCO₂-eq. ha⁻¹ neu tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ (cyfwerth â charbon deuocsid fesul hectar, neu gyfwerth â charbon deuocsid fesul hectar fesul blwyddyn). Mae canlyniadau negyddol ar gyfer newidiadau mewn stoc carbon neu allyriadau NTG yn dynodi dal a storio carbon net neu ostyngiadau net mewn allyriadau NTG; mae canlyniadau cadarnhaol yn dynodi colledion net stociau carbon neu allyriadau NTG net.

4.1 Sail yr amcangyfrifon y cyfeirir atynt mewn asesiadau

Gellir asesu'r potensial i goetiroedd yng Nghymru gyfrannu at liniaru newid yn yr hinsawdd yn feintiol mewn sawl ffordd. Mae enghreifftiau'n cynnwys:

1. Syntheseiddio tystiolaeth ac amcangyfrifon adroddedig o astudiaethau cyhoeddedig sy'n berthnasol i Gymru.
2. Amcangyfrif effaith ymyrraeth reoli benodol sy'n cynnwys coetiroedd, ar gyfer ardal dybiannol un hectar o dir.
3. Cynnal ymarfer foddelu senario ar raddfa fawr yn seiliedig ar y wybodaeth sydd ar gael ar gyfansoddiad a rheolaeth coetiroedd yng Nghymru, a gwerthuso effeithiau ymyriadau penodol mewn coetiroedd dros gyfnod o amser. Byddai angen caniatáu am ryngweithiadau â defnyddiau tir eraill (e.e. o ganlyniad i greu coetiroedd). Defnyddir dulliau o'r fath eisoes i amcangyfrif ac adrodd am ddalfeydd a ffynonellau NTG sy'n gysylltiedig â choetiroedd yng Nghymru, fel rhan o Stocrestrau NTG Cenedlaethol ar gyfer y DU o dan yr CFfCUNH. Hefyd cynhyrchir amcanestyniadau cysylltiedig o ddalfeydd a ffynonellau NTG coetiroedd ar gyfer y dyfodol o dan wahanol senarios polisi i gefnogi ymarferion cyllidebu carbon cenedlaethol.
4. Gweithredu plattform modelu defnydd tir integredig i archwilio senarios ar gyfer newid defnydd tir ac ymyriadau rheoli o fewn defnyddiau tir presennol yng Nghymru, gyda ffocws penodol ar opsiynau sy'n cynnwys coetiroedd.

Disgwylir i'r asesiad yn yr atodiad hwn fod yn seiliedig ar dystiolaeth o astudiaethau cyhoeddedig sy'n bodoli eisoes. Felly, mae'r dull cyntaf a ddisgrifir uchod yn gwbl briodol fel sail i'r asesiad. Gellir defnyddio amcanestyniadau cyhoeddedig o gydbwyseddau NTG coetiroedd i sefydlu cyfraniadau coetiroedd presennol yng Nghymru at ddal a storio carbon, o dan ystod gyfyngedig o senarios. Ystyrir tystiolaeth o'r math hwn, yn seiliedig ar yr amcanestyniadau gorau sydd ar gael ar hyn o bryd i Gymru, yn Adran 4.7. Ni chynhwysir cyfraniadau a wneir gan gynhyrchion pren ac sy'n disodli cynhyrchion eraill sy'n ddwysach o ran NTG yn yr amcanestyniadau hynny.

Mae ond ychydig iawn o ffynonellau tystiolaeth cyhoeddedig perthnasol eraill (e.e. Bateman 1996; Bateman a Lovett 2000; Binner et al. 2018). Mae cyfyngiadau i'r

ffynonellau hyn (e.e. ni ystyrir amnewid cynhyrchion pren ac nid ymdrinnir ag effeithiau opsiynau manwl ar gyfer ymyriadau sy'n cynnwys coetiroedd presennol).

Gellid cynnal modelu newydd sy'n defnyddio dulliau fel y disgrifir yn (3) a (4) uchod ond mae opsiynau o'r fath y tu allan i gwmpas yr asesiad cyfredol hwn. Mae hyn yn gadael dull fel yr awgrymir yn (2) uchod, cyhyd â bod amcangyfrifon cyhoeddedig ar gael i ganiatáu asesiad o'r fath. Dyma'r dull a fabwysiadwyd yn yr atodiad hwn, fel y disgrifir isod.

4.1.1 Ffynonellau data

Cyhoeddwyd amcangyfrifon sy'n berthnasol ar gyfer asesiad yn seiliedig ar y dull a nodwyd mewn adroddiad a luniwyd ar gyfer Cyfoeth Naturiol Cymru gan Matthews et al. (2017). Roedd y rhain wedi'u seilio ar set gymharol gyfyngedig o ganlyniadau a gynhyrchwyd gan y model CARBINE, ac awgrymwyd y gellid cyfeirio at y potensial lliniaru amcangyfrifedig fel canllaw bras.

Defnyddiwyd y canlyniadau presennol gan Matthews et al. (2017) yn yr asesiad hwn ar gyfer gwerthuso senario o gynyddu cynhyrchiant bio-màs o goetiroedd trwy echdynnu gweddillion cynaeafu, h.y. cyfran o bren canghennau a thorbreunau pren coesyndau a adewid fel arall i bydru ar y safle. Fodd bynnag, ar gyfer senarios eraill a ystyrir yn yr asesiad hwn, mae'r brif ffynhonnell ddata y cyfeirir ati yn cynnwys set fwy sylweddol a chyson o ganlyniadau a gynhyrchwyd fel rhan o'r prosiect ERAMMP. Fel rhan o'r modelu ar gyfer y prosiect hwn, cymhwyswyd model CARBINE Forest Research i gynhyrchu tabl mawr iawn o amcangyfrifon o'r effeithiau ar ddal a storio carbon coetiroedd ac allyriadau NTG ehangach sy'n deillio o wahanol opsiynau ar gyfer creu coetiroedd. Gellid addasu'r amcangyfrifon hyn hefyd i asesu effeithiau nifer o enghreifftiau o ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol. Nid yw'r canlyniadau ERAMMP crai wedi'u cyhoeddi ond mae'r canlyniadau perthnasol y cyfeirir atynt yn yr astudiaeth hon wedi'u nodi yma'n llawn yn Atodiad A2.

Ategwyd y canlyniadau ERAMMP ag amcangyfrifon o stociau carbon tymor hir mewn coetiroedd, a gyhoeddwyd fel rhan o Daenlen Cyfrifo Carbon Cod Carbon Coetiroedd y DU (Cod Carbon Coetiroedd 2020). Y prif ddefnydd a wnaed o'r canlyniadau ychwanegol hyn oedd wrth asesu effeithiau opsiynau rheoli coetiroedd sy'n cynnwys newidiadau i reolaeth ar goedwigoedd, e.e. addasiadau i gylchdroadau (gweler y drafodaeth yn Adran 2.16.1, yn arbennig Ffigur 2-9).

Mae'r canlyniadau ERAMMP yn ymdrin ag ystod o rywogaethau coed a chyfraddau twf (dosbarthiadau cynnyrch) a phedair cyfundrefn reoli ddangosol ar gyfer coetiroedd:

1. "Gwarchodfa", sefydliad coetir heb unrhyw reolaeth bellach (a dim cynaeafu coed), i greu "gwarchodfa" coetir gyda stociau carbon cymharol uchel. Rhagdybir bod yr opsiwn hwn yn cynnwys rhywogaethau coed llydanddail yn unig.
2. "Gorchudd parhaus", sefydliad coetir gyda rheolaeth ar gyfer cynhyrchu coed sy'n cynnwys teneuo'n rheolaidd ar gyfer cynhyrchu pren, ond gan osgoi clirio. Bwriedir rheolaeth i gefnogi'r coetir i ddatblygu'n strwythur o oed anwastad.
3. "Theneuo a thorri i lawr", sefydliad coetir gyda rheolaeth ar gyfer cynhyrchu pren sy'n cynnwys teneuo a chlirio rheolaidd ar gylchdro penodedig

4. "Coedwigaeth Cylchdro Byr (CCB)", sefydliad o goetir gyda rheolaeth yn debycach i gnwd amaethyddol lluosflwydd, ar gylchdro cymharol fyr, i gynhyrchu bio-màs fel ffynhonnell tanwydd pren (bio-ynni) neu o bosibl ar gyfer ffibr neu fel porthiant ar gyfer deunyddiau neu gemegion (nid yw'r opsiynau olaf hyn yn cael eu hystyried yma).

4.1.2 Rhywogaethau coed

Rhestrir y rhywogaethau coed a fodelwyd fel rhan o ERAMMP hyd yma yn Nhabl 4.1, ynghyd â'r byrfoddau a ddefnyddir wrth gyflwyno rhai o'r canlyniadau yn ddiweddarach yn yr adran hon.

Tabl 4.1 Rhywogaethau coed a fodelwyd fel rhan o ERAMMP (ym mis Ebrill 2020)

Rhywogaethau coed	Byrfodd
<i>Ffawydden</i>	<i>BE</i>
<i>Derwen</i>	<i>OK</i>
<i>Bedwen arian a bedwen</i>	<i>BI</i>
<i>Aethnen ac aethnen ddu</i>	<i>PO</i>
<i>Pinwydden yr Alban</i>	<i>SP</i>
<i>Pefrwydd Sitka</i>	<i>SS</i>
<i>Ffynidwydden Douglas</i>	<i>DF</i>

Dewiswyd y nifer gymharol fach hon o rywogaethau coed posibl i gynrychioli'r ystod o nodweddion twf posibl a photensial cynhyrchiol gwahanol fathau o goetiroedd yng Nghymru, wedi'u cyfyngu i raddau gan yr hyn a oedd ar gael yng nghanlyniadau ERAMMP.

4.1.3 Dosbarth cynnyrch

Cynhyrchwyd canlyniadau (ERAMMP a Chod Carbon y Coetiroedd) ar gyfer ystod eang o gyfraddau twf (dosbarthiadau cynnyrch). Fodd bynnag, er mwyn symleiddio'r asesiad a gyflwynir yma, gwnaed detholiad ymhlith canlyniadau ar gyfer pob dosbarth cynnyrch gwahanol, ar gyfer pob un o'r rhywogaethau coed, fel y dangosir yn Nhabl 4.2.

Roedd y detholiad hwn wedi'i seilio ar amcangyfrifon o ddsbarth cynnyrch cymedrig posibl ar gyfer pob rhywogaeth goed yng Nghymru a gafwyd o system Dosbarthu Safle Ecolegol FR, DSE (Pyatt et al. 2001), gan ragdybio senario llinell sylfaen ar gyfer hinsawdd hyd at 2100 ac fel arall senario wedi'i seilio ar senario UKCP09 11-RCM (allyriadau canolig) (Y Swyddfa Dywydd 2009). Dewiswyd rhwng dau a phedwar dosbarth cynnyrch ar gyfer pob rhywogaeth goed, yn seiliedig ar amcangyfrifon y DSE. Dylid nodi bod amcangyfrifon o'r dosbarth cynnyrch posibl yn cynnwys y mathau o dir coetir a thir nad yw'n goetir ac felly byddant yn wahanol i'r amcangyfrifon a adroddwyd ar gyfer coetiroedd presennol (e.e. fel yr adroddwyd yn Rhestr Goedwigaeth Genedlaethol Prydain Fawr).

Er mwyn symleiddio rhai asesiadau, cyfeiriwyd at ganlyniadau un dosbarth cynnyrch wrth ystyried gwahanol rywogaethau coed. Dewiswyd y dosbarthiadau cynnyrch hyn i gynrychioli'n fras ystod canol yr amcangyfrifon a ddewiswyd yn Nhabl 4.2 (ail golofn), gan dueddu i fod yn geidwadol pe byddai angen gwneud dewis rhwng dau werth posibl. Dangosir y dosbarthiadau cynnyrch a ragdybir ar gyfer yr asesiadau hyn ag un amcangyfrif yn nhrydedd golofn Tabl 4.2. Cyfeirir at y canlyniadau un amcangyfrif hyn mewn trafodaethau dilynol fel canlyniadau'r "ymgeisydd".

Tabl 4.2 Amcangyfrifon o'r dosbarth cynnyrch posibl a ddewiswyd i gynrychioli cyfraddau twf rhywogaethau coed

<i>Rhywogaethau coed</i>	<i>Dosbarthiadau cynnyrch a ddewiswyd</i>	<i>Dosbarth cynnyrch ag un amcangyfrif</i>
<i>BE</i>	<i>2, 4, 6</i>	<i>4</i>
<i>OK</i>	<i>2, 4, 6</i>	<i>4</i>
<i>BI</i>	<i>4, 6, 8, 10</i>	<i>6</i>
<i>PO</i>	<i>2, 4, 6, 8</i>	<i>4</i>
<i>SP</i>	<i>8, 10</i>	<i>8</i>
<i>SS</i>	<i>12, 20</i>	<i>12</i>
<i>DF</i>	<i>8, 10, 12</i>	<i>10</i>

4.1.4 Hinsawdd

Cynhyrchwyd efelychiadau CARBINE hefyd ar gyfer ystod o amodau hinsoddol yng Nghymru (yn seiliedig ar ddosbarthiad y cyfeirir ato yn DSE):

- Is-alpaidd
- Oer gwlyb
- Cynnes gwlyb
- Cynnes llaith
- Cynnes sych.

Wrth ddefnyddio canlyniadau "ymgeisydd" mewn asesiadau, defnyddiwyd canlyniadau ar gyfer y dosbarth hinsawdd "cynnes llaith", gan fod y dosbarth hwn yn fwyaf cynrychioliadol o amodau ledled Cymru.

Mae rhagdybiaethau ynghylch amodau hinsoddol yn effeithio ar y dosbarth cynnyrch a ddefnyddir fel mewnbyn i CARBINE (yn anuniongyrchol trwy DSE) ac yn dylanwadu'n uniongyrchol ar efelychiadau gan CARBINE o ddynameg carbon mewn pren marw, sbwriel a phridd.

4.1.5 Pridd

Cynhaliwyd efelychiadau CARBINE ar gyfer ERAMMP ar gyfer pum dosbarth o bridd, gan gipio'r prif amrywiadau mewn dynameg carbon pridd:

1. Tywod

2. Lôm
3. Gleï
4. Organo-fwynol (gleï)
5. Organig (mawn).

Dewiswyd canlyniadau ar gyfer y dosbarthiadau o "lôm", "gleï" ac "organo-fwynol" ar gyfer yr asesiad hwn, fel y rhai mwyaf perthnasol i weithgareddau creu coetiroedd yng Nghymru a hefyd sy'n rhesymol gynrychioliadol o'r coetiroedd presennol (ac eithrio'r ardaloedd hynny ar briddoedd organig). Rhagdybiwyd y byddai creu coetiroedd ar briddoedd organig yn cael ei osgoi.

Wrth ddefnyddio canlyniadau "ymgeisydd" mewn asesiadau, defnyddiwyd canlyniadau ar gyfer y dosbarth pridd "lôm", gan fod y rhain yn cynrychioli amcangyfrifon canol yr ystod ar gyfer newidiadau stoc carbon pridd, allan o'r tri math o amcangyfrif a ddewiswyd.

4.1.6 Defnydd tir blaenorol

Ffactor arall y caniatäwyd ar ei gyfer yn y canlyniadau CARBINE a gynhyrchwyd ar gyfer ERAMMP oedd defnydd tir blaenorol; ystyriwyd dau opsiwn o dir â'r a phorfa/glaswelltir. Dim ond y canlyniadau ar gyfer porfa/glaswelltir y cyfeiriwyd ato at ddibenion yr asesiad hwn. Mae'r canlyniadau hyn yn debygol o gynrychioli amodau ar safleoedd ymylol lle gellid ystyried creu coetiroedd, sy'n rhoi canlyniadau ar gyfer dal a storio carbon pridd (yn y tymor hir) sy'n geidwadol o'i gymharu â'r rhai ar gyfer defnydd tir blaenorol o dir â'r.

Yn dilyn y disgrifiad uchod, roedd yr amcangyfrifon ERAMMP y cyfeiriwyd atynt ar gyfer gwneud yr asesiad hwn yn cynnwys canlyniadau ar gyfer y cyfuniadau dilynol o ffactorau:

- Y rhywogaethau coed a restrir yn Nhabl 4.1
- Y dosbarthiadau cynnyrch a restrir yn Nhabl 4.2 (gyda chanlyniadau "ymgeisydd" ar gyfer y dosbarth cynnyrch sengl yn cael eu defnyddio ar gyfer rhai asesiadau)
- Dosbarth hinsoddol o "gynnes llaith"
- Dosbarthiadau pridd o "lôm", "gleï" ac "organo-fwynol" (gyda chanlyniadau "ymgeisydd" canol yr ystod yn seiliedig ar "lôm" yn cael eu defnyddio ar gyfer rhai asesiadau)
- Defnydd blaenorol o borfa/glaswelltir
- Cyfundrefnau rheoli coetiroedd "Gwarchodfa", "Gorchudd parhaus", "Teneuo a thorri i lawr" a "CCB".

Gwnaed eithriad yn achos y rhywogaeth coed coniferaidd (ffynidwydden, pefrwydd Sitka a ffynidwydden Douglas), lle na chynhwyswyd canlyniadau ar gyfer y math rheoli "Gwarchodfa" mewn asesiadau, gan fod y math hwn o reolaeth yn cael ei ystyried yn fwy perthnasol ar gyfer rhywogaethau coed llydanddail.

4.1.7 Cylchdroadau

Roedd yr efelychiadau CARBINE ar gyfer y gyfundrefn reoli "Teneuo a thorri i lawr" a gynhwyswyd yn senarios ERAMMP yn cynnwys rhagdybio cylchdro (h.y. oed y

clwstwr wrth glirio). Rhestrir y cylchdroadau a ragdybiwyd ar gyfer pob rhywogaeth goed yn Nhabl 4.3.

Tabl 4.3 Cylchdroadau a ragdybiwyd yn y gyfundrefn reoli "Teneuo a thorri i lawr"

<i>Rhywogaethau coed</i>	<i>Cylchdro rhagdybiedig (blynyddoedd)</i>
<i>BE</i>	100
<i>OK</i>	120
<i>BI</i>	70
<i>PO</i>	50
<i>SP</i>	70
<i>SS</i>	50
<i>DF</i>	70

Mae'r rhagdybiaeth o gylchdro generig sengl ar gyfer pob rhywogaeth goed yn symleiddiad. Mewn gwirionedd, bydd cylchdroadau'n amrywio o ran nifer o ffactorau biolegol a thechnoeconomaidd. Yn achos coetiroedd conifferaidd masnachol yn arbennig, bydd y cyfnod cylchdroi yn tueddu i ddangos perthynas wrthdro â dosbarth cynnyrch cynyddol (er bod hyn yn cael ei gyfaddasu gan ffactorau a chyfyngiadau ymarferol eraill). O'r cylchdroadau a weithredwyd, yn arbennig, mae rhagdybiaeth o 50 mlynedd braidd yn hir ar gyfer pefrwydd Sitka gyda dosbarth cynnyrch o 20. Fodd bynnag, ni ddylai'r rhagdybiaeth hon ddylanwadu'n sylweddol ar batrwm cyffredinol y canlyniadau, ac ni ddylid effeithio ar sylwedd y cymariaethau rhwng amcangyfrifon ar gyfer gwahanol rywogaethau coed a chyfundrefnau rheoli.

4.1.8 Canlyniadau ERAMMP

Mae canlyniadau ERAMMP wedi'u seilio ar efelychiadau CARBINE sy'n berthnasol i'r asesiad hwn yn cynnwys y chwe amcangyfrif dilynol o effeithiau allyriadau NTG posibl ar gyfer 1 hectar tybiannol o goetir, a sefydlwyd yn y flwyddyn 2020:

1. Newidiadau stoc carbon mewn bio-màs coed byw, coed marw a sbwriel
2. Newidiadau stoc carbon mewn pridd o dan y coetir
3. Newidiadau stoc carbon ym mio-màs cynhyrchion pren sy'n cael eu cynaeafu o'r coetir
4. Allyriadau NTG o weithrediadau a gynhelir fel rhan o sefydlu a rheoli coetir (e.e. peiriannau, deunyddiau ac ynni a ddefnyddir wrth baratoi'r safle, rheoli chwyn a chynaeafu coed)
5. Newidiadau mewn allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â defnyddio pren wedi'i gynaeafu fel tanwydd (bio-ynni)
6. Newidiadau mewn allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â defnyddio pren wedi'i gynaeafu mewn cynhyrchion deunydd (e.e. papur, paneli pren, paledi, ffensio a phren strwythurol).

Sylwch fod y model CARBINE yn adrodd am amcangyfrifon ar wahân i newidiadau stoc carbon ar gyfer bio-màs coed byw, coed marw a sbwriel ond mae'r rhain wedi'u cyfuno yng nghanlyniadau ERAMMP. Byddai'n bosibl cynhyrchu amcangyfrifon wedi'u dadgyfuno ond mae hyn y tu allan i gwmpas yr asesiad cyfredol hwn.

Nid yw'r tri chategori olaf o effeithiau allyriadau NTG a restrir uchod bob amser yn cael eu cynnwys mewn asesiadau o botensial lliniaru newid yn yr hinsawdd mewn coetiroedd (e.e. Binner et al. 2018). Efallai y gellid amddiffyn dull o'r fath pan fydd asesiadau'n cael eu gwneud o gyfraniadau coetiroedd presennol at liniaru newid yn yr hinsawdd o dan bolisiau ac arferion rheoli presennol. Fodd bynnag, fel yr eglurir yn Adran 2.2, yn unol ag egwyddorion ACB canlyniadol, mae angen mabwysiadu ffin system eang wrth asesu newidiadau posibl i bolisi coedwigoedd, i ddefnydd tir sy'n cynnwys coetiroedd neu i reoli coetiroedd presennol. Yn y cyd-destun hwn, mae angen cynnwys yr effeithiau allyriadau NTG "oddi ar y safle" hyn er mwyn cipio canlyniadau llawn y camau sy'n cael eu hasesu. Dylid nodi nad yw dull o'r fath bob amser yn cael ei dderbyn gan rai rhanddeiliaid, er bod hyn yn ofyniad hanfodol y fethodoleg ACB ganlyniadol.

Adroddir canlyniadau ERAMMP fel amcangyfrifon blynyddol o newidiadau stoc carbon neu allyriadau NTG, mewn perthynas â thri gorwel amser sy'n berthnasol i bolisi a phedwerydd gorwel amser sy'n cynrychioli'r tymor hir iawn:

1. 2020-2025
2. 2020-2050
3. 2020-2100
4. 200 mlynedd (2020-2220).

Er enghraifft, gan gymryd y gorwel amser o 2020-2050, cyfrifir canlyniad ar gyfer newid stoc carbon pridd fel

Newid cronus mewn stociau carbon pridd yr hectar rhwng 2020 a 2050.

2050 – 2020

Yn nodweddiadol, mynegir yr amcangyfrifon ar gyfer potensial lliniaru ac effeithiau eraill opsiynau rheoli coetir ar ddalfeydd carbon ac allyriadau nwyon tŷ gwydr mewn unedau o $\text{tCO}_2\text{-eq. ha}^{-1} \text{bl}^{-1}$ (cyfwerth â charbon deuocsid fesul hectar fesul blwyddyn).

Mae canlyniadau negyddol ar gyfer newidiadau stoc carbon neu allyriadau NTG yn dynodi dal a storio carbon net neu ostyngiadau allyriadau NTG net (y cyfeirir atynt weithiau fel "arbedion allyriadau NTG"); mae canlyniadau cadarnhaol yn dynodi allyriadau/codiadau NTG net.

At ddibenion cynhyrchu canlyniadau ERAMMP, defnyddiwyd ffactorau dadleoli allyriadau NTG syml i gynhyrchu amcangyfrifon o newidiadau mewn allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newidiadau yn y cyflenwad o danwydd pren a chynhyrchion deunydd pren (gweler Adran 2.12):

- Ar gyfer tanwydd coed, rhagdybiwyd ffactor dadleoli allyriadau o 0.72 tC y tC o garbon mewn tanwydd coed
- Ar gyfer cynhyrchion deunydd, rhagdybiwyd ffactor dadleoli allyriadau o 1 tC y tC o garbon mewn bio-màs prenaidd cynnyrch.

Sylwch, yn ôl y confensiwn, y cynhwysir carbon sydd wedi'i ddal a'i storio ym miomas prenaidd cynhyrchion fel rhan o ganlyniadau newid stoc cynhyrchion pren, felly ni chynhwysir y cyfraniadau hyn mewn amcangyfrifon o ostyngiadau allyriadau NTG mewn sectorau eraill trwy amnewid cynnyrch. Mae hyn yn cynnwys allyriadau CO₂ ac NTG eraill o gynhyrchion pren sy'n cael eu gwaredu ar ddiwedd oes. Nid yw'r ymagwedd at fodlu yn caniatáu yn benodol ar gyfer yr aildefnyddio neu ailgylchu posibl o gynhyrchion pren. Dylid nodi bod cadw carbon mewn bio-màs prenaidd trwy aildefnyddio ac ailgylchu cynhyrchion pren yn cael ei ganiatáu yn aml wrth gyfrifo amcangyfrifon o ffactorau dadleoli allyriadau NTG (e.e. defnyddio pren gwastraff fel porthiant wrth weithgynhyrchu byrddau gronynnau). Fodd bynnag, ni wneir hyn yn gyson mewn astudiaethau ACB ac mae cynrychioli cadwyni cyflenwad pren a defnyddio sydd yn benodol yn cynnwys aildefnyddio ac ailgylchu yn faes lle gellid gwella modelu.

Canlyniadau ar gyfer creu coetiroedd (coedwigo)

Dyluniwyd canlyniadau ERAMMP at ddibenion gwerthuso opsiynau ar gyfer creu coetiroedd. Felly, gellid defnyddio'r amcangyfrifon hyn yn uniongyrchol at y diben hwn yn yr asesiad hwn.

Canlyniadau ar gyfer osgoi colli coetiroedd (osgoi datgoedwigo)

Cyfrifwyd amcangyfrifon o effeithiau allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â cholledion coetiroedd a osgöwyd ar gyfer pob un o'r mathau o goetiroedd a gynhwyswyd yn yr asesiad, ac eithrio'r rhai sy'n cynrychioli Coedwigaeth Cylchdro Byr (CCB), nad oedd y canlyniadau'n cael eu hystyried yn berthnasol iddynt ar hyn o bryd, o ystyried nad oes ardaloedd o CCB yn bodoli yng Nghymru ar hyn o bryd. Cyfyngwyd y dadansoddiad i'r canlyniadau "ymgeisydd" a drafodwyd yn gynharach.

Amcangyfrifwyd colledion stociau carbon coed (ac allyriadau CO₂ ymhlyg) a osgöwyd trwy atal colledion coetiroedd trwy gyfeirio at ganlyniadau ar gyfer stociau carbon cyfartalog tymor hir mewn gwahanol fathau o goetiroedd fel yr adroddwyd yn Nhaenlen Cyfrifo Cod Carbon Carbon Coetiroedd y DU. Rhagdybiwyd bod y digwyddiad colli coetir a *fyddai wedi* digwydd wedi'i atal yn 2020, gan osgoi colli'r holl stociau carbon coed ar unwaith yn y flwyddyn honno. Cyfrifwyd amcangyfrifon o allyriadau a osgöwyd dros wahanol orwelion amser trwy rannu'r amcangyfrifon stoc carbon cyfartalog tymor hir (a fynegir yn tCO₂ ha⁻¹) â'r cyfnod a gwmpesir gan y gorwel amser perthnasol (e.e. 5 mlynedd ar gyfer y cyfnod 2020 i 2025).

Roedd yr amcangyfrifon ar gyfer effeithiau eraill ar gydbwyseddau NTG yn fwy bras:

- Nid oedd yn bosibl amcangyfrif effeithiau a osgöwyd ar stociau carbon sbwriel ond mae'r rhain yn gwneud cyfraniad cymharol fach at stociau carbon coetir cyffredinol.
- Amcangyfrifwyd dal a storio carbon parhaus mewn pridd o dan y coetir gwarchodedig gan ddefnyddio canlyniadau ERAMMP ar gyfer gorwel amser o 200 mlynedd.
- Ar gyfer mathau o goetiroedd sy'n cynnwys cynhyrchu pren ("Clirio a osgöwyd" a "Theneuo a thorri i lawr" ond nad yw "CCB" wedi'i gynnwys), amcangyfrifwyd dal a storio carbon parhaus mewn cynhyrchion a dadleoli allyriadau NTG (gan danwydd a chynhyrchion deunydd) gan ddefnyddio

canlyniadau ERAMMP ar gyfer gorwel amser 200 mlynedd. Roedd hyn hefyd yn berthnasol i allyriadau NTG parhaus o weithrediadau rheoli coetiroedd.

Mae defnyddio'r amcangyfrifon 200 mlynedd mewn cyfrifiadau yn rhoi amcangyfrifon ceidwadol o ddal a storio carbon yn barhaus ac allyriadau NTG a osgöwyd.

Canlyniadau ar gyfer newidiadau i reolaeth mewn coetiroedd presennol

Nid yw canlyniadau ERAMMP a Chod Carbon Coetiroedd (CCC) yn addas iawn ar gyfer amcangyfrif yr effeithiau ar stociau carbon coetiroedd ac allyriadau NTG a allai ddigwydd o ganlyniad i newidiadau i reolaeth ar goetiroedd presennol. (Yn y bôn, bwriad y canlyniadau sydd ar gael ar hyn o bryd yw asesu effeithiau o'r fath mewn perthynas â chreu coetiroedd.) Cyfyngwyd y dadansoddiad i'r canlyniadau "ymgeisydd" a drafodwyd yn gynharach.

Gwnaed y defnydd gorau posibl o ganlyniadau ERAMMP ac CCC i amcangyfrif effeithiau gwahanol fathau o ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol. Dylai'r amcangyfrifon canlyniadol gael eu hystyried yn ansicr a dros dro, ond gan gynnig gwelliant ar amcangyfrifon a adroddwyd yn flaenorol (Matthews et al. 2017), ar ôl cael eu cynhyrchu gan ddefnyddio set fwy systematig a chyson o ffynonellau data a dulliau cyfrifo.

Ar gyfer unrhyw achos a ystyriwyd, roedd y dull cyffredinol o gyfrifo yn cynnwys:

1. Nodi pâr o ganlyniadau ERAMMP ac CCC, y cyntaf i gynrychioli rheolaeth coetir cyn i'r ymyrraeth benodol gael ei gwneud (y "Cyflwr cychwynnol") a'r ail i gynrychioli'r sefyllfa ar ôl i'r rheolaeth gael ei newid (y "Cyflwr terfynol")
2. Amcangyfrif yr effeithiau ar stociau carbon coed (h.y. cyfanswm y newid mewn stociau carbon coed) o'r gwahaniaeth rhwng yr amcangyfrifon ar gyfer stociau carbon cyfartalog tymor hir (canlyniadau CCC) ar gyfer y Cyflwr cychwynnol a'r Cyflwr terfynol.
3. Amcangyfrif faint o amser (mewn blynyddoedd) y byddai disgwyl i gyfanswm y newid mewn stociau carbon coed gymryd o ddechrau newid rheolaeth.
4. Gwneud cyfanswm y newid stoc carbon coed yn flynyddol trwy rannu gan y gorwel amser perthnasol, neu gan y cyfnod y byddai'r newid yn digwydd drosto, p'un bynnag yw'r hwyaf.
5. Amcangyfrif effeithiau ar ddal a storio carbon pridd neu allyriadau o'r gwahaniaeth rhwng amcangyfrif perthnasol ERAMMP ar gyfer gorwel amser o 200 mlynedd, ar gyfer y Cyflwr cychwynnol a'r Cyflwr terfynol. Mabwysiadwyd dull tebyg ar gyfer newidiadau stoc carbon cynnyrch pren ac allyriadau NTG yn cael eu dadleoli trwy ddefnyddio tanwydd coed a deunyddiau pren yn lle cynhyrchion eraill nad ydynt yn bren.

Gellir mynegi camau (2) i (4) uchod yn fathemategol fel

Stoc carbon CCC ar gyfer y Cyflwr terfynol - Stoc carbon CCC ar gyfer y Cyflwr cychwynnol.

uchafswm (Amcangyfrif o Hyd y newid, Gorwel amser)

Mae defnyddio'r amcangyfrifon 200 mlynedd yng nghanam cyfrifio (5) uchod yn rhoi amcangyfrifon ceidwadol o effeithiau ar ddal a storio carbon yn barhaus ac allyriadau NTG a osgöwyd.

Mae Tabl 4.4 yn rhoi manylion y canlyniadau y cyfeirir atynt wrth amcangyfrif effeithiau NTG gwahanol fathau o ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol. Roedd angen rhagdybiaethau ychwanegol wrth ystyried ymyriadau sy'n cynnwys trosti i gymysgeddau rhywogaethau neu i rywogaethau coed a chyfraddau twf. Rhoddir manylion yn Nhabl 4.5.

Tabl 4.4 Canlyniadau a thybiaethau CCC ac ERAMMP y cyfeirir atynt wrth amcangyfrif effeithiau NTG ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol

Ymyriad	Newid stoc carbon coed (yn seiliedig ar amcangyfrifon cyfartalog tymor hir stoc carbon o Daenlen Cyfrifo Cod Carbon Carbon Coetiroedd)			Newid stoc carbon sbwriel	Newid stoc carbon cynhyrchion pren/allyriadau NTG wedi'u dadleoli (canlyniadau ERAMMP, gorwel amser 200 mlynedd)	
	Cyflwr cychwynnol	Cyflwr terfynol	Hyd		Cyflwr cychwynnol	Cyflwr terfynol
Cylchdro hwy	Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3	Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3 + 10 mlynedd	10 mlynedd	Heb ei gynnwys (ni ellid ei amcangyfrif o'r canlyniadau sydd ar gael) Cyfraniad cymharol fach i'r canlyniad cyffredinol	Rhagdybir ei fod yn 10% o'r canlyniadau ar gyfer "Osgoi clirio" (gweler isod)	
Osgoi clirio	Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3	Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3 + 25 mlynedd	25 mlynedd		Canlyniadau "Teneuo a thorri i lawr"	Canlyniadau "Gorchudd parhaus"
Cyfyngu cynhyrchiant/trosi'n anial	Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3	Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr heb ei deneuo Cylchdro 200 mlynedd Ar gyfer clystyrau coniferaidd cychwynnol, defnyddiwch gymedr y canlyniadau ar gyfer BE, OK, BI a PO	200 mlynedd tynnu'r cylchdro yn Nhabl 4.3		Canlyniadau "Teneuo a thorri i lawr"	Canlyniadau "Gwarchodfa" Ar gyfer clystyrau coniferaidd cychwynnol, defnyddiwch gymedr y canlyniadau ar gyfer BE, OK, BI a PO
Addaswch y cylchdro yn agosach at y cynhyrchiant optimwm	Gwrthdro "Cylchdroadau hwy"					
Ysgogi coetiroedd heb eu rheoli	Gwrthdro "Cyfyngu cynhyrchiant/Trosi'n anial"					
Newid rhywogaethau	Gweler Tabl 4.5					

Cynaeafu torbrennau a phren canghennau	Amcangyfrifon wedi'u seilio ar Matthews et al. (2017), Adran 8.4.5, Tabl 8.1
--	--

Tabl 4.5 Manylion canlyniadau a thybiaethau CCC ac ERAMMP y cyfeirir atynt wrth amcangyfrif effeithiau NTG ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol sy'n cynnwys trawsnewid i gymysgeddau neu ailstocio gyda choed sydd wedi'u gwella'n enetig

Newid	Newid stoc carbon coed (yn seiliedig ar amcangyfrifon cyfartalog tymor hir stoc carbon o (Daenlen Cyfrifo Cod Carbon Carbon Coetiroedd))			Newid stoc carbon cynhyrchion pren/allyriadau NTG wedi'u dadleoli (canlyniadau ERAMMP, gorwel amser 200 mlynedd)	
	Cyflwr cychwynnol	Cyflwr terfynol	Hyd	Cyflwr cychwynnol	Cyflwr terfynol
SP i gymysgedd llydanddail	SP, Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3	Cymedr OK a BI Amcangyfrifon CCC ar gyfer clystyrau sydd wedi'u teneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3 + 25 mlynedd	145 mlynedd (Cylchdro OK yn Nhabl 4.3 + 25 mlynedd)	SP, "Teneuo a thorri i lawr"	Digyfnewid ar gyfer y gorwel amser hyd at 2025. Cymedr "Gorchudd parhaus" ar gyfer OK a BI
SS i gymysgedd llydanddail	SS, Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.4	Cymedr OK a BI Amcangyfrifon CCC ar gyfer clystyrau sydd wedi'u teneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3 + 25 mlynedd	145 mlynedd (Cylchdro OK yn Nhabl 4.3 + 25 mlynedd)	SS, "Teneuo a thorri i lawr"	Digyfnewid ar gyfer y gorwel amser hyd at 2025. Cymedr "Gorchudd parhaus" ar gyfer OK a BI
SS i gymysgedd coniferaidd	SS, Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3	Cymedr SS a DF Amcangyfrifon CCC ar gyfer clystyrau sydd wedi'u teneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3 + 25 mlynedd	95 mlynedd (Cylchdro DF yn Nhabl 4.3 + 25 mlynedd)	SS, "Teneuo a thorri i lawr"	Digyfnewid ar gyfer y gorwel amser hyd at 2025. Cymedr "Gorchudd parhaus" ar gyfer SS a DF
SS i SS gwell (yr un cylchdro)	SS, Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr sydd wedi'i deneuo Cylchdro yn Nhabl 4.3	SS, Amcangyfrif CCC ar gyfer clwstwr wedi'i deneuo, dosbarth cynnyrch wedi'i newid i 20 Cylchdro yn Nhabl 4.3	50 mlynedd (Cylchdro yn Nhabl 4.3)	SS, "Teneuo a thorri i lawr"	SS, "Teneuo a thorri i lawr", dosbarth cynnyrch wedi'i newid i 20
SS i SS gwell (cylchdro wedi'i fyrhau)	Rhagdybir bod y newid stoc tymor hir yn ddibwys (gweler Adrannau A1.4 ac A1.8 yn Atodiad A1)			SS, "Teneuo a thorri i lawr"	SS, "Teneuo a thorri i lawr", dosbarth

			cynnyrch wedi'i newid i 20
--	--	--	-------------------------------

Yn y bôn rhagdybiaethau yw'r amcangyfrifon o Hyd yn Nhablau 4.4 a 4.5, yn seiliedig ar fanylion (a ragdybir hefyd) yr ymyriadau rheoli. Er enghraifft, rhagdybir bod yr effeithiau ar stociau carbon coetiroedd sy'n deillio o ymestyn cylchdro o 10 mlynedd (gweler Tabl 4.3) yn digwydd dros 10 mlynedd (h.y. nes bod clwstwr y coed yn cael ei dorri i lawr 10 mlynedd yn ddiweddarach). Mae dull o'r fath yn or-syml ond dylai roi canlyniadau cadarn yn arbennig dros orwelion amser hwy.

Nid yw'r amcangyfrifon a geir ar gyfer gwahanol fathau o ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol gan ddefnyddio'r hyn uchod yn cynnwys lwfans ar gyfer effeithiau ar stociau carbon mewn sbwriel a phren marw oherwydd ni ellid casglu'r rhain o'r canlyniadau CCC ac ERAMMP sydd ar gael. Mae'r newidiadau stoc carbon dan sylw yn debygol o fod yn fach o'u cymharu â'r rhai mewn elfennau eraill o garbon coetiroedd, yn arbennig bio-màs coed byw.

4.2 Cyflwyniad i ganlyniadau asesu

Mae Ffigur 4-1 yn enghraifft o set o ganlyniadau asesu ar gyfer y senario o greu coetir ar gyfer math o goetir:

- Pinwydden yr Alban
- Dosbarth cynnyrch 8
- Cyfundrefn hinsawdd gynnes, llaith (a ragdybir ym mhob un o'r canlyniadau y cyfeirir atynt yn yr asesiad hwn)
- Pridd lôm
- Defnydd blaenorol o dir porfa/glaswelltir (a ragdybir ym mhob un o'r canlyniadau y cyfeirir atynt yn yr asesiad hwn)
- Cyfundrefn reoli "Teneuo a thorri i lawr".

Dyma'r canlyniad "ymgeisydd" (gweler yn gynharach) ar gyfer Pinwydden yr Alban o dan gyfundrefn reoli Teneuo a thorri i lawr.

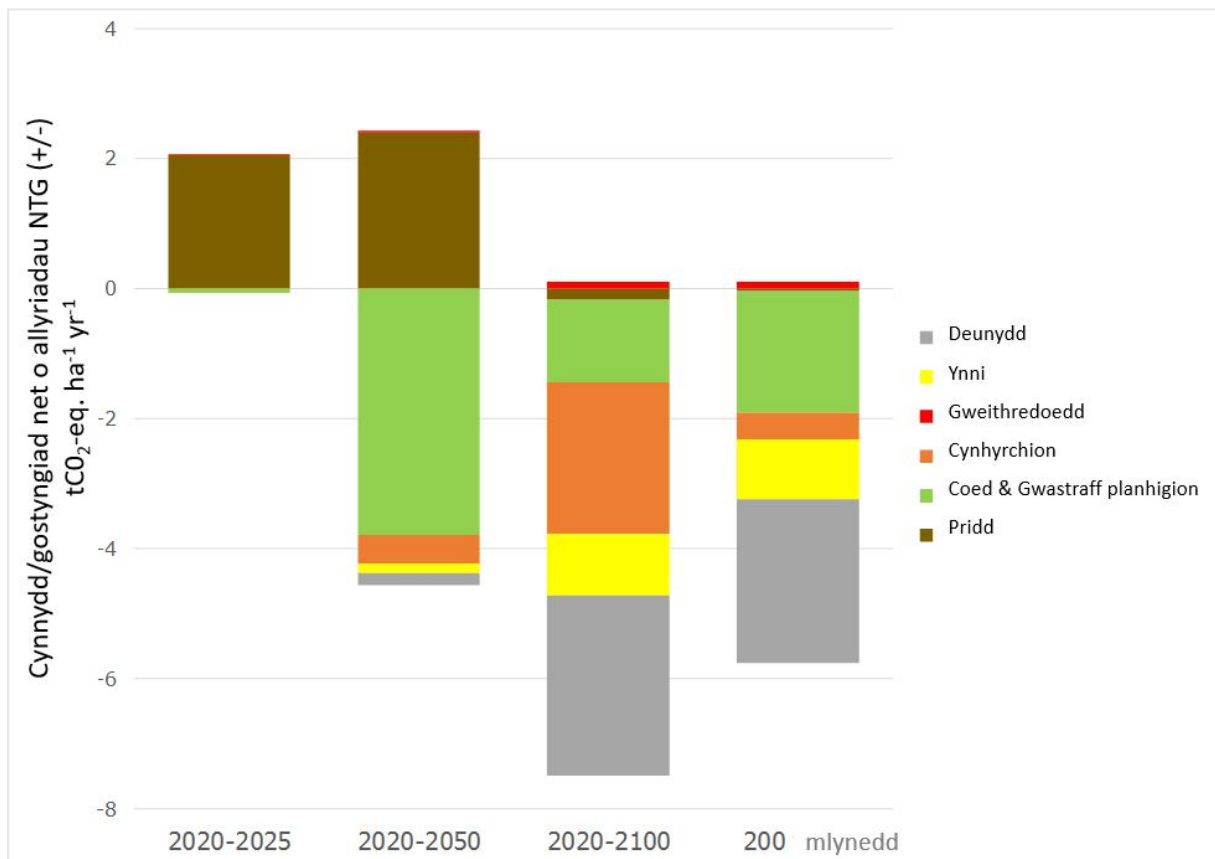
Rhagdybir bod y coetir wedi'i greu yn 2020.

Ar gyfer pob un o'r pedwar gorwel amser penodedig (2020-2025, 2020-2050, 2020-2100 a 200 mlynedd), mae'r ffigur yn dangos y cyfraniadau a wnaed at effeithiau cyffredinol greu coetiroedd ar allyriadau NTG trwy:

- Newidiadau stoc carbon mewn pridd ("Pridd")
- Newidiadau stoc carbon mewn coed, coed marw a sbwriel ("Coed a sbwriel")
- Newidiadau stoc carbon mewn cynhyrchion pren a gynhyrchir o'r coetir ("Cynhyrchion")
- Allyriadau NTG o weithrediadau a wneir yn y coetiroedd megis o beiriannau a ddefnyddir i baratoi a chynaeafu safleoedd ("Gweithrediadau")
- Newidiadau mewn allyriadau NTG o ganlyniad i ddefnyddio tanwydd coed a gyflenwir o'r coetir yn lle tanwydd ffosil ("Ynni")
- Newidiadau mewn allyriadau NTG o ganlyniad i ddefnyddio cynhyrchion pren a gyflenwir o'r coetir yn lle cynhyrchion nad ydynt yn bren ("Deunyddiau").

Mynegir yr amcangyfrifon mewn unedau $tCO_2\text{-eq. ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ (cyfwerth â charbon deuocsid yr hectar y flwyddyn). Mae canlyniadau negyddol ar gyfer newidiadau mewn stoc carbon neu allyriadau NTG yn dynodi dal a storio carbon net neu

ostyngiadau net mewn allyriadau NTG; mae canlyniadau cadarnhaol yn dynodi colledion net stociau carbon neu allyriadau NTG net.



Ffigur 4-1 Enghraifft o ganlyniadau ERAMMP y cyfeiriwyd atynt yn yr asesiad hwn. Mae'r enghraifft yn dangos effeithiau creu coetir ffynidwydden newydd a reolir ar gyfer cynhyrchu coed ar allyriadau NTG.

Mae nifer o nodweddion yn amlwg yn y canlyniadau yn Ffigur 4-1, fel y trafodir isod.

Gorwel amser 2020-2025

I ddechrau, allyriadau CO₂ net o golli stociau carbon pridd sy'n dominyddu'r cydbwysedd NTG (2.0 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹), sy'n digwydd o ganlyniad i baratoi'r safle a'r amser sy'n gysylltiedig â'r trawsnewidiad rhwng colli llystyfiant sy'n bodoli eisoes ar y safle a sefydlu'r coed yn llawn.

Gorwel amser 2020-2050

Dros y gorwel amser hwn sydd ychydig yn hwy, mae allyriadau CO₂ o golli stociau carbon pridd yn parhau i fod yn sylweddol (2.4 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹) ond mae'r allyriadau hyn yn fwy nac yn cael eu cydbwyso gan ddal a storio carbon ym bio-màs byw coed ac mewn coed marw a sbwriel (-3.8 tCO₂ ha⁻¹ yr⁻¹), wrth i'r coed dyfu trwy eu cyfnod llawn egni (gweler Adran 2.5, Ffigur 2-4). Mae cyfraniad cymedrol hefyd at ddal a storio carbon ar ffurf cynnydd mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren (-0.4 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹). Mae'r cyfraniad cymharol fach hwn yn cynrychioli cynhyrchiant o goed llai a gynaeafwyd trwy deneuo. Ar y pwynt hwn mae effeithiau allyriadau NTG sy'n deillio o effeithiau amnewid tanwydd a chynhyrchion (gweler Adran 2.12) bron yn ddibwys,

gan adlewyrchu dechrau cymharol ddiweddar cynhyrchu coed o'r coetir (trwy deneuo) dros y gorwel amser hwn.

Gorwel amser 2020-2100

Dros y gorwel amser hyd at ddiwedd y ganrif hon, mae'r cyfraniad o newidiadau stoc carbon pridd wedi newid o golled net sylweddol (allyriadau CO₂) i ddalfa net fach (dal a storio carbon net). Mae hyn yn digwydd oherwydd bod y coetir wedi ymsefydlu'n llawn ac wedi tyfu i aeddfedrwydd, fel bod mewnbynnau deunydd organig i'r pridd o goed byw (yn arbennig trwy wreiddiau mân) a phren marw sy'n pydru a sbwriel yn fwy nac yn gwneud iawn am golledion cychwynol deunydd organig a ddaw o bridd.

Mae'r ddalfa garbon net (cyfradd dal a storio carbon) mewn coed, coed marw a sbwriel dros y gorwel amser hwn wedi gostwng (-1.3 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹), o'i gymharu â'r cyfnod o 30 mlynedd a gynrychiolir gan y gorwel amser 2020-2050. Mae hyn oherwydd erbyn 2100 mae'r coed wedi tyfu y tu hwnt i'r cyfnod o dyfiant llawn egni ac wedi cyrraedd aeddfedrwydd, gyda thwf cysylltiedig arafach a dal a storio carbon yn arafach. Mewn gwirionedd, erbyn 2100 mae'r coetir wedi'i glirio a'i ailstocio (cylchdro 70 mlynedd, gweler Adran 4.1.7, Tabl 4.3). Yn y bôn, mae cyfradd dal a storio carbon yn arddangos "dirlawnder" (gweler Adran 2.7).

Mewn cyferbyniad, mae dal a storio carbon mewn cynhyrchion pren yn sylweddol dros y gorwel amser hwn, ac yn fwy o ran maint o'i gymharu â choed, coed marw a sbwriel, ar -2.3 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹. Mae hyn hefyd yn adlewyrchu'r ffaith bod y gorwel amser yn cwmpasu cliriad cyntaf y coetir, h.y. y digwyddiad cynhyrchu mwyaf arwyddocaol dros gylchdro'r coetir. Am resymau tebyg, erbyn y cyfnod hwn, mae cyfraniadau arwyddocaol at ostyngiadau allyriadau NTG o danwydd coed yn amnewid am danwydd arall a chynhyrchion pren yn amnewid am gynhyrchion eraill nad ydynt yn bren sy'n ddwysach o ran NTG. (-0.9 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹ and -2.8 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹ yn y drefn honno). Mae allyriadau NTG o weithrediadau coedwig bron yn ddibwys.

Mae'n briodol ailadrodd bod rhaid rhoi nodyn o rybudd mewn perthynas â'r canlyniadau ar gyfer amnewid tanwydd coed a chynhyrchion pren, fel y trafodir yn Adran 2.12. Efallai y bydd yn bosibl ac yn amddiffynadwy gwneud rhagdybiaethau rhesymol ynghylch y mathau o nwydd y mae tanwydd pren a chynhyrchion pren yn amnewid amdanynt o dan amodau cyfredol (e.e. tanwydd ffosil, trydan grid a chynhyrchion wedi'u gwneud o ddur, plastig neu goncrit gan ddefnyddio prosesau gweithgynhyrchu cyfredol). Fodd bynnag, mae hyn yn dod yn fwy heriol po bellach y gwneir yr amcanestyniadau tua'r dyfodol. Gan dybio y gwneir ymdrechion i ddatgarboneiddio ar draws yr holl sectorau economaidd, gellir disgwyl y bydd yr allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â gweithgynhyrchu cynhyrchion nad ydynt yn bren yn lleihau yn y dyfodol. Ymhellach, mae'r defnydd o danwydd ffosil yn debygol o ostwng yn sylweddol yn y dyfodol, gan dybio y bydd cronfeydd tanwydd ffosil yn cael eu dihysbyddu, os nad am unrhyw reswm arall. Mae hyn yn amlygu'r ansicrwydd uchel iawn y dylid ei gysylltu ag amcangyfrifon o allyriadau NTG a ddadleolir gan danwydd pren a chynhyrchion pren yn y tymor hwy. Ymhlith goblygiadau'r pwynt hwn, mae hyn yn pwysleisio gofyniad i'r sectorau coedwigaeth a phrosesu pren leihau allyriadau NTG a ddaw o reoli coetiroedd a chadwyni cyflenwi cynhyrchion pren (gan gynnwys y rhai a gyfrannir gan newidiadau stoc carbon mewn coetiroedd).

Gorwel amser 200 mlynedd

Dros 200 mlynedd, mae dal a storio carbon mewn coed, coed marw, sbwriel, pridd a chynhyrchion pren yn lleihau. (Mae'r cynnydd bach yn yr amcangyfrif ar gyfer y categori, "Coed a sbwriel" yn Ffigur 4-1 o'i gymharu â'r gorwel amser 2020-2100 yn arteffact o'r cyfuniad o'r cyfnodau a gwmpesir gan y ddau orwel amser hyn a'r cylchdroadau a ddewiswyd ar gyfer y coetir enghreifftiol yn Ffigur 4-1 o 70 mlynedd. Mewn gwirionedd, mae'r ddalfa garbon yn y coetiroedd wedi dirlenwi'n llwyr y tu hwnt i 2100.)

Dim ond cyfraniadau at ostyngiadau NTG o danwydd coed ac amnewid cynnyrch sy'n cael eu cynnal yn y tymor hwy. Fodd bynnag, dylid cofio sylwadau rhybuddiol uchod ynghylch amcangyfrifon o'r math yma.

Effeithiau cyffredinol ar allyriadau NTG

Wrth i'r gorwel amser gael ei ehangu o 5 mlynedd (2020-2025) i 30 mlynedd, 80 mlynedd ac yn olaf 200 mlynedd, mae'r cyfraniadau cyfun o newidiadau stoc carbon mewn coed, coed marw, sbwriel, pridd a chynhyrchion pren yn arwain at allyriadau CO₂ net blynyddol o 2.0 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹, gan newid i ddal a storio carbon net blynyddol o -1.8 tCO₂ ha⁻¹ yr⁻¹, sy'n cynyddu o ran maint i -3.8 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹ ac yna'n gostwng i -2.3 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹. Mae'r gostyngiad yn adlewyrchu dirlawnder dalfa garbon y coetir mewn degawdau diweddarach.

Mae cyfraniadau at ostyngiadau allyriadau NTG net o amnewid cynnyrch dim ond yn dod yn sylweddol dros orwelion amser hwy, gan adlewyrchu'r oedi rhwng sefydlu'r coetir yn 2020 a datblygiad y coetir i'r cam lle mae cynhyrchiant sylweddol o bren yn dod yn bosibl. Fodd bynnag, unwaith y bydd cynhyrchiant pren yn dechrau, mae amnewid cynnyrch (gan gynnwys tanwydd coed) yn gwneud cyfraniad parhaus at ostyngiadau allyriadau NTG o tua -3.5 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹. Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach am y mathau hyn o gyfraniadau.

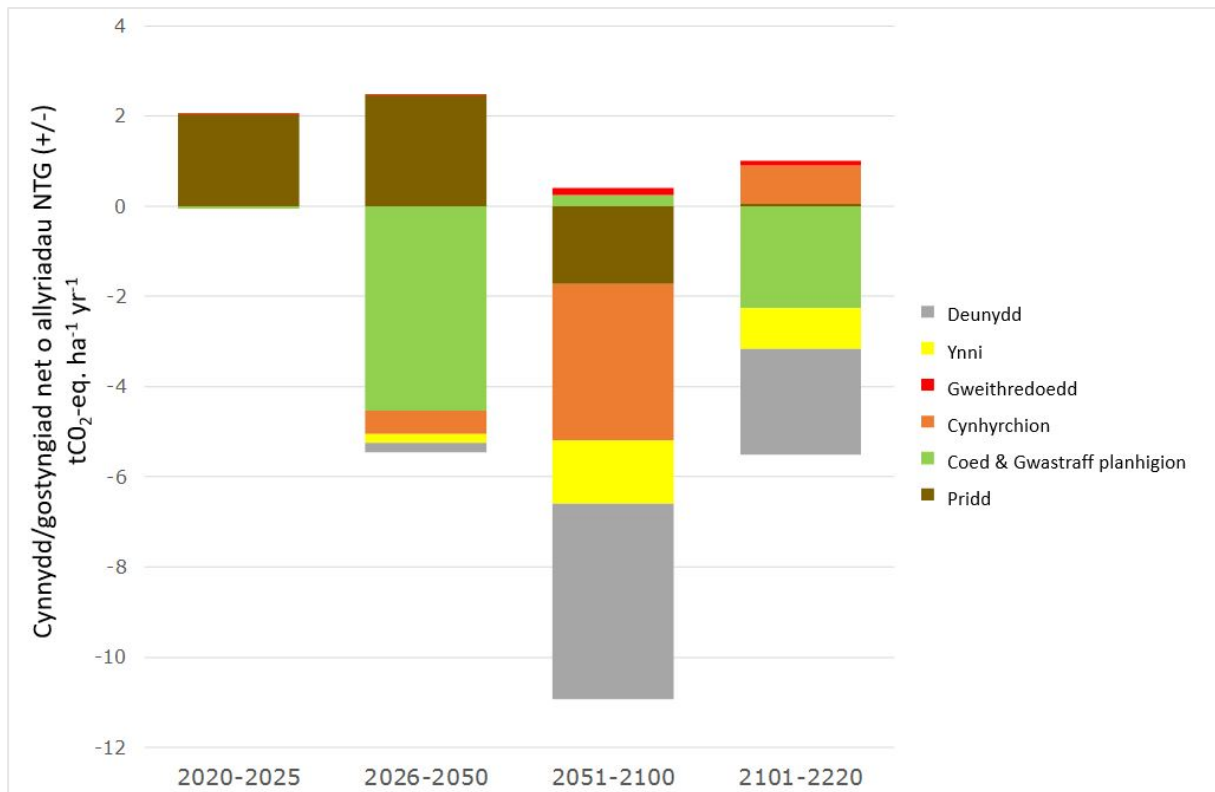
4.2.1 Cyflwyniad amgen o'r canlyniadau

Wrth ddehongli canlyniadau a ddefnyddir yn yr asesiad hwn, fel y dangosir yn Ffigur 4-1, mae'n bwysig iawn deall sut mae canlyniadau ar gyfer gwahanol orwelion amser wedi'u cyfrif a'u hadrodd. Fel y disgrifir yn Adran 4.1.8, mae'r canlyniadau ar gyfer y cyfnod 2020-2100 (er enghraifft) wedi'u cyfrifo trwy

- Adio'r holl newidiadau stoc carbon perthnasol a newidiadau allyriadau NTG dros y cyfnod llawn rhwng 2020 a 2100
- Rhannu'r canlyniad gan hyd y cyfnod, h.y. 80 mlynedd (blynyddol).

Mae hyn yn golygu nad yw'r canlyniadau ar gyfer y pedwar gorwel amser a ystyriwyd yn annibynnol ar ei gilydd. Er enghraifft, pan gymherir y canlyniadau ar gyfer y gorwel amser 2020-2100 â'r rhai ar gyfer gorwel amser byrrach, megis 2020-2050, mae'r amcangyfrifon ar gyfer 2020-2100 yn cynnwys y newidiadau stoc carbon a newidiadau allyriadau NTG ar gyfer y cyfnod byrrach. Goblygiad pwysig yw nad yw'r canlyniadau ar gyfer y gorwel amser 2020-2100 yn cynrychioli canlyniadau blynyddol ar gyfer cyfnod sydd ar wahân ac yn ddilyniannol i'r cyfnod 2020-2050, fel sy'n wir pe byddai gorwel amser o 2051-2100 yn cael ei fabwysiadu yn lle. Efallai y bydd y cwestiwn yn codi ynghylch sut olwg fyddai ar y canlyniadau pe byddent yn cael eu

cyfrif ar gyfer cyfnodau dilyniannol olynol (yn hytrach na'r cyfnodau sy'n gorgyffwrdd a ystyrir yn Ffigur 4-1), h.y. 2020-2025, 2026-2050, 2051-2100 a 2101-2220. Mae'n bosibl deillio amcangyfrifon o'r fath o'r canlyniadau ERAMMP a dangosir enghraifft o set o amcangyfrifon o'r fath yn Ffigur 4-2. Mae'r ffigur hwn wedi'i seilio ar ganlyniadau ar gyfer yr un enghraifft o senario creu coetir ag a ystyrir yn Ffigur 4-1. Yn y bôn, mae'r canlyniadau yn Ffigur 4-2 yr un fath ag yn Ffigur 4-1 ond fe'u cyflwynir mewn ffordd wahanol, fel yr eglurwyd uchod.



Ffigur 4-2 Enghraifft o ganlyniadau ERAMMP y cyfeiriwyd atynt yn yr asesiad hwn. Mae'r canlyniadau hyn yr un fath â'r rhai yn Ffigur 4-1 ond mae'r cyfnodau y mae'r canlyniadau'n berthnasol iddynt yn wahanol (cymharwch echelinau x).

Mae Ffigur 4-2 yn amlygu'r amrywiad yn y gwahanol gyfraniadau ar gyfer y cyfnodau olynol a dilyniannol, yn benodol:

- Colled net stociau carbon pridd yn y cyfnodau 2020-2025 a 2020-2050, wedi'i wrthbwysu gan ddal a storio carbon pridd net yn y cyfnod 2051-2100.
- Crynhoad dal a storio carbon mewn coed, coed marw a sbwriel yn y cyfnod 2025-2050, cyfnod sy'n cwmpasu'r cyfnod twf llawn egni yn y coetir a grëwyd yn 2020.
- I bob pwrpas dim dal a storio carbon yn y coed, y coed marw a'r sbwriel yn y cyfnod 2051-2100 (colled net fach mewn gwirionedd), gan adlewyrchu clirio'r coetir tuag at ddiwedd y cyfnod (yn y flwyddyn 2090).
- Adfer carbon sydd wedi'i ddal a'i storio mewn coed, coed marw a deiliach yn y cyfnod 2101-2220. Mewn gwirionedd erbyn yr amser hwn mae'r coetir yn "cylchu" rhwng colled net stociau carbon a dal a storio carbon net (gweler er enghraifft Atodiad A1, Adran A1.4). Mae'r canlyniad hwn yn gipolwg ar gyfer cyfnod mympwyol o 120 mlynedd yng nghylch bywyd y coetir (sy'n cwmpasu

diwedd yr ail gylchdro a dechrau'r trydydd cylchdro), y mae'r canlyniad yn digwydd nodi dal a storio carbon net.

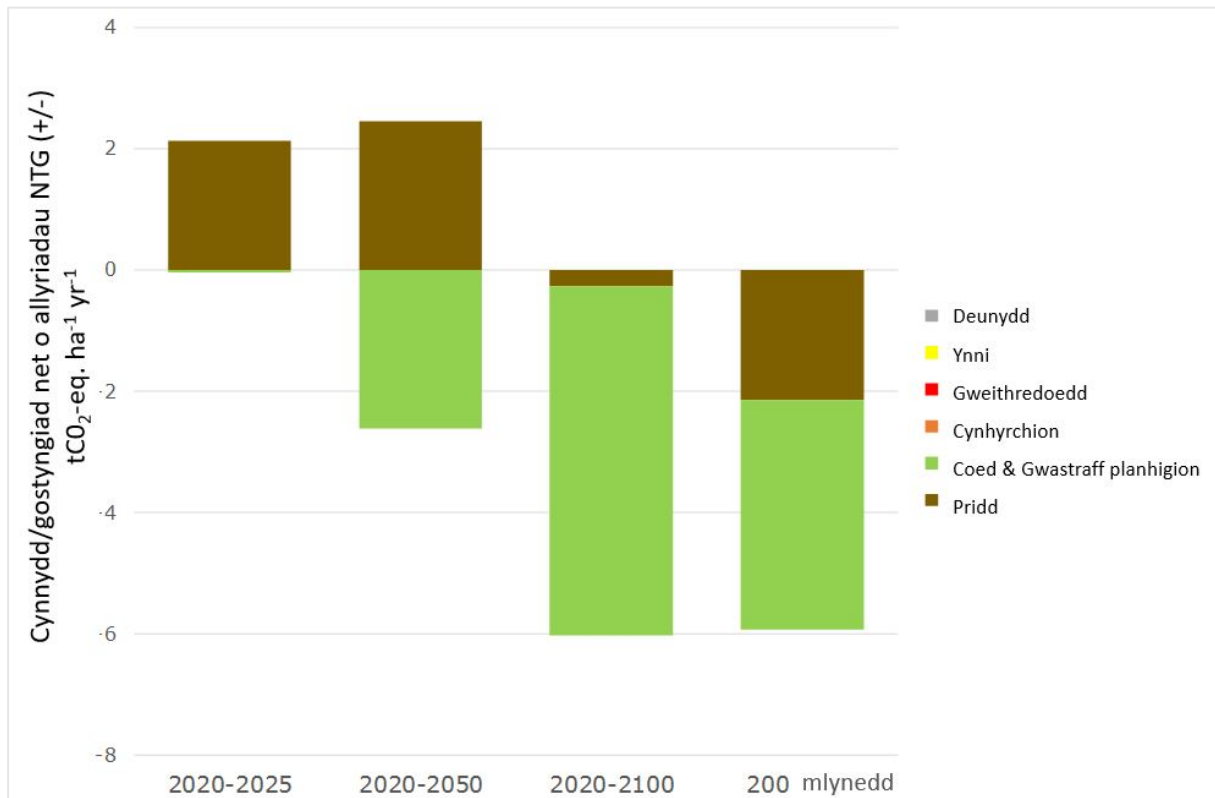
- Cyfraniad arbennig o fawr o ddal a storio carbon mewn cynhyrchion pren yn y cyfnod 2051-2100, gan adlewyrchu cliriad cyntaf y coetir (h.y. y digwyddiad cynhyrchu mwyaf arwyddocaol yn y cylchdro cyntaf) tuag at ddiwedd y cyfnod.
- Gostyngiad yn y gyfradd dal a storio carbon mewn cynhyrchion pren yn y cyfnod 2101-2220, gan adlewyrchu dirlawnder, wrth i rai cynhyrchion pren a weithgynhyrchwyd mewn cyfnodau cynharach ddechrau cael eu gwaredu, gan arwain at golledion carbon o gynhyrchion pren, sy'n dechrau cydbwysu'r ychwanegiadau oddi wrth gynhyrchion pren newydd.
- Cyfraniad arbennig o fawr at ostyngiadau allyriadau NTG o amnewid cynnyrch (tanwydd coed ac yn arbennig deunyddiau) yn y cyfnod 2051-2101, gan adlewyrchu clirio'r coetir tuag at ddiwedd y cyfnod (yn y flwyddyn 2090).
- Cyfraniad is at ostyngiadau allyriadau NTG o amnewid cynnyrch yn y cyfnod 2101-2220, gan adlewyrchu lefelau cynhyrchu coed sy'n agosach at y lefelau blynyddol cyfartalog dros gylchdro llawn yn y cyfnod hwn, o'i gymharu â'r cyfnod 2051-2100.

Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma.

Mae gan asesiadau sy'n seiliedig ar ddadansoddi a dehongli amcangyfrifon a gyfrifir ac a adroddir yn unol â'r confensiynau a fabwysiadwyd yn Ffigur 4-1 a Ffigur 4.2 eu rhinweddau a'u cyfyngiadau. Cymerwyd y dull blaenorol ar gyfer yr asesiad a gyflwynir yn yr atodiad hwn ond gellid ail-ddadansoddi canlyniadau ERAMMP gan ddefnyddio'r confensiynau amgen a ddangosir yn Ffigur 4-2.

Mae Ffigur 4-3 yn enghraifft arall o set o ganlyniadau asesu, y tro hwn ar gyfer y senario o greu coetir ar gyfer math o goetir:

- Derwen
- Dosbarth cynnyrch 8
- Cyfundrefn hinsawdd gynnes, llaith
- Pridd lôm
- Defnydd blaenorol o borfa/glaswelltir
- Cyfundrefn reoli "Gwarchodfa" (h.y. rheolaeth i bob pwrpas sydd wedi'i seilio ar ymyrraeth leiaf ac yn benodol dim cynaeafu).



Ffigur 4-3 Enghraifft o ganlyniadau ERAMMP y cyfeiriwyd atynt yn yr asesiad hwn. Mae'r enghraifft yn dangos effeithiau creu coetir derw newydd a realir fel gwarchodfa carbon coetir.

O gymharu'r canlyniadau ar gyfer y pedwar gorwel amser, mae'r patrwm cyffredinol yn debyg yn fras i'r patrwm a ddangosir yn Ffigur 4-1. Fodd bynnag, mae'r holl effeithiau'n cael eu cyfrannu gan newidiadau stoc carbon mewn coed, coed marw, sbwriel a phridd, gan nad oes unrhyw gynaeafu ar gyfer cynhyrchu pren yn cael ei ymarfer o dan y senario hwn. Gellir nodi rhai gwahaniaethau pwysig eraill yn Ffigur 4-3, o gymharu â Ffigur 4-1:

- Yn y cyfnod 2020-2050 yn Ffigur 4-3, mae allyriadau CO₂ sy'n deillio o golledion stociau carbon mewn pridd yn parhau i wrthbwysu dal a storio carbon bron yn llwyr mewn coed, coed marw a sbwriel. Mae colledion stociau carbon pridd yn debyg yn y ddau senario yn Ffigurau 4-1 a 4-3 ond mae dal a storio carbon yn y coed llydanddail a ystyrir yn Ffigur 4-3 yn cymryd mwy o amser i gyrraedd y cyfnod llawn egni, oherwydd yr amser sydd ei angen i glwstwr derw sy'n tyfu'n gymharol araf ymsefydlu.
- Er bod cyfanswm y dal a storio carbon net blynyddol yn y coetir derw bron yn ddibwys ar gyfer y cyfnod 2020-2050, mae dal a storio carbon net dros orwelion amser hwy yn fwy na'r hyn a amcangyfrifwyd ar gyfer yr enghraifft yn Ffigur 4-1, ac fe'i cynhelir am gyfnod hwy. Mae newidiadau stoc carbon mewn coed, coed marw, sbwriel a phridd i gyd yn cyfrannu at ddal a storio carbon dros orwelion amser hwy. Mae hyn yn adlewyrchu'r gallu i dyfu'n barhaus mewn coetir sy'n cynnwys tyfiant araf gan rywogaethau coed parhaus megis derw (o dan amodau'r DU), pan gânt eu rheoli gyda'r ymyrraeth leiaf gan gynnwys dim cynaeafu.
- Mae'n amlwg bod dal a storio carbon mewn coed, coed marw a sbwriel yn gostwng yn y gorwel amser o 200 mlynedd, o'i gymharu â'r cyfnod 2020-2100,

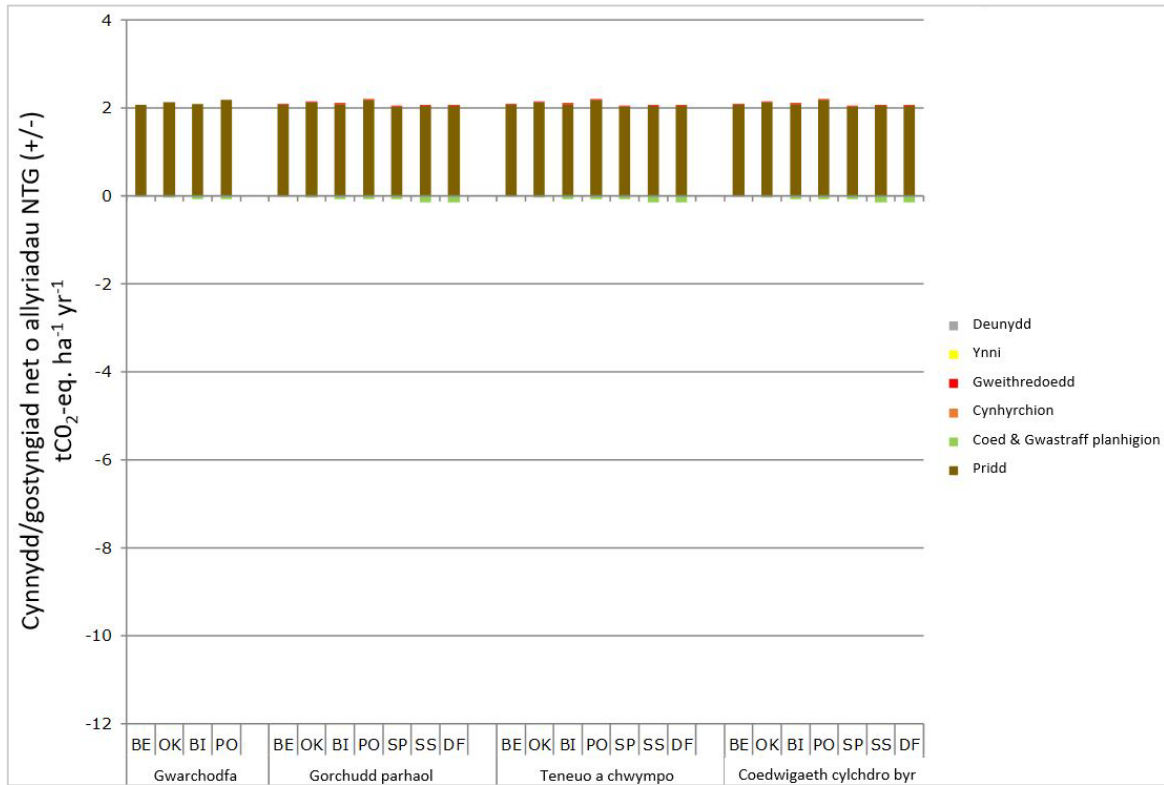
wrth i ddirlawnder ymsefydlu. Mae hyn bron yn cael ei wneud iawn gan fwy o ddal a storio carbon mewn pridd, gan adlewyrchu mewnbynnau uchel o garbon i'r pridd yn y coetir aeddfed, heb ei aflonyddu. Yn y pen draw, bydd y ddalfa garbon pridd hwn hefyd yn dirlenwi, er bod dal a storio carbon net yn cael ei gynnal dros gyfnod o ganrif neu fwy serch hynny.

4.3 Creu coetiroedd (coedwigo)

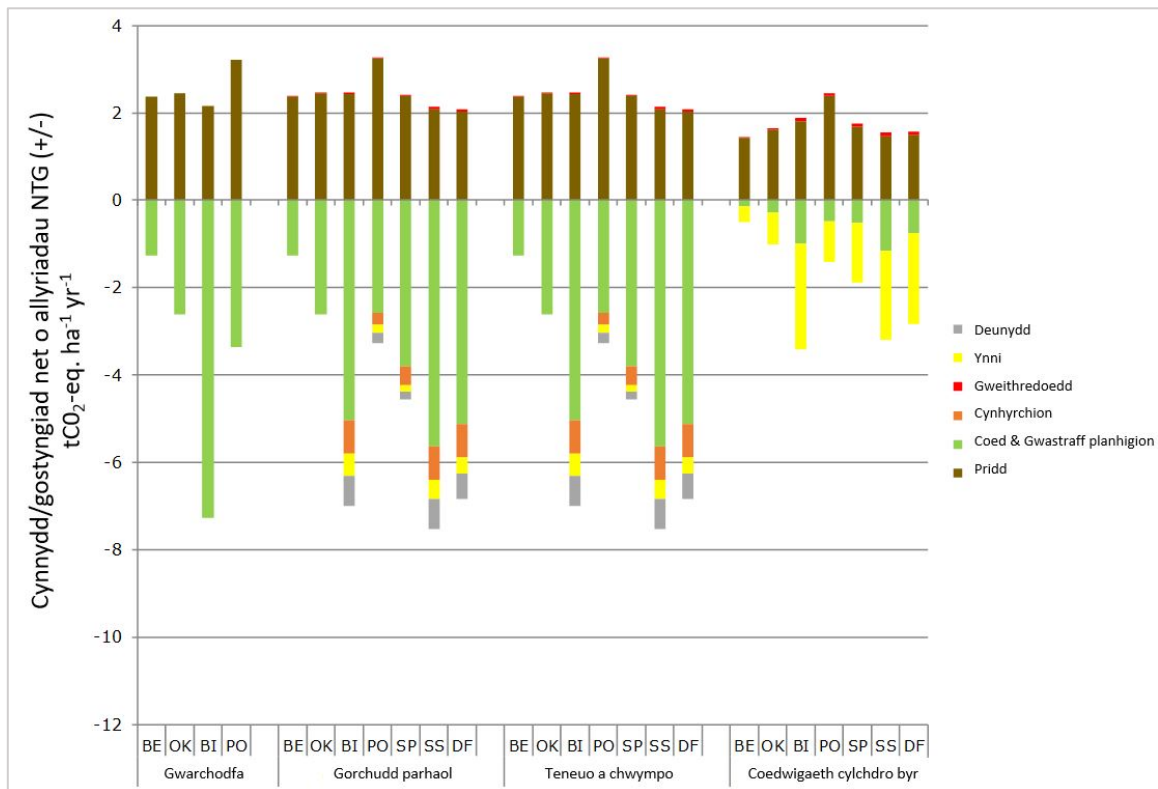
Mae ffigurau 4-4, 4-5, 4-6 a 4-7 yn dangos y canlyniadau "ymgeisydd" ar gyfer effeithiau NTG, ar gyfer creu coetiroedd â gwahanol rywogaethau coed a chyfundrefnau rheoli a gynrychiolir yng nghanlyniadau ERAMMP, yn ôl eu trefn, ar gyfer gorwelion amser 2020-2025, 2020-2050, 2020-2100 a 200 mlynedd. Dangosir y gwahanol gyfraniadau at effeithiau cyffredinol, yn yr un modd â'r enghraifft a ystyriwyd yn Ffigurau 4-1 a 4-3 yn flaenorol.

Sylwch na roddir canlyniadau ar gyfer y gyfundrefn reoli "Gwarchodfa" yn achos y rhywogaeth coed conifferaidd (ffynidwydden, pefrwydd Sitka a ffynidwydden Douglas), gan fod y math hwn o reolaeth yn cael ei ystyried yn fwy perthnasol ar gyfer rhywogaethau coed llydanddail.

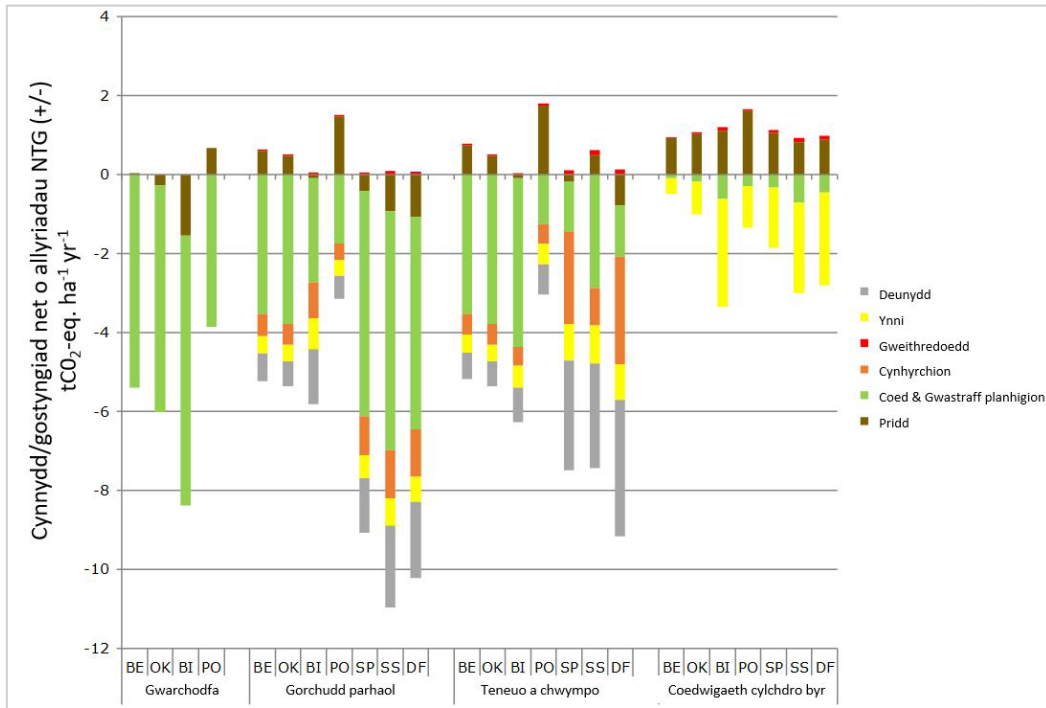
Mae nifer o nodweddion yn amlwg yn y ffigurau hyn, fel y trafodir isod.



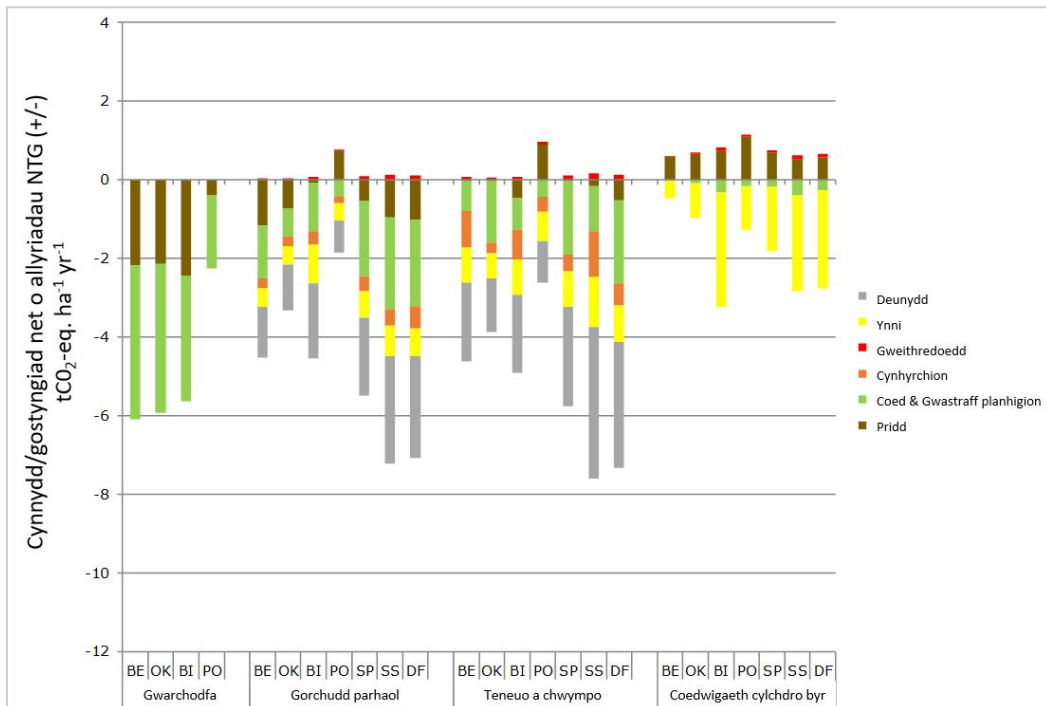
Ffigur 4-4 Amcangyfrif o'r effeithiau ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch creu coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 2020-2025.



Ffigur 4-5 Amcangyfrif o'r effeithiau ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch creu coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 2020-2050.



Ffigur 4-6 Amcangyfrif o'r effeithiau ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch creu coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 2020-2100.



Ffigur 4-7 Amcangyfrif o'r effeithiau ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch creu coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 200 mlynedd.

Ffigur 4-4 (gorwel amser 2020-2025)

Ym mhob achos, allyriadau CO₂ net o golli stociau carbon pridd sy'n dominyddu'r cydbwysedd NTG (2.0 tCO₂ ha⁻¹ bl⁻¹), sy'n digwydd o ganlyniad i baratoi'r safle a'r amser sy'n gysylltiedig â'r trawsnewidiad rhwng colli llystyfiant sy'n bodoli eisoes ar y safle a sefydlu'r coed yn llawn.

Ffigur 4-5 (gorwel amser 2020-2050)

Ar draws yr holl gyfundrefnau rheoli perthnasol, mae rhywogaethau coed conifferaidd (SP, SS, DF) yn gyson yn arddangos dal a storio CO₂ net sylweddol a gostyngiadau mewn allyriadau NTG. Mae'r canlyniadau ar gyfer rhywogaethau coed llydanddail yn fwy amrywiol, ag amcangyfrif o allyriadau NTG net ar gyfer ffawydd, dal a storio carbon net ar gyfer bedw, a dal a storio carbon net cymedrol ar gyfer derw ac aethnenni/aethnenni du. Mae'r canlyniadau hyn ar gyfer rhywogaethau coed llydanddail yn adlewyrchu'r cyfraddau twf cymharol isel o gymharu â rhywogaethau coed conifferaidd a'r amser a gymerir i'r coetiroedd ymsefydlu'n llawn. Mae'r canlyniad gwell ar gyfer bedw yn adlewyrchu dosbarth cynnyrch tybiedig uwch, gan ddatgelu pwysigrwydd cyfradd twf coed wrth bennu canlyniadau (e.e. colled neu enillion net stociau carbon) dros y gorwel amser hwn.

Ar gyfer mwyafrif y senarios, y prif gyfraniadau sy'n pennu cynnydd neu ostyngiadau allyriadau NTG net dros y gorwel amser hwn yw'r newidiadau stoc carbon mewn coed, coed marw, sbwriel a phridd. Yn gyffredinol, mae dal a storio carbon mewn cynhyrchion pren ac effeithiau amnewid cynnyrch posibl yn gwneud mân gyfraniadau dros y gorwel amser hwn.

Mae'r senarios ar gyfer y gyfundrefn reoli CCB yn eithriad mewn perthynas â'r pwynt blaenorol: mae dal a storio carbon mewn coetiroedd yn eithaf cyfyngedig (o ganlyniad i reoli CCB ar gylchdro cymharol fyr o 25 mlynedd) ond amcangyfrifir cyfraniadau ar gyfer tanwydd coed sy'n disodli ffynonellau ynni ffosil yn sylweddol. Yn gyffredinol, mae'r canlyniadau ar gyfer y gyfundrefn reoli CCB yn amrywiol ac mae'r amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG (lle gwelir y rhain) yn gyffredinol is nag ar gyfer y cyfundrefnau rheoli eraill a ystyrir.

Ar gyfer y cyfundrefnau rheoli nad ydynt yn CCB, mae'n berthnasol nodi bod pob un o'r tair senario rheoli a ystyriwyd yn cynnwys canlyniadau enghreifftiol gyda dal a storio CO₂ net sylweddol dros y gorwel amser hwn. Mae hyn yn dangos nad oes unrhyw opsiwn penodol (llydanddail neu gonifferaidd, rheoli ar gyfer cynhyrchiant neu adael fel gwarchodfa) sy'n sefyll allan fel un sy'n "well" na'r lleill. Rhywfaint o oleddfu ar y pwynt hwn: mae'r canlyniadau ar gyfer y gyfundrefn reoli "Gorchudd parhaus" bron yr un fath ag ar gyfer y gyfundrefn "Teneuo a thorri i lawr" dros y gorwel amser hwn. Mae hyn oherwydd bod rheolaeth y coetiroedd sydd newydd eu creu yn gwyro ar gyfer y ddwy gyfundrefn hon dros amserlenni hwy yn unig. (Y tu hwnt i'r gorwel amser hwn, ar gyfer "Teneuo a thorri i lawr", mae clirio ar y cylchdro a neilltuwyd a ddilynnir gan ailstocio gyda chlwstwr arall o goed o oed gwastad; ar gyfer "Gorchudd

parhaus", rheolir trawsnewid i goetir o oed anwastad trwy deneuo parhaus ac annog adfywio.)

Ffigur 4-6 (gorwel amser 2020-2100)

Dros y gorwel amser hwn, mae'r gwahanol amcangyfrifon o ddal a storio carbon net ar gyfer y cyfundrefnau rheoli "Gwarchodfa", "Gorchudd parhaus" a "Theneuo a thorri i lawr" yn gorgyffwrdd a gall yr holl opsiynau hyn arwain at ddal a storio carbon net sylweddol. Ar gyfer y senarios rheoli "Gorchudd parhaus" a "Theneuo a thorri i lawr", mae hyn yn cael ei "ategu" gan ddal a storio carbon mewn cynhyrchion pren a thrwy ostyngiadau allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch posibl. Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma.

Mae'r canlyniadau ar gyfer senarios CCB yn dal i fod yn amrywiol (yn dal i roi allyriadau NTG net mewn rhai achosion) ac yn gyffredinol mae gostyngiadau allyriadau NTG net (lle cânt eu gwireddu) yn is nag ar gyfer y cyfundrefnau rheoli eraill a ystyrir. Serch hynny, gall gostyngiadau allyriadau NTG net ddal i fod yn sylweddol mewn rhai achosion CCB (yn gyffredinol y rhai sy'n cynnwys cyfraddau twf coed uwch).

Ffigur 4-7 (gorwel amser 200 mlynedd)

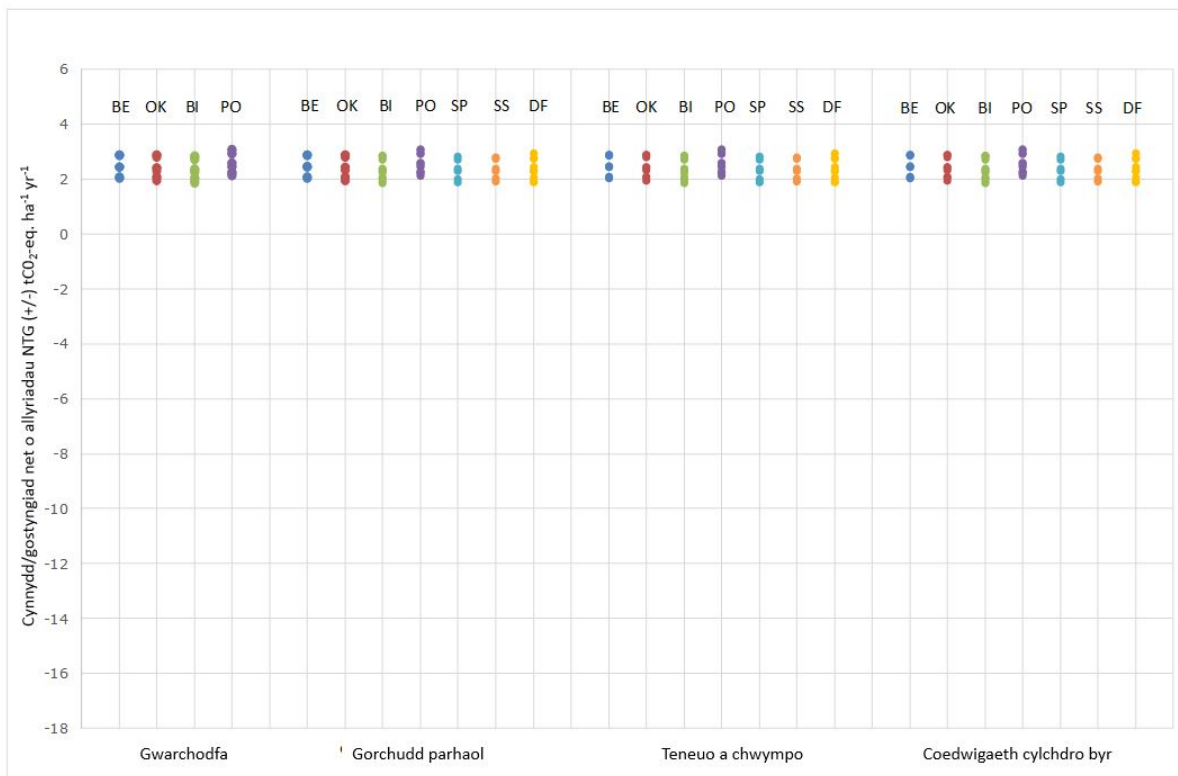
Dros y gorwel amser hwn (yn arbennig o'i gymharu â 2020-2050 a 2020-2100), mae cyfraddau is o ddal a storio carbon yn amlwg, o ganlyniad i ddirlawnder. Mae hyn yn wir am bob cyfundrefn reoli ond mae dal a storio carbon yn cael ei gynnal fwyaf ar gyfer y senarios "Gwarchodfa", lle mae ymyriadau megis cynaeafu yn cael eu hosgoi.

Mae senarios ar gyfer y cyfundrefnau rheoli "Gorchudd parhaus" a "Theneuo a thorri i lawr" yn dangos cydbwysedd rhwng llai o ddal a storio carbon ond gostyngiadau parhaus mewn allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch. Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma.

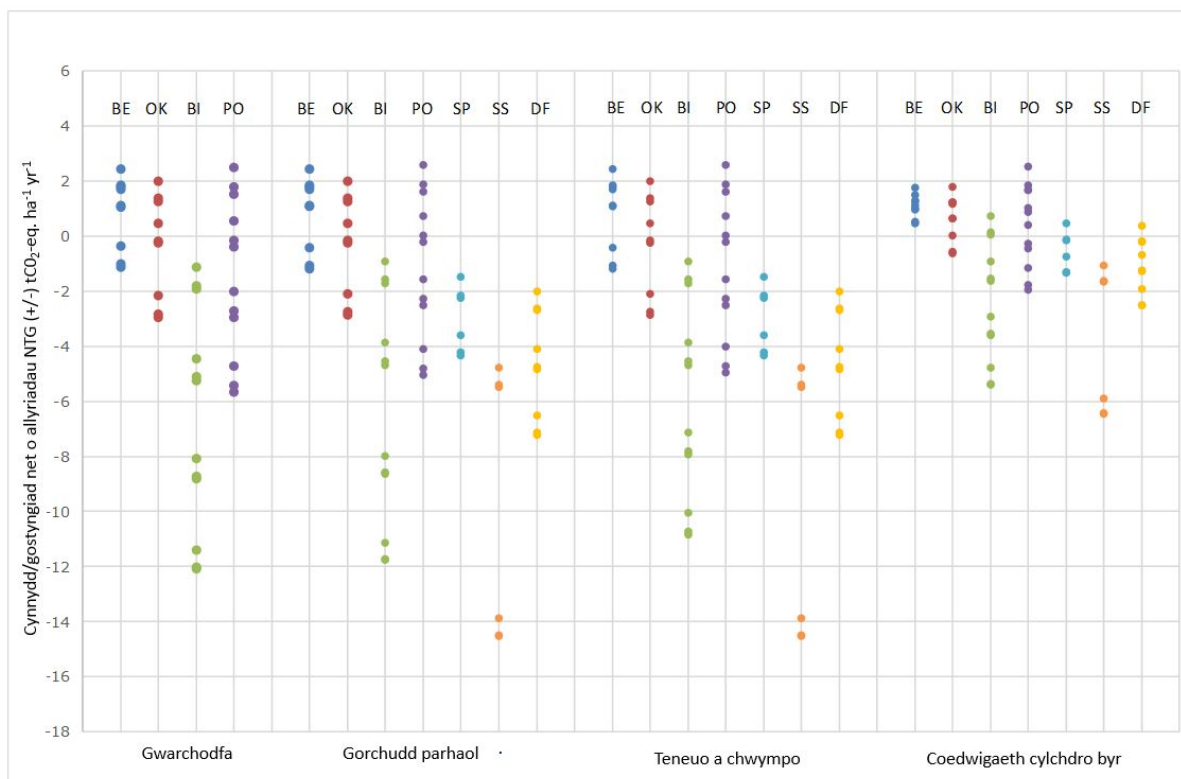
Mae senarios sy'n cynnwys CCB yn dal i fod yn amrywiol ond gyda rhai achosion (lle mae cyfraddau twf coed yn gymharol uchel) maent yn rhoi gostyngiadau cymedrol mewn allyriadau NTG, o gymharu â chanlyniadau'r cyfundrefnau rheoli eraill. Cyflawnir bron pob un o'r gostyngiadau allyriadau hyn mewn achosion CCB trwy roi tanwydd coed yn lle tanwydd ffosil.

4.3.1 Creu coetiroedd: pob senario

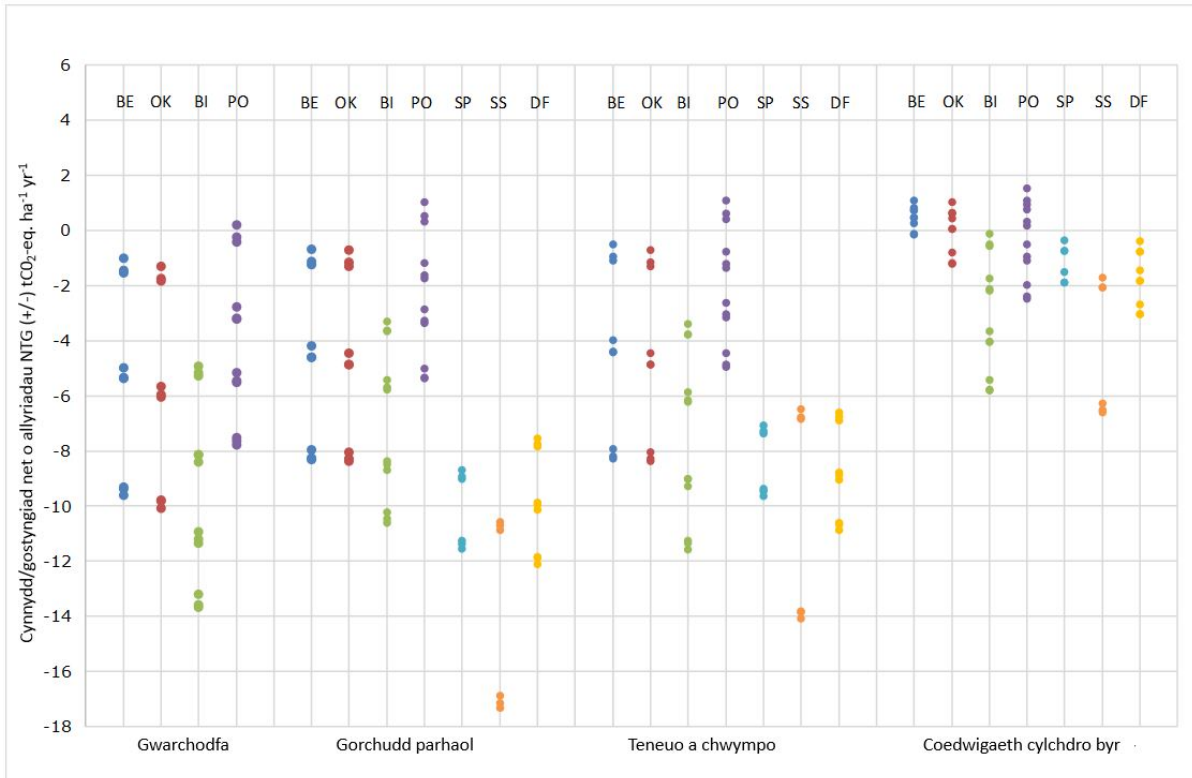
Yn Ffigurau 4-8 i 4-11, dangosir canlyniadau ar gyfer gostyngiadau neu godiadau llawn mewn allyriadau NTG blynyddol, ar gyfer y set lawn o ganlyniadau ERAMMP sy'n cynrychioli'r holl senarios ar gyfer creu coetiroedd a ystyriwyd yn yr asesiad hwn (gweler Adran 4.1 am ddisgrifiad). Mae ffigurau 4-8, 4-9, 4-10 a 4-11 yn dangos, yn y drefn honno, canlyniadau ar gyfer y gorwelion amser 2020-2025, 2020-2050, 2020-2100 a 200 mlynedd.



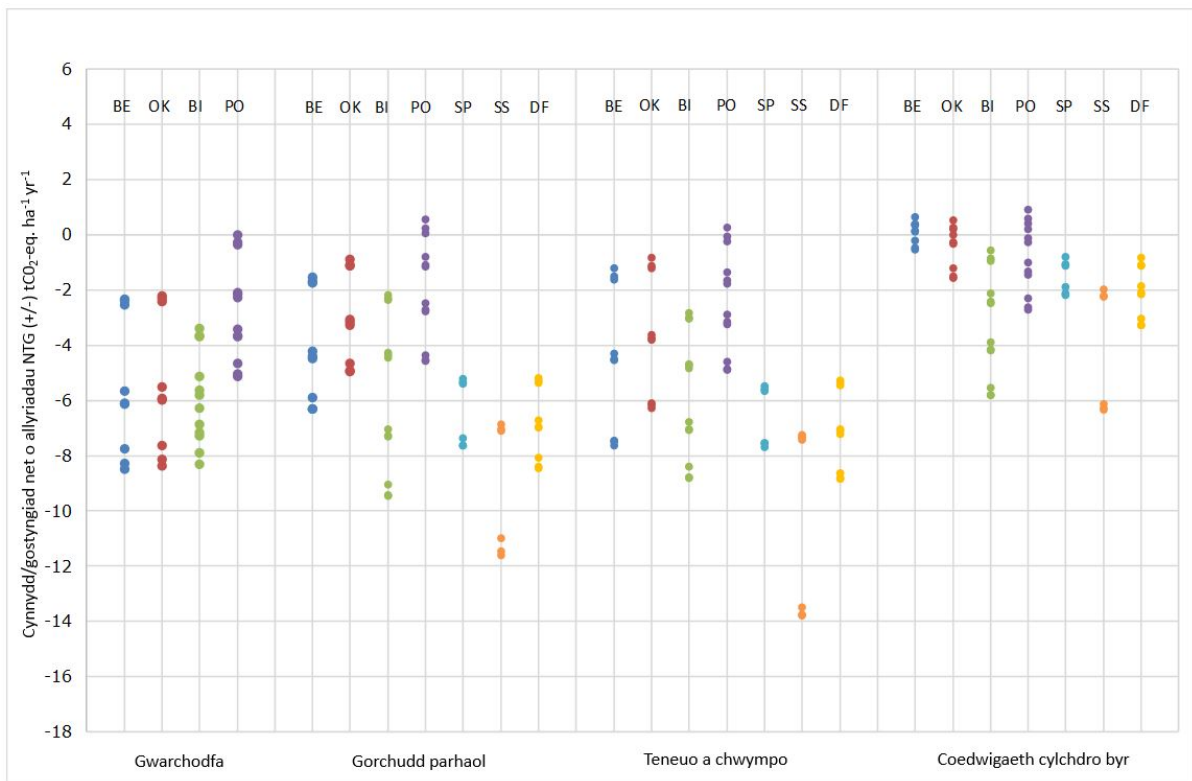
Ffigur 4-8 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau creu coetiroedd â'r gorwel amser 2020-2025.



Ffigur 4-9 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau creu coetiroedd â'r gorwel amser 2020-2050.



Ffigur 4-10 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau creu coetiroedd â'r gorwel amser 2020-2100.



Ffigur 4-11 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau creu coetiroedd â'r gorwel amser 200 mlynedd.

Mae'r amcangyfrifon ar gyfer gwahanol orwelion amser a senarios yn Ffigurau 4-8 i 4-11 yn dangos yr un patrymau cyffredinol ag a ddisgrifiwyd eisoes ar gyfer y set o ganlyniadau "ymgeisydd" yn Ffigurau 4-4 i 4-7. Fodd bynnag, mae'r ystodau yn y canlyniadau yn ehangach, ag allyriadau NTG net yn cynyddu hyd at $3 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ a gostyngiadau allyriadau NTG net o bron $-18 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ mewn rhai achosion. Mae'r achosion gwaeth yn gysylltiedig â senarios sy'n cynnwys cyfraddau twf coed isel (dosbarth cynnyrch 2 neu 4), yn arbennig mewn cyfuniad â chreu coetir ar bridd organo-fwynol.

Mae'r canlyniadau hyn yn cadarnhau bod gan yr holl senarios a ystyrir (o ran rhywogaethau coed a chyfundrefnau rheoli) y potensial i gyfrannu at liniaru newid yn yr hinsawdd. Fodd bynnag, ymddengys fod gostyngiadau mewn allyriadau NTG a gyfrannwyd gan senarios CCB yn fwy cymedrol, o gymharu â'r cyfundrefnau rheoli eraill a ystyriwyd. Ar gyfer cyfundrefnau rheoli sy'n cynnwys cynhyrchu pren, mae elfen o'r gostyngiadau mewn allyriadau NTG yn cael ei chyfrannu trwy amnewid cynnyrch (tanwydd a deunyddiau pren). Mae'n bwysig cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch.

4.4 Atal colli coetiroedd (osgoi datgoedwigo)

Mae Ffigur 4-12 yn dangos y gostyngiadau mewn allyriadau NTG a amcangyfrifwyd ar gyfer gweithgareddau sy'n cynnwys osgoi colli coetir, ar gyfer y gorwel amser 2020-2025. Dangosir y gwahanol gyfraniadau at effeithiau cyffredinol, yn yr un modd â'r enghreifftiau ar gyfer creu coetir a ystyrir yn Ffigurau 4-1 a 4-3. Mae'r amcangyfrifon wedi deillio o gyfrifiadau wedi'u seilio ar y canlyniadau "ymgeisydd" ar gyfer yr ystod o rywogaethau coed a chyfundrefnau rheoli a gwmpesir yn yr asesiad hwn (gweler Adran 4.1). Dim ond y gorwel amser 2020-2025 a gynhwysir fel ffigur ar gyfer y math hwn o weithgaredd. Y rheswm am hyn yw bod yr effeithiau ar allyriadau NTG yn cael eu dominyddu gan gyfraniadau o'r stociau carbon coed a gedwir trwy osgoi colli'r coetir, sy'n digwydd dros gyfnod byr (h.y. y cyfnod y byddai'r coetir wedi'i dorri i lawr fel arall ac y byddai newid defnydd tir wedi digwydd). Mae hyn yn amlwg yn Ffigur 4.21. Mae cyfraniadau llai ond pwysig a thymor hwy eraill at ostyngiadau allyriadau NTG, a drafodir yn gryno isod hefyd.



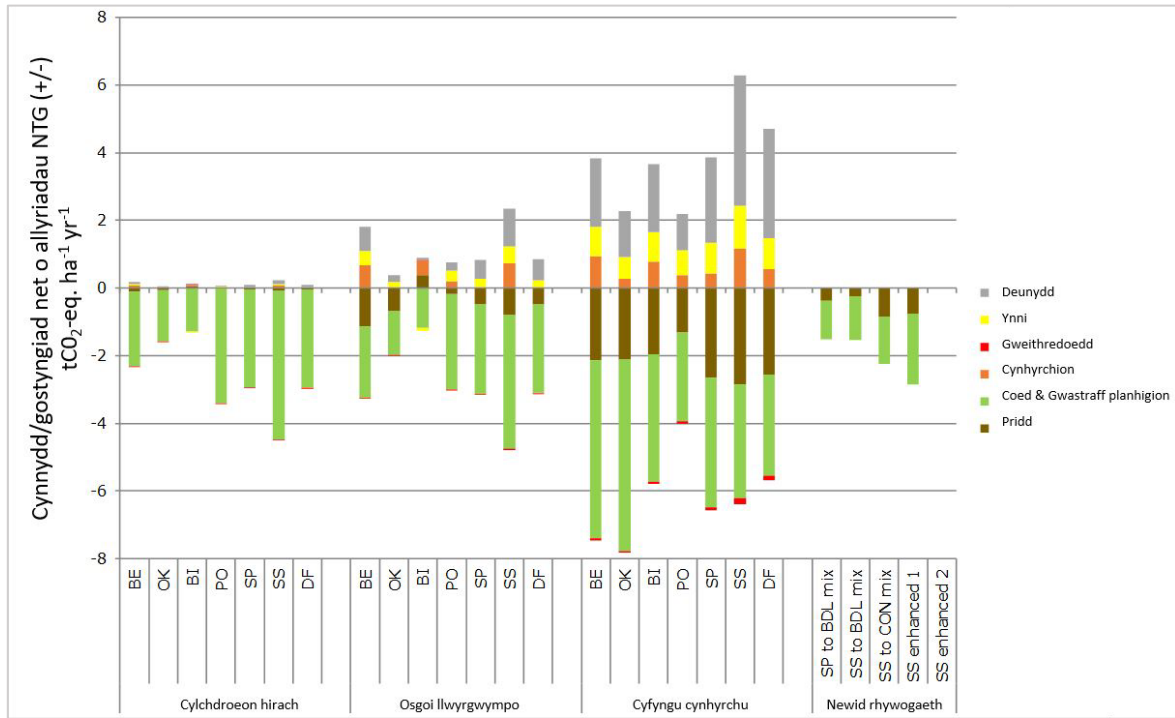
Ffigur 4-12 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch osgoi colli coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 2020-2025.

Yn ôl y canlyniadau yn Ffigur 4-12, mae'r allyriadau NTG a osgöir trwy warchod coetir a fyddai fel arall wedi'i golli oddeutu $-120 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$, ar gyfer coetiroedd sydd wedi'u gadael fel "gwarchodfeydd" (h.y. ychydig neu ddim cynaeafu) ac ychydig yn is ar gyfer coetiroedd a reolir ar gyfer cynhyrchu pren, oddeutu $-55 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$. Sylwch fod yr amcangyfrifon hyn yn cynnwys y rhagdybiaethau, pe na byddai'r coetiroedd wedi'u gwarchod, byddai'r coetiroedd wedi'u tynnu'n llwyr fel rhan o newid defnydd tir ac y byddai'r holl fio mäs coed wedi'i ddinistrio mewn rhyw ffordd (gan ryddhau CO₂ i'r atmosffer) o fewn cyfnod o 5 mlynedd

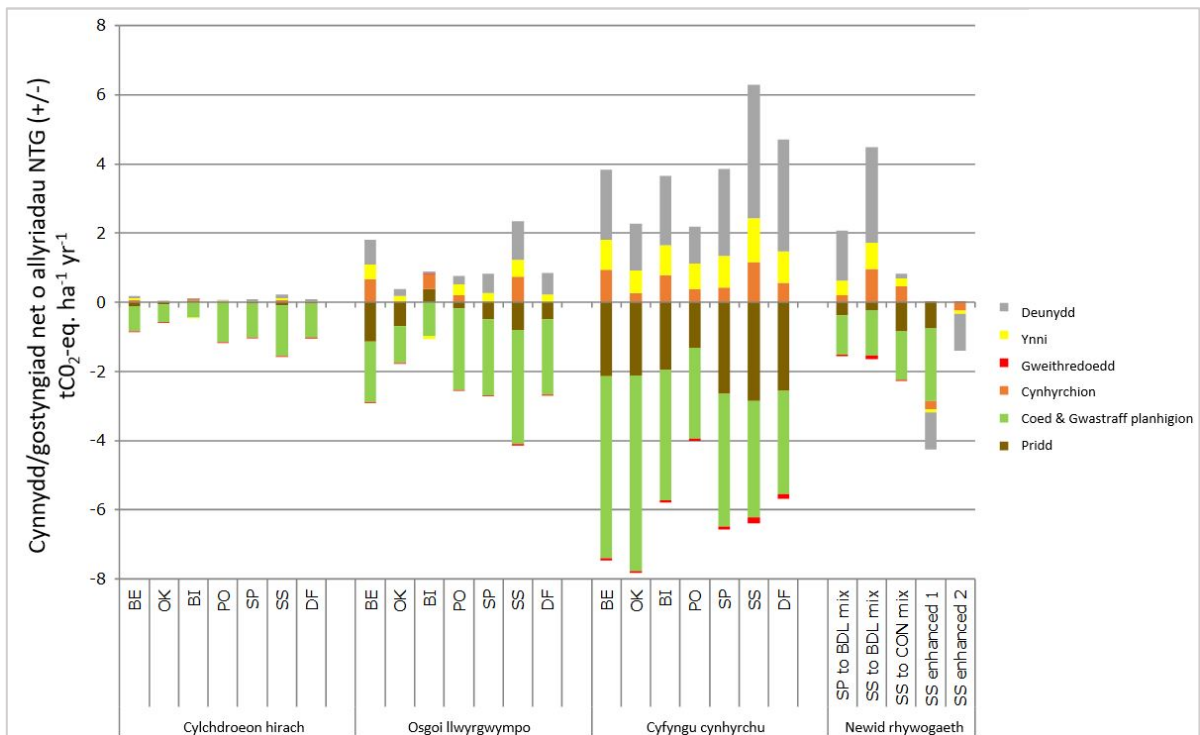
Yn y tymor hwy, gall fod cyfraniadau at ddal a storio carbon yn arbennig ym mhrriddoedd coetiroedd "gwarchodfa" nad ydynt yn cael eu datgoedwigo, ag ystod amcangyfrifedig o rhwng $-2.4 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ a $-0.4 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$. Ar gyfer coetiroedd a reolir ar gyfer cynhyrchiant coed, mae gostyngiadau allyriadau tymor hir yn cael eu cyfrannu trwy amnewid cynnyrch (a fyddai fel arall wedi'i golli), ag amcangyfrifon yn amrywio o $-4.9 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ ac $-1.2 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$. Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma.

4.5 Newidiadau i reolaeth mewn coetiroedd presennol

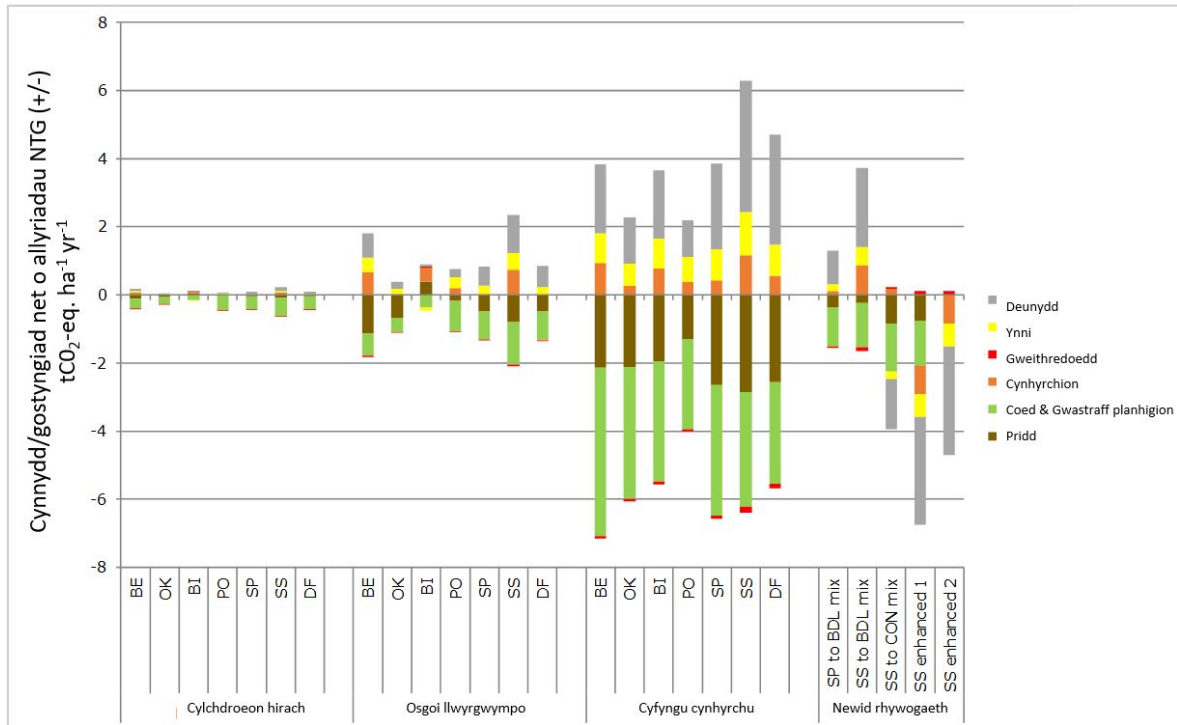
Mae ffigurau 4.-13 i 4-16 yn dangos canlyniadau ar gyfer rhai o'r senarios yn yr asesiad hwn ar gyfer newidiadau i reolaeth coetiroedd presennol.



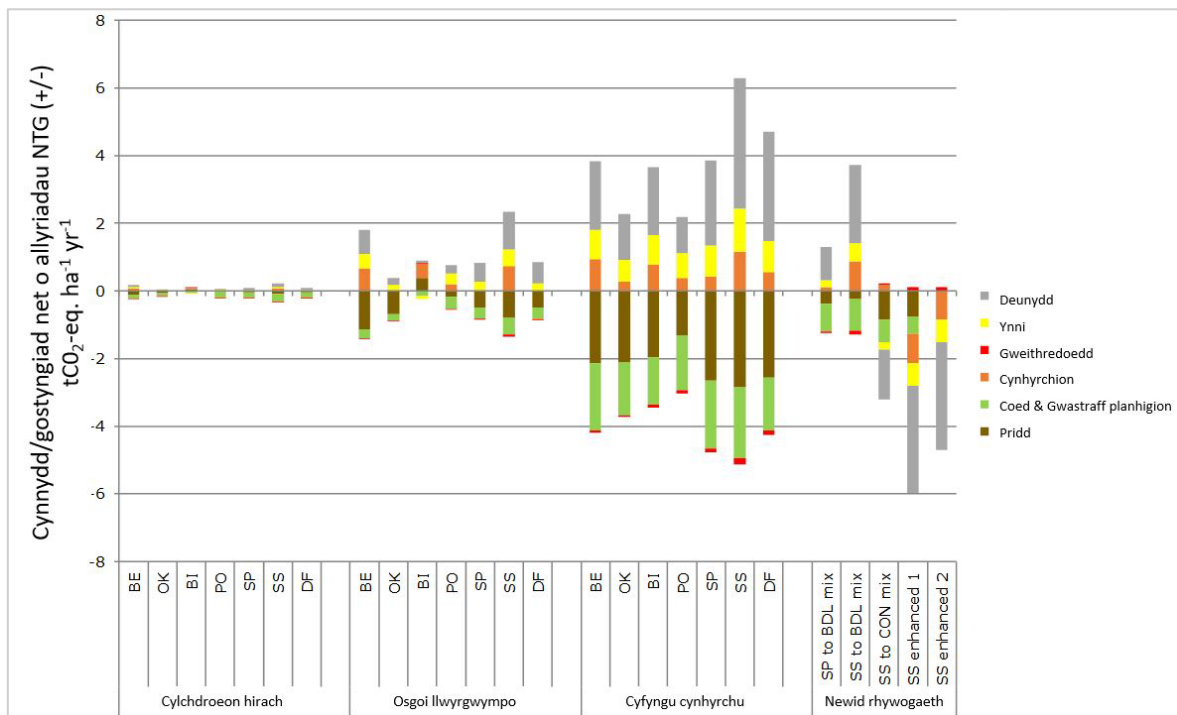
Ffigur 4-13 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch newidiadau i reolaeth coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 2020-2025.



Ffigur 4-14 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch newidiadau i reolaeth coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 2020-2025.



Ffigur 4-15 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch newidiadau i reolaeth coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 2020-2100.



Ffigur 4-16 Amcangyfrif o'r effeithiau net ar allyriadau NTG ar gyfer gwahanol opsiynau ynghylch newidiadau i reolaeth coetiroedd, yn dangos cyfraniadau gan wahanol elfennau o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch: gorwel amser 200 mlynedd.

Mae'r amcangyfrifon hyn wedi deillio o gyfrifiadau wedi'u seilio ar y canlyniadau "ymgeisydd" ar gyfer yr ystod o rywogaethau coed a chyfundrefnau rheoli a ystyrir yn

yr asesiad hwn (gweler y disgrifiad yn Adran 4.1). Mae ffigurau 4-13, 4-14, 4-15 a 4-16 yn dangos, yn y drefn honno, ganlyniadau ar gyfer y gorwelion amser 2020-2025, 2020-2050, 2020-2100 a 200 mlynedd. Dangosir y gwahanol gyfraniadau at effeithiau cyffredinol yn y ffigurau, yn yr un modd â'r enghreifftiau ar gyfer creu coetir a ystyrir yn Ffigurau 4-1 a 4-3. Rhagdybir y bydd y newidiadau yn y modd rheoli coetiroedd yn cychwyn yn 2020.

Ni ddangosir y canlyniadau ar gyfer y mwyafrif o senarios ar gyfer rheoli coetir sy'n cynnwys mwy o gynhyrchiant coed o goetiroedd yn Ffigurau 4-13 i 4-16. Yn y bôn, mae'r canlyniadau ar gyfer y senarios hyn yn wrthdro i senarios penodol sy'n cynnwys cadw stociau carbon coetir. Cyflwynir canlyniadau effeithiau cyffredinol yr ystod lawn o senarios rheoli wedyn yn Ffigurau 4-17 i 4-20. Cynhwysir amcangyfrifon ar gyfer senarios sy'n cynnwys newidiadau i gyfansoddiad rhywogaethau a chyfraddau twf coetiroedd yn Ffigurau 4-13 i 4-16, gan nad oes gan y rhain senarios cyfatebol sy'n cynnwys cadw stociau carbon coetir. (Gellir dadlau bod y mathau hyn o ymyrraeth reoli yn torri ar draws dosbarthiad deuaidd senarios rheoli fel naill ai "cadwraeth stoc carbon coetir" neu "gynhyrchiant cynyddol o bren"). Dangosir canlyniadau ar wahân ar gyfer pum achos unigol o senarios o'r fath:

1. cymysgedd "SP i BDL"
2. cymysgedd "SS i BDL"
3. cymysgedd "SS i CON"
4. "SS gwell 1"
5. "SS gwell 2".

Rhoddir rhagor o fanylion am y senarios hyn yn Nhabl 4.5.

Sylwch fod senarios lle mae coetiroedd coniferaidd a reolwyd yn wreiddiol ar gyfer cynhyrchiant yn cael eu trawsnewid yn warchodfeydd (senarios "Cyfyngu ar gynhyrchiant") hefyd yn cynnwys rhagdybiaeth o newid rhywogaethau i rywogaethau coed llydanddail mwy parhaus (gweler y drafodaeth ar ddulliau yn Adran 4.1).

Mae nifer o nodweddion yn amlwg yn Ffigurau 4-13 i 4-16, fel y trafodir isod.

Cylchdroadau hwy

Mae ymestyn cylchdroadau mewn clystyrau o oed gwastad a reolir ar gyfer cynhyrchiant yn arwain at fwy o ddal a storio carbon net mewn coed, coed marw a sbwriel dros orwel amser cymharol fyr (Ffigur 4-13). Mae maint y dal a storio carbon yn arwyddocaol rhwng $-4 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ ac $-1 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$. Fodd bynnag, mae'r effaith hon yn dirlenwi'n gyflym dros orwelion amser hwy, pan fydd y rheolaeth addasedig ar goetir yn golygu dal i glirio'r clwstwr ond ar gylchdro hwy (Ffigurau 4-14 i 4-16). Amcangyfrifir bod yr effeithiau ar ddal a storio carbon mewn cynhyrchion pren ac allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch yn ddibwys. Sylwch fod yr holl arsylwadau blaenorol ar gyfer y senario hwn yn rhannol o ganlyniad i ragdybio estyniad eithaf cymedrol i'r cylchdro presennol (o 10 mlynedd).

Osgoi clirio

Ar gyfer gorwelion amser hyd at 2050 (Ffigurau 4-13 a 4-14), mae trawsnewid clystyrau o oed gwastad a reolir ar gyfer cynhyrchiant yn ôl cyfundrefn goedwriaethol "gorchudd parhaus" yn arwain at fwy o ddal a storio carbon mewn coed, sbwriel a

phridd rhwng $-5 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ ac $-1 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$. Ar gyfer gorwelion amser hwy (sy'n cwmpasu'r broses o gwblhau'r trawsnewid o'r hen drefn reoli i'r un newydd), mae'r cyfraniadau hyn at ddal a storio carbon yn well yn gostwng oherwydd dirlawnder. Dros yr holl orwelion amser, mae cynnydd bach i gymedrol ond parhaus mewn allyriadau NTG (hyd at $2 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$) sy'n deillio o rai gostyngiadau yn y lefelau cynhyrchu pren. Mae hyn yn cynnwys colledion net o garbon sydd wedi'i ddal a'i storio mewn cynhyrchion pren a chynnydd net mewn allyriadau NTG trwy amnewid llai o gynhyrchiant. Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma.

Cyfyngu ar gynhyrchiant

Mae cyfyngu ar gynhyrchiant (h.y. cynaeafu) mewn coetiroedd (hefyd yn cynnwys newid rhywogaethau i goed dail llydan mewn coetiroedd conifferaidd gynt) yn arwain at ddal a storio carbon yn sylweddol mewn coed, coed marw, sbwriel a phridd dros orwelion amser hyd at 2100 (yn yr ystod $-8 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ a $-4 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$). Mae gostyngiad mewn dal a storio carbon coetir yn amlwg ar gyfer gorwel o 200 mlynedd, gan adlewyrchu dyfodiad dirlawnder. Dros yr holl orwelion amser, mae cynnydd arwyddocaol a pharhaus mewn allyriadau NTG (hyd at $6 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$) sy'n deillio o roi'r gorau i gynhyrchu pren. Mae hyn yn cynnwys colledion net o garbon sydd wedi'i ddal a'i storio mewn cynhyrchion pren a chynnydd net mewn allyriadau NTG trwy amnewid llai o gynhyrchiant. Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma.

Newid rhywogaethau

Mae'r senarios hyn yn cael effeithiau amrywiol ar allyriadau NTG net:

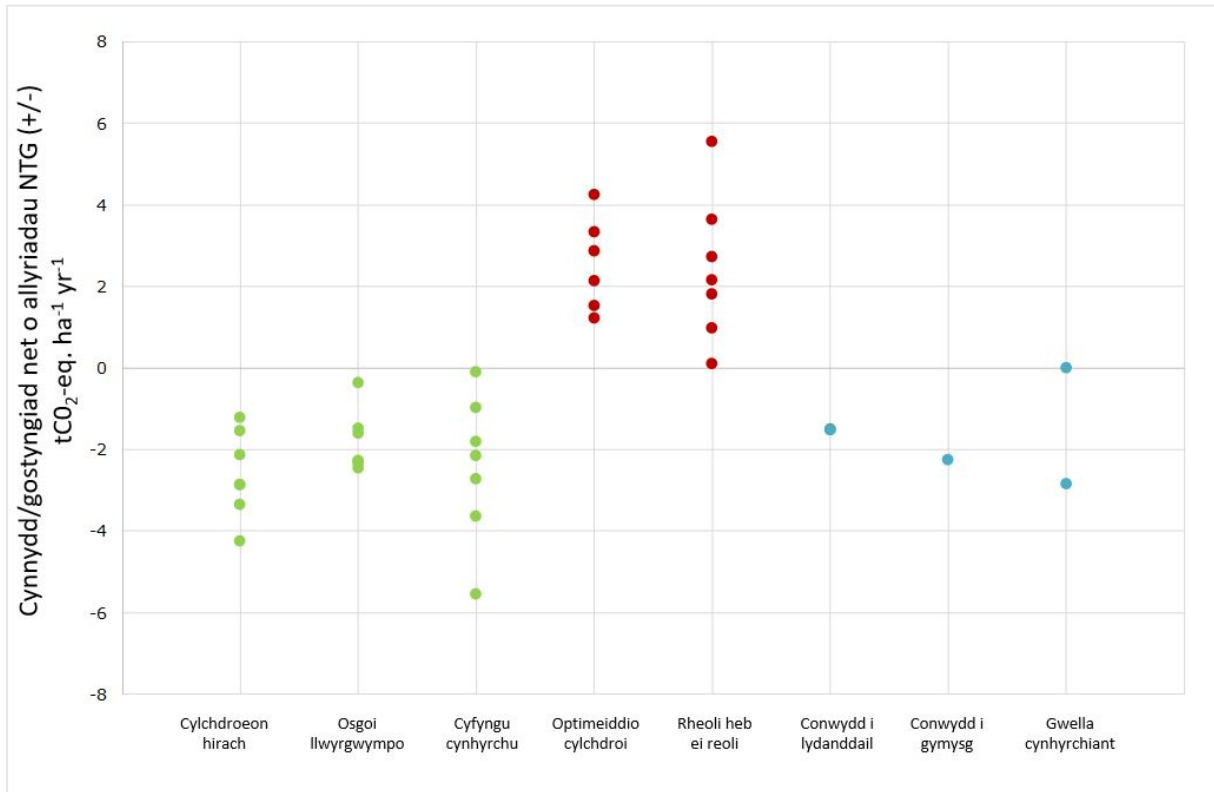
- Mae'r ddau senario sy'n cynnwys trawsnewid coetiroedd conifferaidd o oed gwastad yn goetiroedd llydanddail cymysg (a reolir yn ôl coedwriaeth gorchudd parhaus) yn arwain at ddal a storio carbon net ychwanegol mewn coetiroedd o oddeutu $-1.5 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$, er bod dirlawnder yn achosi i hyn ostwng dros orwelion amser hwy (200 mlynedd). Fodd bynnag, mae'r dal a storio ychwanegol o garbon coetir yn fwy nac yn cael ei wrthbwyo gan gynnydd parhaus mewn allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â llai o ddal a storio carbon mewn cynhyrchion pren a llai o amnewid cynnyrch (rhwyng $1 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ a $4 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$), gan adlewyrchu lefelau is o gynhyrchiant pren.
- Mae senario sy'n cynnwys trawsnewid coetiroedd conifferaidd o oed gwastad yn goetiroedd conifferaidd cymysg (a reolir yn ôl coedwriaeth gorchudd parhaus) yn arwain at ddal a storio carbon net ychwanegol mewn coetiroedd o oddeutu $-2.3 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$, er bod dirlawnder yn achosi i hyn ostwng dros orwelion amser hwy (200 mlynedd). Mae rhai codiadau allyriadau NTG net cychwynnol yn gysylltiedig â newidiadau stoc carbon mewn cynhyrchion pren ac effeithiau ar amnewid cynnyrch rhwyng 2020 a 2050, oherwydd newidiadau mewn patrymau cynhyrchu sy'n gysylltiedig â thrawsnewid o deneuo a chlirio i reolaeth orchudd parhaus gan osgoi clirio. Fodd bynnag, dros orwelion amser hwy yn y senario hwn, cynyddir lefelau cynhyrchiant pren trwy'r cyfuniad o reoli gorchudd parhaus a chyflwyno rhywogaethau coed conifferaidd sy'n tyfu'n gyflymach i'r coetir, gan arwain at fwy o ddal a storio carbon mewn

cynhyrchion pren a gostyngiadau dyfnach mewn allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch ($-1.5 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$).

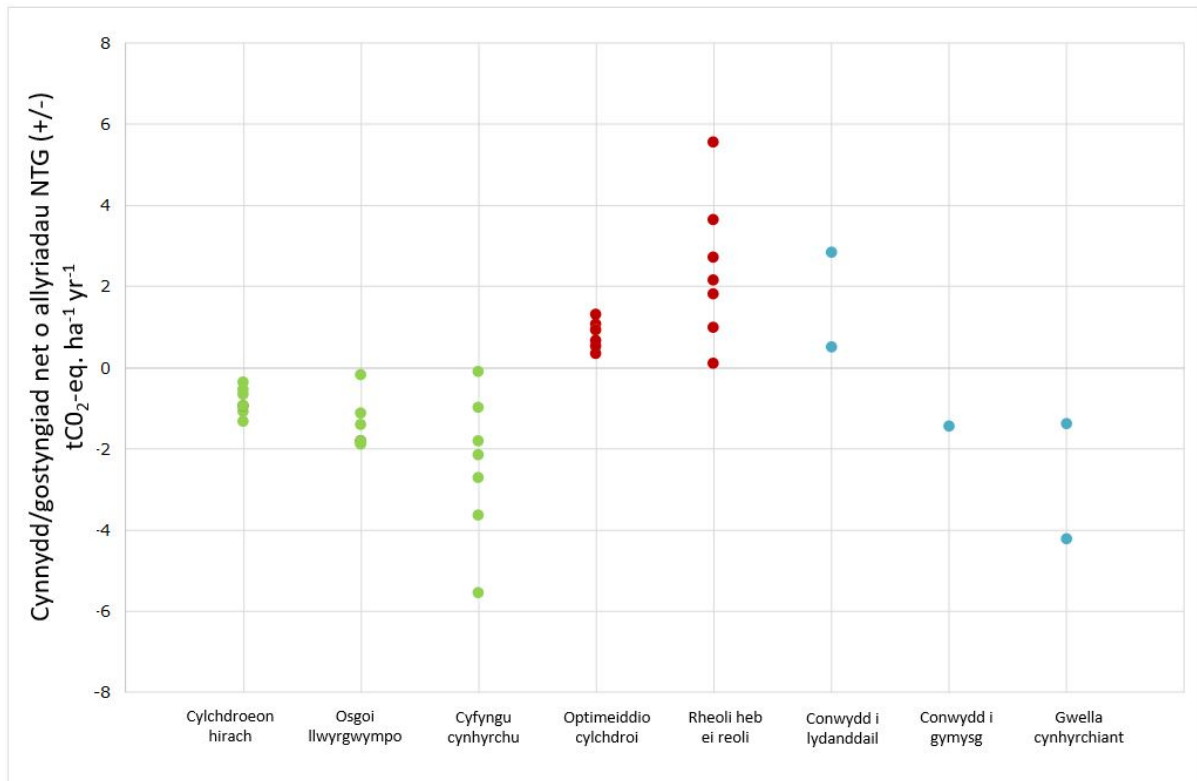
- Mae dau senario sy'n cynnwys ailstocio clystyrau o befrwydd Sitka o oed gwastad gyda choed pefrwydd Sitka wedi'u gwella'n enetig yn arwain at ostyngiad dyfnach sylweddol a pharhaus mewn allyriadau NTG trwy fwy o ddal a storio carbon mewn cynhyrchion pren ac amnewid cynnyrch. Dros orwel amser o 2020-2100 neu'n hwy, amcangyfrifir bod y gostyngiadau hyn mewn allyriadau NTG ar $-4.6 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$. Fodd bynnag, dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma. O dan senario lle mae'r cylchdroadau a weithredir i'r stoc dyfu sydd wedi'i wella'n enetig yn cael eu byrhau o'u cymharu â'r rhai a weithredwyd yn flaenorol yn y coetiroedd pefrwydd Sitka heb eu gwella ("SS gwell 2"), mae'r effeithiau ar ddal a storio carbon coetir yn ddibwys. Os yw'r cylchdroadau a weithredwyd yn flaenorol i'r pefrwydd Sitka heb eu gwella yn parhau ar gyfer y clystyrau sydd wedi'u gwella a sy'n tyfu'n gyflymach, mae mwy o ddal a storio carbon hefyd $-2.8 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ ar gyfer gorwelion amser hyd at 2050. Ar gyfer gorwelion amser hwy, mae dal a storio carbon yn gostwng ac yn dod yn ddibwys o ganlyniad i dirlawnder.

4.5.1 Ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol: pob senario

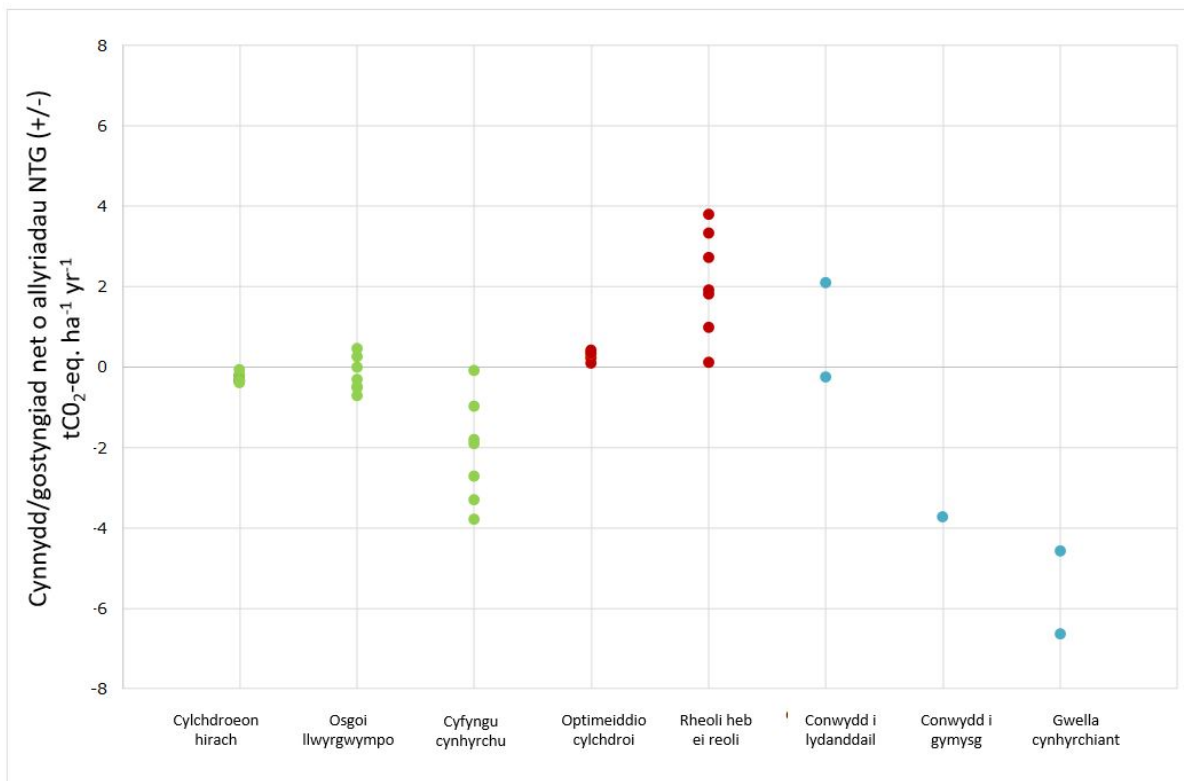
Crynoir y canlyniadau cyffredinol ar gyfer y senarios sy'n cynnwys ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol yn Ffigurau 4-17 i 4-20. Mynegir y canlyniadau ar gyfer gostyngiadau neu godiadau llawn mewn allyriadau NTG blynyddol, ar gyfer y set o ganlyniadau "ymgeisydd" a ystyriwyd yn yr asesiad hwn (gweler Adran 4.1 am ddisgrifiad). Mae ffigurau 4-17, 4-18, 4-19 a 4-20 yn dangos, yn y drefn honno, canlyniadau ar gyfer y gorwelion amser 2020-2025, 2020-2050, 2020-2100 a 200 mlynedd. Mae canlyniadau ar gyfer gwahanol rywogaethau coed a chyfraddau twf yn cael eu nodi gyda'i gilydd ym mhob ffigur i ddangos yr ystod o ganlyniadau posibl ar gyfer pob math o ymyrraeth rheoli coetir.



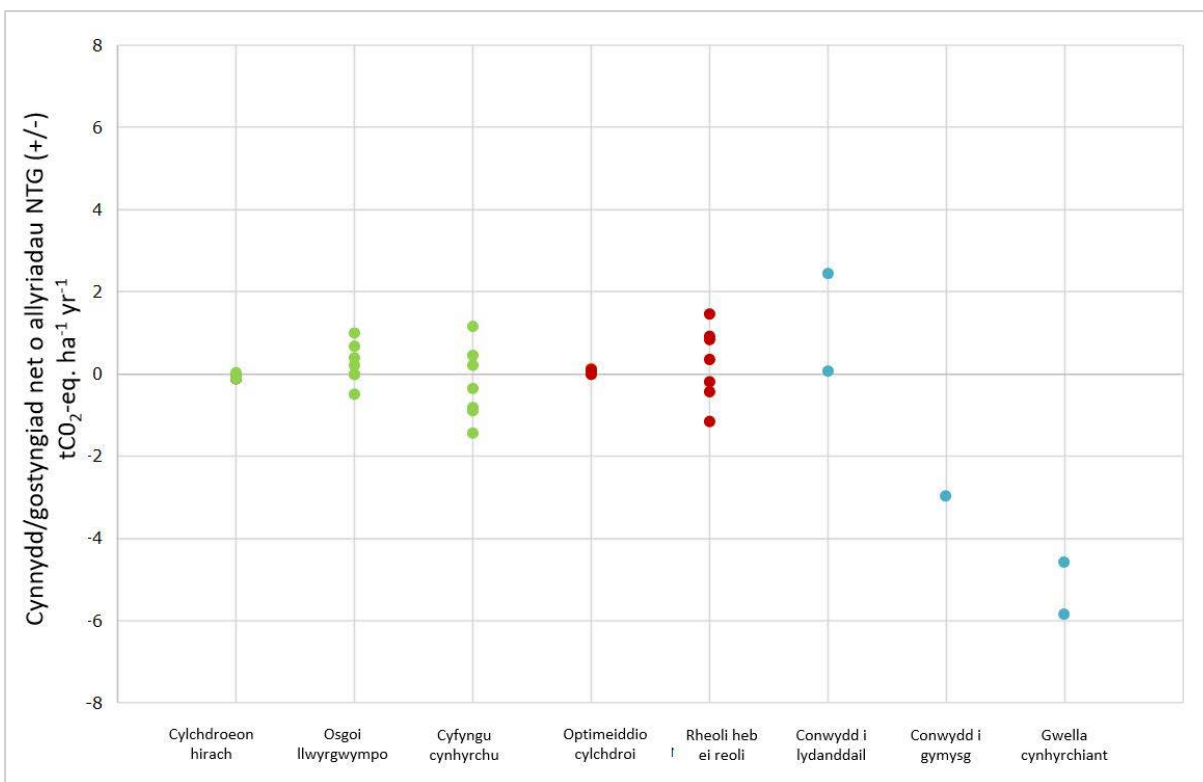
Ffigur 4-17 Crynodeb o'r effeithiau net amcangyfrifedig ar allyriadau NTG ar gyfer opsiynau sy'n cynnwys newidiadau i reoli coetiroedd: gorwel amser 2020-2025.



Ffigur 4-18 Crynodeb o'r effeithiau net amcangyfrifedig ar allyriadau NTG ar gyfer opsiynau sy'n cynnwys newidiadau i reoli coetiroedd: gorwel amser 2020-2050.



Ffigur 4-19 Crynodeb o'r effeithiau net amcangyfrifedig ar allyriadau NTG ar gyfer opsiynau sy'n cynnwys newidiadau i reoli coetiroedd: gorwel amser 2020-2100.



Ffigur 4-20 Crynodeb o'r effeithiau net amcangyfrifedig ar allyriadau NTG ar gyfer opsiynau sy'n cynnwys newidiadau i reoli coetiroedd: gorwel amser 200 mlynedd.

Gellir gwneud sawl sylw eang am y canlyniadau yn Ffigurau 4-17 i 4-20:

- Yn gyffredinol, mae'r canlyniadau ar gyfer math penodol o ymyrraeth rheoli coetiroedd yn amrywiadol iawn. Y ffactorau allweddol sy'n sail i'r amrywioldeb hwn yw rhywogaethau coed, cyfradd twf a newidiadau (lle bo hynny'n berthnasol) sy'n cynnwys cyflwyno rhywogaethau coed newydd gyda chyfraddau twf uwch neu is.
- Ar gyfer mathau o ymyrraeth rheoli coetiroedd sy'n cynnwys gwella stociau carbon coetir a dal a storio carbon, mae pob ymyrraeth yn arwain at ostyngiadau net mewn allyriadau NTG. Yn gyffredinol, mae maint y dal a storio cynyddol o garbon, a'i hyd (cyn dirlawnder), yn tueddu i gynyddu wrth i'r math o ymyrraeth ddod yn fwy eithafol (h.y. o "Gylchdroadau hwy" fel ymyrraeth "ysgafn" i "Gyfyngu ar gynhyrchiant" fel ymyrraeth "gref"). Mae'r amser y mae'r broses o ddal a storio carbon ychwanegol yn dirlenwi yn dibynnu'n benodol ar "gryfder" yr ymyrraeth. Dros orwelion amser hwy (200 mlynedd) mae canlyniadau ar gyfer pob un o'r mathau hyn o ymyrraeth reoli yn amrywio o gwmpas sero.
- Ar gyfer mathau o ymyrraeth ar gyfer rheoli coetiroedd sy'n cynnwys cynyddu cynhyrchiant pren, mae pob ymyrraeth yn arwain at godiadau net cyffredinol mewn allyriadau NTG net. Mae hyn yn adlewyrchu'r ffenomen y cyfeirir ati weithiau fel "dyled carbon", fel y trafodir yn Adran 2.12 ac Adrannau 2.16.4 i 2.16.6. Yn y pen draw, mae gostyngiadau allyriadau NTG sy'n gysylltiedig ag amnewid cynnyrch yn gwneud iawn am ostyngiadau mewn stociau carbon a dal a storio carbon. Mae'r amser a gymerir i hyn ddigwydd yn mynd yn hwy wrth i ddwyyster yr ymyrraeth gynyddu, e.e. o fewn 2020-2050 ar gyfer optimeiddio cylchdroadau ar un pegwn, i 200 mlynedd ar gyfer ysgogi cynhyrchiant pren. Dros orwelion amser hwy (200 mlynedd) mae canlyniadau ar gyfer pob un o'r mathau hyn o ymyrraeth reoli yn amrywio o gwmpas sero.
- Ar gyfer dau senario sy'n cynnwys trawsnewid coetiroedd conifferaidd o oed gwastad yn goetiroedd llydanddail cymysg (a reolir yn ôl coedwriaeth gorchudd parhaus), mae cyfnod byr o ddal a storio carbon sydd wedi'i gynyddu'n gymedrol yn cael ei wrthdroi dros orwelion amser hwy gan fwy o allyriadau NTG sy'n deillio o ostyngiad mewn amnewid cynnyrch. Mae'r canlyniadau hyn yn adlewyrchu'r cyfraddau twf is a'r lefel is o gynhyrchiant yn y coetiroedd llydanddail sy'n llwyddo yn y coetiroedd conifferaidd.
- Ar gyfer un senario sy'n cynnwys trawsnewid coetiroedd conifferaidd o oed gwastad yn goetiroedd conwydd cymysg (a reolir yn ôl coedwriaeth gorchudd parhaus), mae gostyngiad parhaus mewn allyriadau NTG net dros yr holl orwelion amser, ar y dechrau o ganlyniad i ddal a storio carbon yn well ac wedyn y cyfrannir ato yn bennaf trwy amnewid cynnyrch yn gynyddol. Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma.
- Dau senario sy'n cynnwys ailstocio clystyrau o befrwydd Sitka o oed gwastad gyda choed pefrwydd Sitka sydd wedi'u gwella'n enetig (wedi'u labelu'n "gynhyrchiant wedi'i wella") yw'r unig senarios i arddangos gostyngiadau sylweddol parhaus mewn allyriadau NTG dros yr holl orwelion amser hwy (2020-2050, 2020-2100 a 200 mlynedd). Cyfrannir hyn yn bennaf trwy amnewid cynnyrch, yn adlewyrchu'r cyfraddau twf sylweddol uwch a'r lefelau cynhyrchu a ragdybir ar gyfer y coed pefrwydd Sitka sydd wedi'u gwella'n enetig. Dylid cofio sylwadau rhybuddiol cynharach ynghylch amcangyfrifon o ostyngiadau mewn allyriadau NTG sy'n deillio o amnewid cynnyrch yma.

4.6 Asesiad cryno

Mae Tabl 4.6 yn cyflwyno synthesis o'r canlyniadau a ddisgrifir yn Adrannau 4.3 i 4.5. Mae canlyniadau ar gyfer y ddau orwel amser critigol (2020-2050 a 2020-2100) wedi'u cynnwys yn y tabl. Mae amcangyfrifon ychwanegol hefyd wedi'u cynnwys yn y tabl ar gyfer yr ymyrraeth reoli gynyddu'r cynhyrchiad bio-màs oddi wrth goetiroedd trwy echdynnu cyfran o bren canghennau a thorbrennau o bren coesyndau a adewid fel arall i bydru ar y safle. Mae'r rhain wedi'u seilio ar amcangyfrifon a adroddwyd yn Matthews et al. (2017). Rhoddir canlyniadau yn y mwyafrif o gelloedd yn Nhabl 4.6 ar gyfer yr amcangyfrifon lleiafswm, cymedrig ac uchafswm ar gyfer pob categori, yn y fformat "lleiafswm/cymedrig/uchafswm".

Mae Tabl 4.6 hefyd yn cynnwys asesiad ansoddol o'r "potensial" ar gyfer pob gweithgaredd (wedi'i sgorio fel "cyfyngedig", "cymedrol" neu "arwyddocaol"), sy'n cyfeirio'n gyffredinol at raddau cymharol arwynebedd y tir (neu'r ardal goetir) lle gellid cyflwyno'r gweithgaredd. Felly, nodir potensial lliniaru cyffredinol y gweithgaredd yng Nghymru gan y cyfuniad o'r potensial meintiol fesul hectar ar gyfer y gweithgaredd a'r asesiad ansoddol o'r graddau y gall y gweithgaredd fod yn berthnasol fel gweithgaredd lliniaru yng Nghymru.

Rhoddir rhai nodiadau esboniadol i gefnogi Tabl 4.6 ym Mlwch 4.1.

Tabl 4.6 Cyfuniad o botensial lliniaru newid yn yr hinsawdd ar gyfer opsiynau creu a rheoli coetir

Gweithgaredd	Potensial lliniaru newid yn yr hinsawdd (tCO ₂ -eq. ha ⁻¹ bl ⁻¹) ¹						Potensial ar gyfer y gweithgaredd
	Erbyn 2050 ²			Erbyn 2100 ²			
	Carbon coetiroedd ³	Allyriadau NTG traws-sectoraidd	Cyfanswm	Carbon coetiroedd ³	Allyriadau NTG traws-sectoraidd	Cyfanswm	
Creu coetiroedd							
Gwarchodfa	-12.1/-1.9/2.5	0.0	-12.1/-1.9/2.5	-13.7/-6.2/0.2	0.0	-13.7/-6.2/0.2	Cynhyrchiant ⁶
Cymedrol	-11.7/-2.6/2.8	-2.8/-0.8/0.0	-14.5/-3.5/2.6	-12.4/-4.6/1.7	-6.5/-2.4/-0.5	-17.3/-7.0/1.1	
CCB	-1.9/1.0/2.9	-4.5/-1.8/-0.2	-6.5/-0.8/2.5	-1.5/0.6/2.0	-5.1/-2.0/-0.2	-6.6/-1.4/1.5	
Osgoi colli coetir							
Gwarchodfa	-130/-121/-100	0.0	-130/-121/-100	-130/-121/-100	0.0	-130/-121/-100	Cynhyrchiant ⁷
Cymedrol	-75/-56/-33	-5/-3/-1	-80/-59/-34	-75/-56/-33	-5/-3/-1	-80/-59/-34	
Cadw/gwella carbon mewn coetiroedd presennol⁴							
Cylchdroadau hwy	-1.5/-0.9/-0.4	0.0/0.1/0.2	-1.3/-0.8/-0.4	-0.6/-0.4/-0.1	0.0/0.1/0.2	-0.4/-0.3/-0.1	Arwyddocaol ⁸
Osgoi clirio	-3.4/-2.2/-0.2	0.0/0.7/1.6	-1.9/-1.4/-0.2	-1.3/-0.9/0.4	0.0/0.7/1.6	-0.7/-0.2/0.4	
Cyfyngu gynhyrchiant ^{ar}	-7.5/-5.5/-3.6	1.7/3.1/4.9	-5.6/-2.4/-0.1	-6.1/-5.2/-3.6	1.7/3.1/4.9	-3.8/-2.1/-0.1	
Cynyddu cynhyrchiant mewn coetiroedd presennol							
Optimeiddio cylchdroadau	0.4/0.9/1.5	-0.2/-0.1/0.0	0.4/0.8/1.3	0.1/0.4/0.6	-0.2/-0.1/0.0	0.1/0.3/0.4	Cyfyngedig ^{9,10}
Ysgogi cynhyrchiant	3.6/5.5/7.5	-1.7/-3.1/-4.9	0.1/2.4/5.6	3.6/5.2/6.1	-4.9/-3.1/-1.7	0.1/2.1/3.8	
Cymysgeddau	-1.8/-1.2/-0.6	0.3/1.8/3.4	-1.5/0.6/2.8	-2.1/-1.4/-0.7	-1.6/0.7/2.7	-3.7/-0.6/2.1	Arwyddocaol ⁸
Gwella cynhyrchiant ⁵	-3.1/-1.7/-0.2	-1.1	-4.2/-2.8/-1.4	-2.9/-1.9/-0.9	-3.7	-6.6/-5.6/-4.6	Cymedrol i arwyddocaol ¹¹

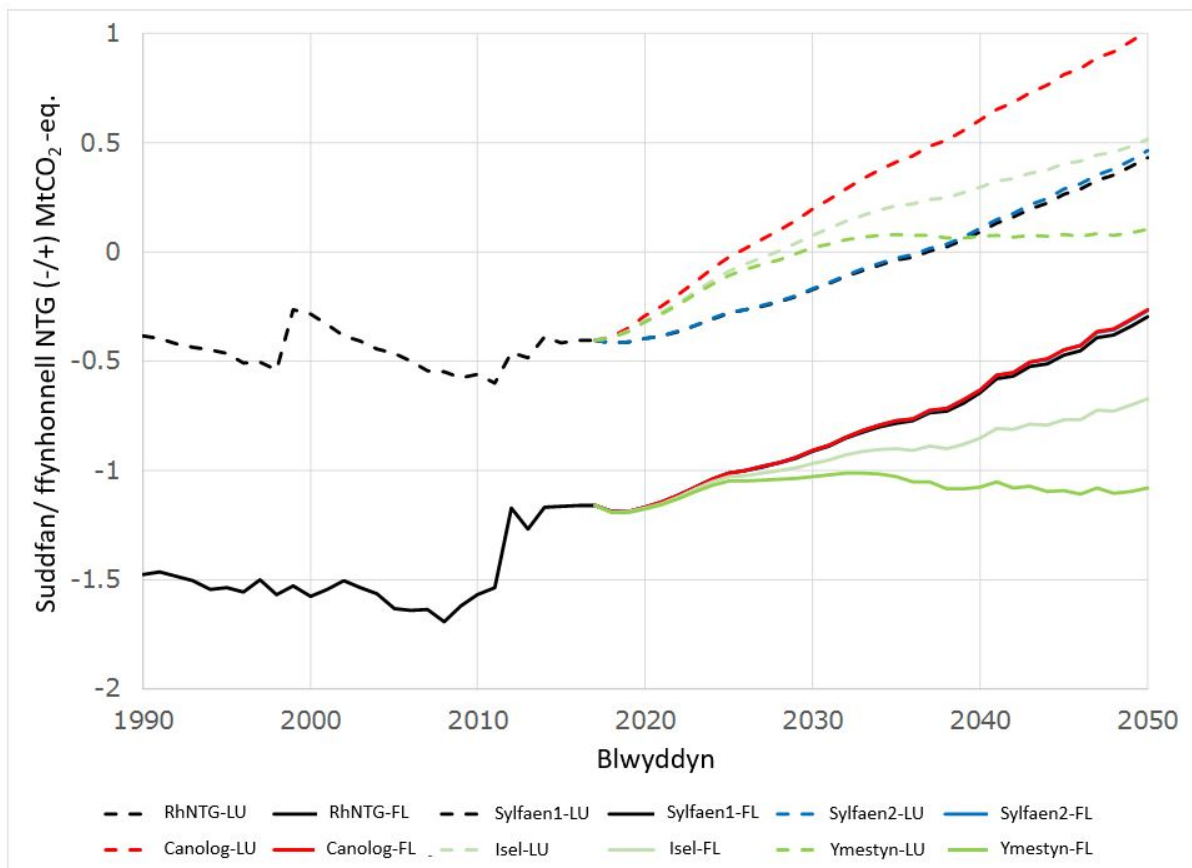
<i>Echdynnu gweddillion</i>	2.0	-0.4	1.6	0.0	-0.4	-0.4	<i>Cymedrol¹²</i>
---------------------------------	-----	------	-----	-----	------	------	------------------------------

Blwch 4.1 Nodiadau i Dabl 4.6

1. Yn ôl y confensiynau a fabwysiadwyd yn yr asesiad hwn, mae gwerthoedd negyddol ar gyfer canlyniadau a fynegir yn tCO_2 -eq. $ha^{-1} bl^{-1}$ dynodi dal a storio carbon net neu ostyngiadau allyriadau NTG net, tra bod gwerthoedd cadarnhaol yn dynodi colled net o stociau carbon neu gynydd mewn allyriadau NTG net. Fel arfer rhoddir canlyniadau fel tri gwerth yn y fformat lleiafswm/cymedrig/mwyafswm. Nid yw ystodau ar gael neu nid ydynt yn berthnasol ar gyfer rhai canlyniadau.
2. Rhoddir potensial lliniaru yn flynyddol dros y gorwel amser a nodir gan ddechrau yn y flwyddyn 2020. Cyfrifir y potensial gan ragdybio bod y gweithgaredd lliniaru penodedig yn cael ei gynnal yn 2020. Os cynhelir gweithgareddau yn ddiweddarach, mae angen addasu'r gorwelion amser yn gymesur.
3. Mae'r canlyniadau ar gyfer carbon coetiroedd yn cynnwys newidiadau stoc carbon mewn cynhyrchion pren, lle mae hynny'n berthnasol.
4. Ni chafodd y gweithgaredd "cadwraeth coetiroedd hirsefydlog â stociau carbon uchel" ei asesu'n benodol. Fodd bynnag, gellir casglu amcangyfrifon dangosol o botensial o'r canlyniadau ar gyfer y gweithgaredd "cyfyngu ar gynhyrchiant". Yn yr achos hwn, mae'n briodol rhagdybio bod yr effeithiau ar allyriadau NTG traws-sectoraidd yn sero. Felly, mae'r canlyniadau ar gyfer cyfanswm y potensial lliniaru yr un fath â chanlyniadau carbon coetiroedd yn achos y gweithgaredd cadwraeth coetiroedd hirsefydlog â stociau carbon uchel
5. Mae'r gweithgaredd hwn yn cynrychioli'r gwelliant posibl i gynhyrchiant coetiroedd trwy gyflwyno elfen o goed sy'n tyfu'n gyflymach, gan gynnwys pefrwydd Sitka sydd wedi'u gwella'n enetig. Sylwch fod y gweithgaredd olaf hwn eisoes yn digwydd yng nghoetiroedd pefrwydd Sitka yng Nghymru.
6. Asesir potensial y gweithgaredd hwn fel un "cymedrol". Mae'r potensial ar gyfer gweithgareddau "sylweddol" i greu coetiroedd yn debygol o gael ei gyfyngu gan nifer o ffactorau, gan gynnwys gofynion eraill ar gyfer tir, addasrwydd safle ac osgoi safleoedd ecolegol sensitif. Mae opsiynau sy'n cynnwys creu coetiroedd ar gyfer cynhyrchiant pren yn awgrymu bodolaeth (neu'r potensial i ddatblygu) seilwaith ar gyfer cynaeafu, prosesu a defnyddio'r pren.
7. Mae'r potensial i'r gweithgaredd hwn gael ei asesu fel "cyfyngedig" ar y sail bod amcangyfrifon a adroddwyd yn ddiweddar o gyfraddau datgoedwigo blynyddol yng Nghymru yn gymharol isel (oddeutu 300 hectar y flwyddyn), tra gall rhywfaint o ddatgoedwigo fod yn anochel.
8. Asesir y potensial ar gyfer y gweithgareddau hyn fel "sylweddol" ar y sail y gallent, mewn egwyddor, gael eu cyflwyno ar draws rhan sylweddol o'r ardaloedd coetiroedd presennol yng Nghymru.
9. Asesir y potensial ar gyfer y gweithgaredd "optimeiddio cylchdroi" fel "cyfyngedig" oherwydd cyfyngiadau cynllunio a gweithredol ar gylchdroadau a weithredir i glystyrau a reolir ar gyfer cynhyrchiant (y gallai llawer ohonynt eisoes fod mor agos at y rheolaeth gynhyrchol â phosibl).
10. Asesir y potensial ar gyfer y gweithgaredd "ysgogi cynhyrchiant" fel "cyfyngedig" oherwydd y tebygolrwydd uchel y bydd cyfyngiadau amgylcheddol a gweithredol ar gyflwyno rheolaeth mewn sawl ardal o goetiroedd a reolir yng Nghymru.
11. Asesir y potensial ar gyfer y gweithgaredd hwn fel "cymedrol i arwyddocaol" ar y sail y gallent, mewn egwyddor, gael eu cyflwyno ar draws rhan sylweddol o'r ardaloedd coetiroedd presennol yng Nghymru ond gallai fod heriau technegol o ran nodi a chyflwyno rhywogaethau coed sy'n fwy cynhyrchol yn llwyddiannus. Efallai y bydd cyfyngiadau amgylcheddol hefyd ar gyflwyno rhai rhywogaethau coed egsotig sydd wedi'u gwella'n enetig. Mae rhai cyfyngiadau yn awgrymu gofyniad i ddatblygu datrysiadau ymarferol a gallu i gyflenwi.
12. Asesir potensial y gweithgaredd hwn fel "cymedrol" ar y sail y gallai'r gweithgaredd, mewn egwyddor, gael ei gyflwyno ar draws rhan sylweddol o'r ardaloedd coetiroedd presennol a reolir yng Nghymru ond ei bod yn debygol iawn y bydd cyfyngiadau amgylcheddol a gweithredol ar gyflwyno'r gweithgaredd mewn sawl ardal o goetiroedd a reolir yng Nghymru.

4.7 Cipolygon ar amcanestyniadau ar raddfa genedlaethol

Mae'r DU yn adrodd ar amcanestyniadau o allyriadau nwyon tŷ gwydr a “thyniadau” (dal a storio) o weithgareddau Defnydd Tir, Newid Defnydd Tir a Choedwigaeth (DTNDTCh) i lywio ystod o anghenion polisi. Adroddir ar yr amcanestyniadau hyn ar gyfer y DU gyfan a hefyd ar wahân ar gyfer Cymru yn ogystal ag ar gyfer Lloegr, yr Alban a Gogledd Iwerddon. Mae'r amcanestyniadau cyhoeddedig diweddaraf yn ymwneud â Rhestr NTG y DU ar gyfer y cyfnod 1990-2014. Ers hynny, mae Rhestrau NTG y DU wedi cael rhai gwelliannau pwysig gan gynnwys un cywriad i fethodoleg. Gellid llunio amcanestyniadau bras, yn seiliedig ar y rhai a gyhoeddwyd yn fwyaf diweddar (ar gyfer y cyfnod 1990-2014), wedi'u cyfuno a'u cysoni â Rhestr NTG y DU a gyhoeddwyd yn fwyaf diweddar (ar gyfer y cyfnod 1990-2017). Dangosir yr amcanestyniadau canlyniadol yn Ffigur 4-21. Mae'n bwysig pwysleisio mai amcanestyniadau bras yw'r rhain a luniwyd at ddibenion yr asesiad hwn ac nid ydynt yn gyfystyr ag amcanestyniadau swyddogol a gyhoeddwyd yn ffurfiol ar gyfer Cymru.



Ffigur 4-21 Amcanestyniadau damcaniaethol o'r ddalfa/ffynhonnell NTG net sy'n gysylltiedig â choetiroedd (FL) yng Nghymru ar gyfer ystod o senarios. Dangosir amcanestyniadau hefyd ar gyfer pob defnydd tir (DT). Canlyniadau “RhNTG” o Restr NTG 1990-2017 ar gyfer Cymru. Canlyniadau ar gyfer senarios (Sylfaen1, Sylfaen2, Canolog, Isel ac Ymestyn) wedi'u haddasu o amcanestyniadau yn seiliedig ar Restr NTG 1990-2014. Sylwch fod yr amcanestyniadau “DT” yn cynnwys effeithiau o ganlyniad i ymyriadau gwahanol mewn defnyddiau tir eraill. Sylwch hefyd fod yr amcanestyniad ar gyfer senario Sylfaen2 (FL) wedi'i guddio gan yr amcanestyniad ar gyfer y senario Canolog.

O ran opsiynau ar gyfer rheoli coetiroedd, nid yw'r amcanestyniadau ond yn ystyried gwahanol senarios ar gyfer cyfraddau creu coetiroedd, yn nhrefn eu maint:

- Canolog: ~ 20 ha y flwyddyn o blannu newydd o 2020
- Llinell sylfaen 2 ("Sylfaen 2" yn Ffigur 4-21): 50 ha y flwyddyn o blannu newydd o 2020
- Llinell sylfaen 1 ("Sylfaen 1" yn Ffigur 4-21): 50 ha y flwyddyn o blannu newydd o 2020
- Isel (h.y. "allyriadau isel"): ~ 2000 ha y flwyddyn o blannu newydd rhwng 2020 a 2040, yna ~ 500 ha y flwyddyn
- Ymestyn: 4000 ha y flwyddyn o blannu newydd rhwng 2020 a 2040, yna ~ 1000 ha y flwyddyn

O dan senarios sy'n cynrychioli lefelau "busnes fel arfer" yn gyffredinol o greu coetiroedd yng Nghymru (sy'n cynnwys cyfraddau coedwigo rhwng 50 a 200 ha y flwyddyn), rhagwelir y bydd y ddalfa garbon net sy'n gysylltiedig â choetiroedd yn gostwng o'r gyfradd gyfredol o oddeutu $1 \text{ MtCO}_2 \text{ bl}^{-1}$ i lai na $0.3 \text{ MtCO}_2 \text{ bl}^{-1}$ erbyn 2050. Mae'r gostyngiad hwn yn gysylltiedig â newidiadau yn nosbarthiad oedran coetiroedd a'r broses "ddirlenwi". O dan y senarios hyn, bydd DTNDTCh yn ei gyfanrwydd (h.y. gan gynnwys tir cnydau, glaswelltir ac ati) yn dod yn ffynhonnell net rhwng 2025 a 2040.

Mae amcanestyniadau sy'n cynnwys cyfraddau uwch o goedwigo o tua 2,000 a 4,000 ha y flwyddyn hyd at y flwyddyn 2040 (gyda chyfraddau is ar ôl 2040) yn awgrymu y gellir cymedroli'r gostyngiad yn y ddalfa garbon yn y cyfnod hyd at 2050 (tua $0.7 \text{ MtCO}_2 \text{ bl}^{-1}$) neu ei sefydlogi ar oddeutu $1 \text{ MtCO}_2 \text{ bl}^{-1}$, yn eu tro.

O ran effeithiau posibl creu coetiroedd ar allyriadau NTG a dal a storio carbon, mae'r amcangyfrifon hyn ar raddfa genedlaethol, yn seiliedig ar ddehongliad o amcanestyniadau allyriadau NTG cyhoeddedig ar gyfer Cymru, yn gyson â'r amcanestyniadau fesul hectar a awgrymir uchod.

5. CASGLIADAU AR GyFRANIAD COETIROEDD AT LINIARU NEWID YN YR HINSAWDD

Mae gweithgareddau sy'n cynnwys rheoli llystyfiant a phridd ar y tir yn amlwg ymhlith dim ond ychydig o opsiynau sydd ar gael ar hyn o bryd ar gyfer tynnu nwyon tŷ gwydr o'r atmosffer, fel rhan o'r ymdrechion i liniaru newid yn yr hinsawdd. Y brif broses sy'n gysylltiedig yw tynnu CO₂ o'r atmosffer a dal a storio carbon mewn bio-màs llystyfiant ac mewn deunydd organig yn y pridd. Mae'r pwynt hwn yn cael ei ddeall yn dda a'i dderbyn yn eang.

Derbynnir yn eang bod gan goedwigaeth, yn rhyngwladol, y potensial i wneud cyfraniad allweddol at y fath ymdrechion i liniaru newid yn yr hinsawdd. Weithiau, mae tystiolaeth anghyson ynghylch pa fathau o weithgareddau sydd fwyaf effeithiol.

5.1 Gweithgareddau perthnasol ar gyfer rheoli coetiroedd

Derbynnir yn eang y gall creu coetiroedd (coedwigo) ac osgoi colli coetiroedd (atal datgoedwigo) gyfrannu'n sylweddol at ddal a storio carbon ar y tir neu gadw stociau carbon ar y tir, lle mae cyfleoedd i ymgymryd â gweithgareddau o'r fath.

Gall rhai addasiadau i'r modd rheoli coetiroedd presennol hefyd gyfrannu at ddal a storio carbon. Mae'r prif enghreifftiau o ymyriadau rheoli perthnasol yn cynnwys:

- Gohirio cynaeafu terfynol (clirio) mewn coetiroedd masnachol o oed gwastad, trwy ymestyn cylchdroadau
- Trawsnewid coetiroedd o reoli oed gwastad i reoli gorchudd parhaus, yn gyffredinol trwy osgoi clirio ar raddfa fawr a chynnal gorchudd coed trwy ddatblygu strwythur oed anwastad mewn coetiroedd
- Cyfyngu neu osgoi cynaeafu coed mewn coetiroedd, gyda'r nod o fwyafu cronni stociau carbon mewn coed a phridd, a fydd o bosibl yn galw am drawsnewid coetiroedd i gynnwys rhywogaethau coed parhaus.
- Cadwraeth coetiroedd hirsefydlog â stociau carbon uchel

Er y gall yr holl weithgareddau uchod gyfrannu at gynnal a gwella stociau carbon a dal a storio carbon mewn coetiroedd, mae angen hefyd cydnabod y cyfraniad posibl y gall coetiroedd ei wneud at newid yn yr hinsawdd “y tu hwnt i giât y goedwig” (neu “oddi ar y safle”). Gall cynhyrchion a weithgynhyrchir o bren a gynaeafwyd mewn coetiroedd a reolir gadw (h.y. dal a storio i bob pwrpas) garbon yn y bio-màs prenaidd y cânt eu gwneud ohono. Cydnabyddir bod cynhyrchion pren hefyd yn aml yn galw am fewnbynnau cymharol isel o ynni ac adnoddau anadnewyddadwy eraill wrth eu gweithgynhyrchu. Felly, gall yr allyriadau NTG sy'n ymwneud â gweithgynhyrchu cynhyrchion pren fod yn gymharol isel, o'u cymharu â chynhyrchion cyfatebol a wneir o ddeunyddiau eraill. Mae'n dilyn, mewn llawer o achosion, y gellir lleihau allyriadau NTG os defnyddir cynhyrchion pren i “ddisodli” (neu “amnewid am”) gynhyrchion nad ydynt yn bren. Er bod y rôl hon o gynhyrchion pren wrth liniaru newid yn yr hinsawdd yn cael ei derbyn yn dda mewn egwyddor, mae'r cwestiwn a yw hyn yn digwydd mewn gwirionedd ai peidio yn ddadleuol. Y goblygiad yw bod angen gallu gwirio bod amnewid cynnyrch o'r fath a'i effeithiau cysylltiedig ar allyriadau NTG yn digwydd mewn gwirionedd.

Mae cyfraniad cynhyrchion pren fel cronfa o garbon yn awgrymu'r posibilrwydd o gynyddu maint y gronfa hon trwy weithgareddau fel:

- Annog defnyddio cynhyrchion pren hirhoedlog, megis pren strwythurol
- Annog aildefnyddio ac ailgylchu cynhyrchion pren.

Mae angen gofal i leihau allyriadau NTG o bydredd neu losgi pren pan fydd cynhyrchion (cynradd, a ail-ddefnyddir neu a ailgylchir) yn cyrraedd diwedd eu hamser mewn gwasanaeth, trwy ddulliau gwaredu effeithiol, megis llosgi ag adfer ynni neu o bosibl eu gwaredu i dirlenwi sych.

Gellir defnyddio bio-màs pren wedi'i gynaeafu hefyd fel ffynhonnell tanwydd (h.y. math o "bio-ynni"), y gellir ei ddefnyddio i ddarparu gwres (a hefyd i gynhyrchu pŵer os caiff ei ddefnyddio mewn meintiau digonol). Mewn egwyddor, mae gan ddefnyddio tanwydd coed yn lle tanwydd ffosil y potensial i leihau allyriadau NTG. Fodd bynnag, mae corff mawr o dystiolaeth anghyson ynghylch a fydd mwy o ddefnydd o danwydd coed yn arwain at ostyngiadau mewn allyriadau NTG neu a fydd yn arwain at gynnydd mewn allyriadau NTG. Mae rhai astudiaethau wedi awgrymu bod y ddau ganlyniad yn bosibl, ac y gellir deall a rheoli achosion amrywiadau mewn allyriadau NTG o danwydd coed.

Wrth ystyried rôl coetiroedd wrth gyfrannu at liniaru newid yn yr hinsawdd oddi ar y safle, fel y disgrifir uchod, dylid cofio bod cynhyrchion pren a thanwydd coed yn nwyddau a fasnachir yn gyffredinol. Gall hyn arwain at greu effeithiau hinsawdd sy'n gysylltiedig â chynhyrchion pren mewn gwlad wahanol i'r un lle cafodd y pren ei gynaeafu, tra bydd effeithiau cyflenwi'r pren bob amser yn digwydd yn y wlad sy'n cynhyrchu.

Os gellir defnyddio pren sydd wedi'i gynaeafu'n effeithiol yn y ffyrdd a amlinellir uchod, mae hyn yn awgrymu rôl i nifer o weithgareddau coedwigaeth gefnogi cyflenwad pren cynyddol i wella stociau carbon mewn cynhyrchion pren a defnyddio cynhyrchion pren yn lle deunyddiau sy'n ddwys o ran NTG a ffynonellau tanwydd. Un gweithgaredd o'r fath yw creu coetiroedd gyda'r bwriad penodol o reoli ar gyfer cynhyrchu pren. Yn ogystal, gall addasiadau i reoli coetiroedd presennol gyfrannu at gyflenwad cynyddol. Y prif enghreifftiau o ymyriadau rheoli perthnasol yw:

- Optimeiddio cylchdroadau mewn coetiroedd masnachol o oed gwastad i gael y cynhyrchiant mwyaf o goed
- Ysgogi cynhyrchiant pren o goetiroedd a oedd wedi'u tanreoli o'r blaen neu a oedd heb eu rheoli, trwy gyflwyno cynaeafu (o fewn lefelau cynnyrch cynaliadwy)
- Gwellu cynhyrchiant coetiroedd trwy drosi clystyrau un rhywogaeth yn glystyrau rhywogaethau cymysg, gan gynnwys cyfran o rywogaethau coed sy'n tyfu'n gyflymach
- Gwellu cynhyrchiant coetiroedd masnachol o oed gwastad trwy eu hailstocio â rhywogaethau coed sydd wedi'u gwella'n enetig gyda chyfraddau twf uwch.

Mae'r posibilrwydd hefyd yn bodoli i gynyddu faint o bren sy'n cael ei echdynnu pan fydd ardaloedd coetiroedd yn cael eu cynaeafu, trwy echdynnu cyfran o goed canghennau a thorbrennau o bren coesyndau sydd fel arall yn cael ei adael i bydru ar y safle. Mae'r ffynonellau bio-màs prenaidd hyn yn addas yn bennaf ar gyfer tanwydd coed (ar hyn o bryd).

Gall yr holl weithgareddau uchod gyfrannu at gynyddu'r carbon sydd wedi'i ddal a'i storio mewn cynhyrchion pren neu leihau allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch neu, mewn rhai achosion, gallant gynnwys y ddwy effaith. Fodd bynnag, mae nifer o'r gweithgareddau sy'n cynnwys ymyriadau rheoli mewn coetiroedd presennol yn gweithredu'n groes i'r gweithgareddau hynny a drafodwyd yn gynharach ar gyfer gwarchod a gwella stociau carbon a dal a storio carbon mewn coetiroedd presennol. Yn benodol, mae gweithgareddau sy'n cynnwys cynaeafu dwysach neu fwy o echdynnu bio-màs o goetiroedd yn tueddu i leihau stociau carbon coetiroedd a dal a storio. Fel arall, gall rhai gweithgareddau weithredu mewn synergedd â'r rheini er mwyn gwella stociau carbon coetiroedd a dal a storio. Mae gweithgareddau perthnasol yn cynnwys creu coetiroedd, colli ardaloedd coetiroedd cynhyrchiol, a gwella potensial cynhyrchiol coetiroedd presennol trwy gyflwyno rhywogaethau coed sy'n tyfu'n gyflymach, naill ai'n gyfan gwbl neu'n bosibl fel elfen o gymysgeddau.

5.2 Asesiad meintiol o botensial rheoli coetiroedd

Mae asesiad meintiol sydd wedi'i seilio'n bennaf ar ganlyniadau'r prosiect ERAMMP yn rhoi'r amcangyfrifon eang dilynol fesul hectar ar gyfer potensial lliniaru newid yn yr hinsawdd mewn gweithgareddau rheoli coetiroedd:

- **Gall creu coetir liniaru** rhwng 1 a 3.5 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2050 a thua 6 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2100. Os crëir "gwarchodfeydd" carbon coetiroedd, daw'r lliniaru hwn yn gyfan gwbl o ddal a storio carbon coetiroedd; os crëir coetiroedd ar gyfer cynhyrchu pren, yna mae elfen o'r potensial hwn yn cael ei gyfrannu trwy ddal a storio carbon mewn cynhyrchion ac amnewid cynnyrch.
- Gall creu **planhigfeydd coedwigaeth cylchdro byr** (ar gyfer bio-màs crai yn hytrach na chynhyrchu pren) liniaru rhwng 1 ac 1.5 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2100.
- Gall **osgoi colli coetir** liniaru rhwng 55 a 120 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹, lle mae cyfleoedd yn bodoli i atal neu leihau gweithgareddau sy'n cynnwys datgoedwigo.
- Gall addasiadau i'r **modd rheoli coetiroedd presennol i warchod neu wella stociau carbon coetiroedd a dal a storio** liniaru rhwng 1 a 2.5 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2050 a rhwng tua 0 a 2 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2100.
- Gall addasiadau i'r **modd rheoli coetiroedd presennol er mwyn cynyddu cynhyrchiant pren** liniaru rhwng 0 a 3 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2100 trwy amnewid cynnyrch. Fodd bynnag, yn gyffredinol, mae hyn yn fwy nac yn cael ei wrthbwysu gan allyriadau cynyddol (neu lai o ddal a storio carbon) mewn coetiroedd rhwng 0.5 a 5 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2100, oherwydd effeithiau cynaeafu cynyddol mewn coetiroedd.
- **Mae addasiadau i gyfansoddiad rhywogaethau a chyfraddau twf coetiroedd presennol**, er mwyn gwella cynhyrchiant pren wrth gynnal stociau carbon, yn rhoi canlyniadau amrywiol. Mae'r dystiolaeth gyfyngedig sydd ar gael o ganlyniadau ERAMMP yn awgrymu bod angen cynyddu cyfraddau twf cyffredinol coed mewn coetiroedd sydd wedi'u harallgyfeirio er mwyn gwireddu lliniaru posibl ar newid yn yr hinsawdd. Amcangyfrifir potensial lliniaru newid hinsawdd cymharol uchel ar gyfer gweithgareddau sy'n cynnwys cyflwyno rhywogaethau coed neu amrywiaethau â chyfraddau twf uwch (e.e. pefrwydd

Sitka sydd wedi'u gwella'n enetig), ar 3 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2050 a 5.5 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2100 (lle mae'r amcangyfrif olaf yn cynnwys cyfraniad sylweddol o amnewid cynnyrch).

- Amcangyfrifir y bydd **echdynnu pren canghennau a thorbrennau coesyinnau** fel porthiant bio-màs yn arwain at allyriadau NTG net o 1.5 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2050, oherwydd y gostyngiad cychwynnol canlyniadol mewn stociau coed marw a charbon sbwriel. Mae hyn yn newid i lliniaru net o tua 0.5 tCO₂-eq. ha⁻¹ bl⁻¹ dros y cyfnod 2020 i 2100.

Mae angen atodi nifer o gafeatau i'r amcangyfrifon uchod:

- Mae'r amcangyfrifon o botensial lliniaru wedi'u seilio ar werthoedd canolog/cymedrig o'r canlyniadau ERAMMP. Mae amcangyfrifon unigol yn dangos amrywioldeb sylweddol a gallant amrywio o ostyngiadau allyriadau NTG sylweddol net i allyriadau NTG cynyddol net. Mae'n dilyn y bydd y lliniaru gwirioneddol a gyflawnir trwy weithredu mesurau penodol yn dangos cryn amrywioldeb o ganlyniad i'r nifer o ffactorau dan sylw (e.e. cyfansoddiad y coetir, cyfraddau twf, hinsawdd, nodweddion pridd, patrymau defnyddio pren a deunyddiau a ffynonellau ynni a amnewidiwyd ac ati).
- Mae'r potensial a awgrymir yn cynnwys rhagdybiaeth bod gweithgareddau lliniaru yn cychwyn yn 2020 ac yn cael eu gweithredu'n llawn o fewn ychydig ddegawdau.
- Mae cyfraddau dal a storio carbon a gostyngiadau allyriadau NTG (trwy amnewid cynnyrch) yn amrywio'n sylweddol dros amser ac mae'r cyfraddau a ddyfynnir uchod yn amcangyfrifon blynyddol cymedrig ar gyfer y cyfnodau a nodir. Bydd cyfraddau dros gyfnodau byrrach yn amrywio o'r amcangyfrifon cymedrig hyn. Er enghraifft, ar gyfer gweithgareddau sefydlu coetiroedd, gall allyriadau NTG gynyddu i ddechrau, yn ystod y prosesau o glirio'r llystyfiant presennol ar weithgareddau paratoi tir a safle, cyn i goed ymsefydlu.
- Mae amcangyfrifon ar gyfer rhai gweithgareddau yn cynnwys rhagdybiaethau y bydd rhai arferion a allai arwain at allyriadau NTG cynyddol yn cael eu hosgoi. Enghraifft allweddol yw'r rhagdybiaeth na fydd coetiroedd yn cael eu sefydlu ar briddoedd organig iawn.
- Mae'r cyfleoedd i gyflawni'r rhestr weithgareddau uchod (o ran ardaloedd tir perthnasol) yn amrywiadwy ac, mewn rhai achosion, mae hyn yn cyfyngu'n llym ar y lliniaru posibl y gellir ei gyflawni. Er enghraifft, nodir potensial uchel fesul hectar uchod ar gyfer osgoi colli coetiroedd. Fodd bynnag, mae cyfraddau datgoedwigo a adroddwyd yn ddiweddar yng Nghymru yn gymharol isel (tua 300 hectar y flwyddyn yn fras) a gallai elfen o weithgareddau datgoedwigo fod yn anochel (e.e. ar gyfer datblygu seilwaith hanfodol).
- Dylid nodi bod rhai gweithgareddau a ystyrir uchod eisoes yn digwydd yng Nghymru. Yn benodol, mae datgoedwigo eisoes yn destun rheoleiddio cryf, bu symudiadau tuag at fwy o reolaeth ar goetiroedd yn unol ag egwyddorion coedamaeth gorchudd parhaus, ac mae clystyrau o befrwydd Sitka a reolir yn fasnachol yn aml yn cael eu hailstocio â choed sydd wedi'u gwella'n enetig pan fydd clystyrau wedi'u clirio.
- Mae addasrwydd tir yng Nghymru ar gyfer twf gwahanol rywogaethau coed yn debygol iawn o newid yn wyneb amodau hinsoddol newidiol. Caniatäwyd ar gyfer hyn yn yr asesiad yn seiliedig ar ganlyniadau ERAMMP, trwy gyfeirio at amcangyfrifon ar gyfer twf posibl gwahanol rywogaethau coed ar gyfer senario hinsawdd llinell sylfaen a hefyd ar gyfer senario sy'n caniatäu ar gyfer newid yn yr hinsawdd (senario allyriadau canolog UKCP09 11-RCM; Y Swyddfa

Dywydd, 2009). Fodd bynnag, mae rhagdybiaethau ynghylch addasrwydd amodau hinsoddol ar gyfer rhywogaethau coed penodol a chyfraddau twf cysylltiedig yn destun ansicrwydd uchel.

- Mae'r asesiad o botensial lliniaru newid yn yr hinsawdd wedi'i seilio'n bennaf ar amcangyfrifon ar gyfer dal a storio carbon net ac allyriadau CO₂ mewn coetiroedd, ac allyriadau NTG (arbedion) a allai fod yn gysylltiedig â chynhyrchion pren. O ran amcangyfrifon ar gyfer effeithiau lliniaru newid yn yr hinsawdd ar y safle gan goetiroedd, ni chaiff NTG nad ydynt yn CO₂ eu hystyried ac erbyn hyn caniateir ar gyfer effeithiau nad ydynt yn NTG hefyd. Ar hyn o bryd mae honiadau y gall rhai o'r ffactorau hyn, yn arbennig effeithiau ar albedo arwyneb tir, negyddu ymdrechion i lliniaru newid yn yr hinsawdd trwy reoli cydbwyseddau NTG coetiroedd, yn seiliedig ar dystiolaeth sy'n gwrthdaro a sy'n ddadleuol.

5.3 Tystiolaeth o senarios ar raddfa genedlaethol

Mae'r DU yn adrodd ar amcanestyniadau o allyriadau nwyon tŷ gwydr a "thyniadau" (dal a storio) o weithgareddau Defnydd Tir, Newid Defnydd Tir a Choedwigaeth (DTNDTCh) i lywio ystod o anghenion polisi. Adroddir ar yr amcanestyniadau hyn ar gyfer y DU gyfan a hefyd ar wahân ar gyfer Cymru yn ogystal ag ar gyfer Lloegr, yr Alban a Gogledd Iwerddon. Mae'r amcanestyniadau cyhoeddedig diweddaraf yn ymwneud â Rhestr NTG y DU ar gyfer y cyfnod 1990-2014. Ers hynny, mae Rhestrau NTG y DU wedi cael rhai gwelliannau pwysig gan gynnwys un cywiriad i fethodoleg. Gellid llunio amcanestyniadau bras, yn seiliedig ar y rhai a gyhoeddwyd yn fwyaf diweddar (ar gyfer y cyfnod 1990-2014), wedi'u cyfuno a'u cysoni â Rhestr NTG y DU a gyhoeddwyd yn fwyaf diweddar (ar gyfer y cyfnod 1990-2017). O ran opsiynau ar gyfer rheoli coetiroedd, nid yw'r amcanestyniadau ond yn ystyried gwahanol senarios ar gyfer cyfraddau creu coetiroedd.

O dan senarios sy'n cynrychioli lefelau llinell sylfaen o greu coetiroedd yng Nghymru (sy'n cynnwys cyfraddau coedwigo rhwng 50 a 200 ha y flwyddyn), rhagwelir y bydd y ddalfa garbon net sy'n gysylltiedig â choetiroedd yn gostwng o'r gyfradd gyfredol o oddeutu 1 MtCO₂ bl⁻¹ i lai na 0.3 MtCO₂ bl⁻¹ erbyn 2050. Mae'r gostyngiad hwn yn gysylltiedig â newidiadau yn nosbarthiad oedran coetiroedd a'r broses "ddirlenwi". O dan y senarios hyn, bydd DTNDTCh yn ei gyfanrwydd (h.y. gan gynnwys tir cynydu, glaswelltir ac ati) yn dod yn ffynhonnell net rhwng 2025 a 2040.

Mae amcanestyniadau sy'n cynnwys cyfraddau uwch o goedwigo o tua 2,000 a 4,000 ha y flwyddyn hyd at y flwyddyn 2040 (gyda chyfraddau is ar ôl 2040) yn awgrymu y gellir cymedroli'r gostyngiad yn y ddalfa garbon yn y cyfnod hyd at 2050 (tua 0.7 MtCO₂ bl⁻¹) neu ei sefydlogi ar oddeutu 1 MtCO₂ bl⁻¹, yn eu tro.

O ran effeithiau posibl creu coetiroedd ar allyriadau NTG a dal a storio carbon, mae'r amcangyfrifon hyn ar raddfa genedlaethol, yn seiliedig ar ddehongliad o amcanestyniadau allyriadau NTG cyhoeddedig ar gyfer Cymru, yn gyson â'r amcanestyniadau fesul hectar a awgrymir uchod.

5.4 Goblygiadau asesu ar gyfer rheoli coetiroedd

Mae'r asesiad a gyflwynir yn yr atodiad hwn yn awgrymu'r posibilrwydd o ystod eang o opsiynau ar gyfer creu coetiroedd a rheoli coetiroedd yng Nghymru i gefnogi lliniaru

newid yn yr hinsawdd. O dan yr amgylchiadau cywir, ac yn dibynnu ar y gorwel amser, gall pob opsiwn gyflwyno buddion posibl ar gyfer lliniaru newid yn yr hinsawdd. I'r gwrthwyneb, ymddengys nad yw unrhyw opsiwn unigol yn cynnig datrysiad "bwled arian" sy'n well nac opsiynau eraill. Nid yw'r honiadau hyn a wneir weithiau o blaid neu yn erbyn yr achos dros ddull penodol o greu coetiroedd neu reoli coetiroedd yn cael eu cefnogi gan yr asesiad hwn. Mae pob opsiwn yn destun set o gyfyngiadau i raddau amrywiol, gan gynnwys:

- Addasrwydd tir mewn gwahanol leoliadau ar gyfer greu "gwarchodfeydd" coetiroedd neu goetiroedd masnachol, pan ystyrir ffactorau eraill
- Amcan o'r pwys mwyaf i warchod ardaloedd presennol o goetiroedd hynafol, gan atal newidiadau i rywogaethau coed neu reolaeth ar goed
- Cyfyngiadau ar gynaeafu neu echdynnu bio-màs ar safleoedd lle byddai cyfundrefn pridd, maetholion neu ddŵr yn cael ei heffeithio'n andwyol
- Amserau arwain hir o bosibl yn ymwneud ag ymchwil ynghylch bridio coed, gan gyfyngu ar y cynnydd o ran cynhyrchu stoc well ar gyfer gwahanol rywogaethau coed
- Patrymau cymhleth mewn newidiadau stoc carbon mewn coetiroedd, dan ddylanwad y rheolaeth yn rhannol ond yn y pen draw sy'n ganlyniad i brosesau bioffisegol na ellir eu rheoli'n llwyr
- Yn gysylltiedig â'r pwynt blaenorol, mae dibyniaeth amser (oediadau yn aml) effeithiau hinsawdd sy'n gysylltiedig ag ymyriadau rheoli coetiroedd, gan gynnwys greu coetiroedd
- Dirlenwi dalfeydd carbon coetiroedd yn y pen draw
- Materion yn ymwneud â diffyg parhauster a "chloi i mewn" carbon yn ymwneud â chadw stociau carbon coetiroedd a gwella dal a storio carbon coetiroedd.

5.5 Goblygiadau ar gyfer dulliau lliniaru newid yn yr hinsawdd mewn coetiroedd

Mae'r asesiad hwn wedi disgrifio'n fanwl ystod o weithgareddau y gellir eu cymryd mewn perthynas â rheoli coetiroedd, gyda'r nod o liniaru allyriadau NTG. Mae'r cwestiynau'n aros ynghylch a ddylid rhoi'r gweithgareddau hyn ar waith a sut. Ystyriwyd y cwestiynau hyn yng nghyd-destun coetiroedd a reolir gan Gyfoeth Naturiol Cymru yn adroddiad Matthews et al. (2017, Adran 8.5).

Mewn termau eang, ystyrir dull gweithredu sy'n cynnwys dull strategol posibl o reoli NTG mewn coetiroedd, gan symleiddio opsiynau rheoli NTG mewn coetiroedd at ddibenion strategol yn seiliedig ar ddatblygu cysyniadau Broadmeadow a Matthews (2003), gan gynnwys tri dull rheoli petrus sef

- Rheoli gwarchodfa carbon coetir
- Rheoli amnewid
- Rheoli carbon ag ymyrraeth ddethol.

Gallai dull posibl o ddatblygu strategaeth neu bolisi ar gyfer rheoli coetiroedd presennol yng Nghymru i gefnogi'r amcan o liniaru newid yn yr hinsawdd gynnwys cefnogi ardaloedd penodol o goetiroedd yn ôl un o'r tri opsiwn eang a ddisgrifir uchod. Yna gellid pennu rheolaeth fanwl ar yr ardaloedd coetiroedd dosbarthedig fel

rhan o'r broses reoli coetiroedd, gan gyfeirio at fesurau posibl priodol a ddisgrifir yn yr atodiad hwn yn Adrannau 4.3 a 4.4.

Mae Matthews et al, (2017) yn awgrymu bod cynllunio strategol ar gyfer rheoli coetiroedd er mwyn bodloni amcanion lliniaru newid yn yr hinsawdd yn galw am asesiad manwl o nifer o ffactorau gan gynnwys amgylchiadau'r safle, cynhyrchiant posibl, bregusrwydd oherwydd digwyddiadau naturiol, agosrwydd at bwynt defnyddio ac ymarferoldeb lleol yr opsiynau gorau a mwyaf realistig ar gyfer defnydd terfynol o bren sydd wedi'i gynaeafu. Gellid cefnogi'r broses gynllunio trwy ddatblygu canllawiau ymarferol yn seiliedig ar ystyried ystod o feini prawf perthnasol syml.

5.6 Goblygiadau ar gyfer dulliau cenedlaethol a rhyngwladol i gyfrifo NTG

Mae fframweithiau polisi cenedlaethol a rhyngwladol sydd â'r nod o gyflawni lliniaru newid yn yr hinsawdd yn cael eu cefnogi gan systemau ar gyfer cyfrifo am allyriadau (a dalfeydd) NTG. Gellir dyfeisio gwahanol fathau o systemau cyfrifo ac, yn ymarferol, mae gwahanol systemau cyfrifo wedi'u mabwysiadu i gefnogi fframweithiau polisi penodol. Mae hyn yn bwysig oherwydd bod y systemau cyfrifo yn pennu manylion allyriadau a dalfeydd NTG, fel yr adroddwyd ar gyfer gwahanol sectorau economaidd, sydd wedi'u cynnwys mewn gwirionedd yng nghyfrifon allyriadau NTG cenedlaethol neu rhyngwladol gwledydd neu ranbarthau economaidd.

Ar gyfer bron pob sector economaidd, mae'r holl systemau cyfrifo hyn yn mabwysiadu dull syml ac amlwg o gyfrifo am allyriadau NTG. Fodd bynnag, gall y rheolau cyfrifo sy'n berthnasol i allyriadau a symudiadau NTG yn y Sector Defnydd Tir, Newid Defnydd Tir a Choedwigaeth (DTNDTCh) fod yn gymhleth ac weithiau'n anodd eu deall, yn arbennig yn achos y rheolau sy'n berthnasol i dir coedwig. Ymhellach, mae gwahanol fframweithiau cenedlaethol a rhyngwladol yn cyfeirio at wahanol reolau cyfrifo ar gyfer y Sector DTNDTCh, yn arbennig o ran tir coedwig.

Trafodwyd goblygiadau mabwysiadu gwahanol systemau cyfrifo ar gyfer allyriadau NTG, yn arbennig ar gyfer tir coedwig yn Matthews et al. (2017). Yn arbennig o berthnasol yma, mae Matthews et al. yn sylwi bod y dulliau cyfrifo ar gyfer tir coedwig a fabwysiadwyd gan wahanol fframweithiau polisi yn rhoi canlyniadau gwahanol ar gyfer yr un gweithgareddau i reoli coetiroedd. Yng nghyd-destun Cymru, fel rhan o gyllidebu carbon domestig, gallai cynnal rheolaeth "busnes fel arfer" yn unig ar goetiroedd (gweler Adran 4.7) olygu y byddai coetiroedd yn cyfrannu dalfa NTG net (yn dibynnu ar y rheolau cyfrifo domestig a weithredir). Mewn cyferbyniad, byddai rheolaeth "busnes fel arfer" ar goetiroedd yng Nghymru yn fwyaf tebygol o olygu na fyddai unrhyw ddalfa NTG sy'n deillio o goetiroedd yn cael ei gyfrif fel un sy'n cyfrannu at ymrwymadau hinsawdd rhyngwladol cyfredol y DU, sy'n seiliedig ar ddull cyfrifo gwahanol. Er mwyn i unrhyw gyfraniad gan reolaeth ar goetiroedd yng Nghymru gyfrannu at dargedau hinsawdd rhyngwladol (o dan y rheolau cyfrifo cyfredol), byddai angen cynnal gweithgareddau lliniaru "ychwanegol" mewn coetiroedd, fel y trafodir yn Adrannau 3 a 4.

Mae Matthews et al. (2017) hefyd yn nodi bod y posibilrwydd yn bodoli y gallai rheolaeth ar goetiroedd yng Nghymru ddarparu dalfa garbon net cyfrifedig ond

cofrestru fel allyriadau NTG cyfrifedig yng nghyd-destun ymrwymïadau rhyngwladol. Gallai sefyllfa o'r fath godi, er enghraifft, pe byddai rheolaeth ar goetiroedd Cyfoeth Naturiol Cymru (CNC) yn cael ei newid o "fusnes fel arfer", gan gynnwys mwy o echdynnu bio-màs o goetiroedd i gefnogi diwallu targedau ynni adnewyddadwy neu fwy o ddefnydd o bren mewn "adeiladu gwyrdd", wrth barhau i gynnal coetiroedd Cymru fel dalffa garbon net, ond wedi'i leihau mewn maint o'i gymharu â'r ddalffa garbon (ragamcanol) sy'n gysylltiedig â rheolaeth "busnes fel arfer". Ar yr un pryd, ni fydd cyfraniadau cynhyrchion pren tuag at ostyngiadau allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch yn cael eu priodoli mor amlwg i weithgareddau rheoli coetiroedd, oherwydd y bydd y gostyngiadau mewn allyriadau yn cael eu cyfrifo mewn sectorau eraill.

5.7 Goblygiadau ar gyfer diffinio dalfeydd carbon

Fel y trafodwyd yn Adran 2.15.1, mae'r tebygolrwydd y bydd dalfeydd coetiroedd yn dirllenwi yn cyflwyno heriau o ran cyflawni targedau ar gyfer newid yn yr hinsawdd, yn arbennig allyriadau sero net yn y tymor hir. Mae'n ymddangos bod dyhead i gynnal dalfeydd carbon ar sail llystyfiant yn y tymor hwy yn amhosibl, o ystyried y ffordd yr adroddir am ddalfeydd o'r fath o dan yr CFfCUNH. Efallai mai rhan o'r ffordd o fynd i'r afael â'r broblem hon yw gweld dalfeydd carbon llystyfiant (dalfeydd carbon coetiroedd yn benodol) mewn ffordd wahanol, h.y. eu diffinio mewn termau tebyg i gynnyddiad coedwigoedd, h.y. trwy adrodd ar dwf net coetiroedd o ran dal a storio carbon, cyn tynnu colledion o goetiroedd pan fydd deunydd yn cael ei dynnu i weithgynhyrchu cynhyrchion i'w ddefnyddio fel tanwydd. Os diffinnir y ddalffa garbon fel hyn, yna gallai fod yn bosibl cynnal dalfeydd carbon coetiroedd am gyfnod amhenodol - yn wir mae hyn yn arbennig o wir ar gyfer llystyfiant a reolir. Fodd bynnag, nid yw hyn yn newid yr angen i sicrhau cydbwysedd cyffredinol o allyriadau NTG a dalfeydd NTG. Byddai ailddiffinio'r ddalffa garbon fel yr awgrymwyd yn dal i alw am adrodd ar allyriadau o danwydd coed ac o gynhyrchion pren sydd wedi'u gwaredu, ond mewn sectorau eraill (e.e. ynni a gwastraff). Mae hyn yn awgrymu bod angen lleihau neu liniaru allyriadau NTG uniongyrchol o losgi ffynonellau ynni bio-màs neu waredu cynhyrchion bio-màs ar ddiwedd oes yn sylweddol mewn rhyw ffordd. Felly mae'r her gyffredinol o gydbwyso allyriadau a dalfeydd yn aros yr un fath, ond gall y dull gwahanol o ddisgrifio a chynrychioli'r broblem gynorthwyo rhanddeiliaid i gael dealltwriaeth gyffredin o'r heriau dan sylw.

5.8 Bylchau mewn gwybodaeth a thystiolaeth

Mae nifer o fylchau mewn gwybodaeth, tystiolaeth a dulliau i lywio'r broses o wireddu cyfraniad posibl coetiroedd tuag at liniaru newid yn yr hinsawdd. Gellir nodi bylchau mewn data, modelu, tystiolaeth wyddonol sylfaenol ac offer ymarferol. Mae'r drafodaeth ddilynol yn cynnig rhestr nad yw'n gynhwysfawr.

5.8.1 Bylchau mewn data ar goetiroedd a chynhyrchion pren

Mae amcangyfrif, adrodd a rhagamcanu stociau carbon a newidiadau stoc coetiroedd yn dibynnu ar setiau data sylfaenol perthnasol, o ansawdd uchel a sy'n ddigon cynhwysfawr. Er enghraifft, mae angen data ar hyd a lled ardaloedd coetir a'u cyfansoddiad, sut mae coetiroedd yn cael eu rheoli a lefelau cynhyrchu pren. Mae angen data hefyd ar batrymau twf tymor hir a arddangosir gan goed a chlystyrau o

wahanol rywogaethau a chyfraddau twf. Darperir gwybodaeth hanfodol gan ystadegau coedwigaeth a luniwyd ar gyfer y DU (gweler er enghraifft Forest Research 2019), gyda chefnogaeth Rhestr Coedwigoedd Genedlaethol Prydain Fawr ymhlith ffynonellau data eraill. Fodd bynnag, nid yw'r setiau data hyn yn ddigon manwl i gipio cyfansoddiad, twf a rheolaeth coetiroedd ar raddfa clystyrau neu flociau coetir, neu hyd yn oed isranbarthau eithaf mawr yng Nghymru. Mae hyn yn cyflwyno heriau i ddatblygiad amcangyfrifon gofodol-benodol o stociau carbon a newidiadau stoc coetiroedd, ac i fodelu lleol o senarios ar gyfer opsiynau i reoli coetiroedd.

Gellid datblygu dulliau ar gyfer cynnal arolygon cyflym clwstwr wrth glwstwr o goetiroedd ond gallai gweithredu'r rhain wynebu rhwystrau (e.e. materion yn ymwneud â mynediad, perchnogaeth data a phreifatrwydd). Mae dulliau ar gyfer arolygon coetiroedd sy'n seiliedig ar gynhyrchion synhwyr o bell yn cael eu hymchwilio'n weithredol ond, hyd yn hyn, mae dulliau ymarferol sy'n syml i'w defnyddio mewn cyd-destun gweithredol yn parhau i fod yn anodd dod o hyd iddynt. Mae hyn yr un mor berthnasol i gofrestru ac olrhain newidiadau i gyfansoddiad a rheolaeth coetiroedd a allai ddigwydd am nifer o resymau, gan gynnwys wrth geisio cyflawni amcanion lliniaru newid yn yr hinsawdd. Mae'r pwynt olaf hwn yn bwysig wrth ystyried yr angen i wirio bod gweithgareddau lliniaru wedi'u cynnal a bod yr effeithiau disgwylidig ar stociau carbon a newidiadau stoc coetiroedd wedi'u gwireddu.

Mae lle hefyd i wella data ar lefelau cynhyrchiant coed ac yn arbennig sut mae pren yn cael ei ddefnyddio ar gyfer gwahanol ddefnyddiau terfynol, pa fathau o gynhyrchion eraill y mae'r cynhyrchion pren yn debygol o fod yn eu dadleoli (os o gwbl) a'r effeithiau canlyniadol ar allyriadau NTG. Mae'r amcangyfrif o effeithiau NTG yn awgrymu gofyniad am astudiaethau ACB mwy helaeth o gynhyrchion pren a gynhyrchir yn ddomestig a'r dewisiadau amgen wrth beidio â defnyddio cynhyrchion pren.

5.8.2 Bylchau mewn modelu

Fel yr ymdrinnir ag ef yn yr atodiad hwn, ar hyn o bryd, mae modelu ar raddfa genedlaethol i asesu effeithiau posibl coetiroedd wrth gyfrannu at liniaru newid yn yr hinsawdd yn y dyfodol dim ond wedi ystyried ystod gyfyngedig o senarios sy'n ymwneud â chreu coetiroedd. Ymddengys fod achos dros ystyried ystod ehangach o senarios sy'n archwilio mwy o opsiynau ar gyfer creu coetiroedd (e.e. o ran dewis rhywogaethau coed) a hefyd senarios sy'n cynnwys ymyriadau wrth reoli coetiroedd presennol. Efallai y bydd modelu rhai o'r mathau olaf o senario yn galw am rai datblygiadau methodolegol i'r modelau carbon coedwig presennol.

Yng nghyd-destun y pwynt blaenorol, byddai asesiadau modelu ar raddfa genedlaethol yn elwa o ehangu er mwyn galluogi gwerthuso effeithiau traws-sectoraidd a achosir gan senarios sy'n cynnwys creu coetiroedd a rheoli coetiroedd ar ddefnyddiau tir eraill ac ar allyriadau NTG yn y sectorau ynni ac adeiladu, sy'n deillio o ddefnyddio cynhyrchion pren a thanwydd coed. Mae'r rhain yn feysydd lle mae rhywfaint o gynnydd yn cael ei wneud eisoes o ran datblygu modelau perthnasol.

Ymestyn asesiadau modelu ar raddfa genedlaethol y tu hwnt i 2050, e.e. i 2100 neu fwy, sy'n ofynnol i asesu cyfraniadau tymor hwy posibl rheoli coetiroedd at gydbwyseddau NTG a lliniaru newid yn yr hinsawdd.

Mae modelau cyfrifo carbon y sector coedwig yn dibynnu ar gywirdeb modelau sylfaenol ar gyfer twf coedwigoedd. Mae'r modelau twf safonol cyhoeddedig sy'n berthnasol i goetiroedd yn y DU yn cael eu diweddarau ar hyn o bryd a disgwylir i'r gwaith o ddatblygu modelau newydd gael ei gwblhau yn ystod 2020. Mae'r rhagfynegiadau diwygiedig o dwf a chynhyrchiant coedwigoedd a gynhyrchir gan y modelau newydd hyn yn debygol o gael rhai effeithiau ar amcangyfrifon o ddal a storio carbon ac amnewid cynnyrch sy'n deillio o fodelau cyfrifo carbon coedwigoedd. Efallai y bydd y modelau twf newydd hefyd yn cynnig cam tuag at fodelu ystod ehangach o fathau o dir coediog, e.e. coetiroedd sydd wedi'u plannu â bylchau ehangach rhyngddynt a systemau amaeth-goedwigaeth megis systemau âr-coed. Mae angen gwerthuso'r gwelliannau a'r datblygiadau hyn unwaith y bydd y modelau twf newydd ar gael.

Fe wnaed gwelliannau sylweddol i fodelu priddoedd coetiroedd yn ystod y blynyddoedd diwethaf. Fodd bynnag, mae rhai bylchau yn aros y modelau hyn, yn arbennig o ran cynrychiolaeth yr haen sbwriel a haenau organig a mwynol penodol o fewn pridd. Mae angen ymestyn y modelau hyn hefyd i gynrychioli cydbwyseddau NTG nad ydynt yn CO₂ sy'n gysylltiedig â phridd, sy'n cynnwys methan ac ocsid nitraidd. Mae'r cyfraniadau hyn gan briddoedd coetiroedd, er eu bod yn fach ar y cyfan, yn cynrychioli'r prif gyfraniadau nad ydynt yn CO₂ at gydbwyseddau NTG coetiroedd.

Mae modelau ar gyfer asesu potensial lliniaru newid yn yr hinsawdd mewn opsiynau ar gyfer coetiroedd a rheoli choetiroedd (gan weithio ar unrhyw raddfa, e.e. graddfa clystyrau neu raddfa fwy) yn tueddu i fod yn gyfyngedig i ystyried cydbwyseddau CO₂ coetiroedd ac i raddau cyfyngedig gydbwyseddau NTG nad ydynt yn CO₂. Byddai ymestyn y modelau hyn i alluogi asesiad integredig o ystod o effeithiau newid yn yr hinsawdd, e.e. newidiadau posibl yn albedo arwyneb y tir, yn ddymunol iawn. Fodd bynnag, mae'n bwysig bod modelau o'r fath yn cael eu hymestyn i gynnwys amcangyfrifon o ansicrwydd sy'n gysylltiedig â gwahanol effeithiau, yn feintiol yn ddelfrydol, ond yn ansoddol os oes angen.

Mae'r gofynion ar gyfer modelu integredig o gyfraniadau tymor hir coetiroedd at liniaru newid yn yr hinsawdd yn pwysleisio pwysigrwydd bod modelau o'r fath yn gallu cynrychioli effeithiau newid yn yr hinsawdd ar addasrwydd amodau safle ar gyfer gwahanol rywogaethau coed a'u cyfraddau twf posibl.

5.8.3 Bylchau mewn offer i gefnogi ymarfer

Y tu hwnt i fodelu lliniaru newid yn yr hinsawdd ar gyfer coetiroedd ar wahanol raddfeydd, mae angen offer ymarferol i gefnogi defnydd tir a chynllunio rheolaeth ar goetiroedd, a gwneud penderfyniadau ar y graddfeydd lleol a chlystyrau. Mae enghreifftiau o fodelau coedwigoedd presennol y gellid eu defnyddio at ddibenion o'r fath ond mae angen eu haddasu i fynd i'r afael yn benodol â'r cwestiynau ymarferol sy'n codi wrth gynllunio a rheoli coetiroedd. Enghreifftiau o gwestiynau o'r fath yw:

- Sut i gynllunio creu coetiroedd yn y dyfodol (e.e. dewisiadau rhywogaethau ac amcanion rheoli)
- Sut i ddiwallu targedau ar gyfer allyriadau NTG neu ddal a storio carbon ar draws bloc neu ardal gymharol fawr o goetir.
- Sut a phryd i ymyrryd wrth reoli clwstwr coetir unigol yn gyson ag amcanion lliniaru newid yn yr hinsawdd.

5.8.4 Bylchau mewn tystiolaeth wyddonol sylfaenol

Gellir gwella data, amcangyfrifon paramedrau, modelau ac offer bob amser trwy fwy o ymchwil. Fodd bynnag, mae meysydd pwnc penodol yr ymddengys eu bod yn flaenoriaethau ar gyfer gwella dealltwriaeth yn cynnwys:

- Amcangyfrif paramedrau ecoffisiolegol sy'n berthnasol ar gyfer graddnodi modelau sy'n sensitif i'r hinsawdd o dwf a chydbwysedd carbon gwahanol rywogaethau coed.
- Dealltwriaeth well o ddynmeg cydbwyseddau NTG carbon pridd a phridd, gan gynnwys ar gyfer priddoedd organig ac organo-fwynol iawn, yn arbennig yn ystod y cyfnodau yn syth ar ôl sefydlu coetiroedd ac ar ôl digwyddiadau cynaeafu mawr (yn arbennig clirio).
- Yn gysylltiedig â'r pwynt blaenorol, dealltwriaeth well o ddynmeg twf coed a llystyfiant arall yn ystod camau cynnar sefydlu coed.
- Amcangyfrifon gwell o'r perthnasoedd rhwng bio-màs coesynnau coed a thwf a chhydrannau bio-màs coed eraill, megis dail, pren canghennau, gwreiddiau bras a gwreiddiau mân, yn arbennig ar gyfer coed mawr iawn a chlystyrau coed hŷn.

Maes ymchwil yr ymddengys ei fod yn galw am ymchwilio i gefnogi gweithredu yw sut i sicrhau a rheoli dichonoldeb (e.e. o ran seilwaith) a derbynioldeb cymdeithasol newidiadau i ddefnydd tir a rheolaeth ar goetiroedd â'r nod o liniaru newid yn yr hinsawdd.

5.8.5 Bylchau mewn tystiolaeth ar gyfer pynciau cysylltiedig

Nid yw rhai systemau amaeth-goedwigaeth, coetiroedd bach a thirweddau gyda choed unigol gwasgaredig yn diwallu'r diffiniad ar gyfer coedwig (e.e. fel y cyfeirir ati yn Rhestr Coedwigoedd Genedlaethol Prydain Fawr ac mewn confensiynau a fabwysiadwyd yn adroddiadau CFfCUNH ar gyfer gwahanol ddefnyddiau tir). Fodd bynnag, awgrymir bod gwerthuso'r systemau hyn yn haeddu gwerthuso ymhellach a bod angen ymgymryd â hyn yn gyson â'r dulliau a weithredir i goetiroedd.

Atodiadau: Dynameg Carbon Coetiroedd: tystiolaeth dechnegol fanwl.

A1. Enghreifftiau o effeithiau NTG a achosir gan Greu a Rheoli Coetiroedd

A1.1. Cyflwyniad i'r atodiad hwn

Pwrpas yr atodiad hwn yw darparu rhai enghreifftiau o effeithiau posibl penderfyniadau ynghylch greu a rheoli coetiroedd ar stociau carbon ar y tir ac allyriadau NTG ehangach. Rhoddir rhai enghreifftiau hefyd o ddylanwad ffactorau megis cyfradd twf coed a nodweddion pridd ar stociau carbon ac allyriadau NTG.

Mae'r enghreifftiau'n seiliedig ar ganlyniadau efelychu a gynhyrchwyd gan fodel cyfrifo carbon sector coedwig CARBINE Forest Research (Thompson a Matthews 1989; Matthews 1994, 1996; Matthews a Broadmeadow 2009; Matthews et al. 2020a). Mae canlyniadau tebyg wedi'u cyflwyno mewn adroddiadau blaenorol (gweler er enghraifft Morison et al. 2012; Matthews et al. 2014a). Ailadroddir y canlyniadau yn Adran A1.5 o Matthews et al. (2014a), tra bod y rhai yn Adran A1.7 yn cael eu hailadrodd o Matthews et al. (2014b). Mae'r holl ganlyniadau eraill a gynhyrchwyd gan CARBINE wedi'u diweddarau trwy gymhwyso'r fersiwn ddiweddaraf, lle gwnaed gwelliannau i gynrychiolaeth dynameg coed marw, deiliach a charbon pridd. (Matthews et al. 2020a). Ar gyfer y canlyniadau yn yr atodiad hwn, mae dynameg stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u modelu o fewn CARBINE gan ddefnyddio dulliau tebyg i'r rhai a ddisgrifir yn Matthews et al. (2014a, 2015). Amcangyfrifwyd effeithiau posibl allyriadau NTG sy'n deillio o effeithiau dadleoli cynnyrch (gweler Adran 2.12 yn y prif gorff) gan ddefnyddio ffactorau dadleoli allyriadau NTG fel y trafodwyd yn Adran 4.1.8 yn y prif gorff.

Mae'r holl efelychiadau CARBINE o ddynameg carbon pridd yn yr atodiad hwn yn seiliedig ar ragdybiaeth mewnbwn o hinsawdd "gynnes, llaith" (gweler Adrannau 4.1.4 a 4.1.5 o brif gorff yr atodiad) ac, oni nodir yn wahanol, dosbarth pridd "lôm" a gorchudd tir blaenorol o laswellt. Yn ôl yr arfer, adroddir am ganlyniadau stociau carbon pridd a newidiadau stoc ar gyfer dyfnder pridd o 1m; mae hyn yn gyson â'r arfer a fabwysiadwyd yn stocrestrau NTG Cenedlaethol y DU.

Oni nodir yn wahanol, mynegir canlyniadau yn yr atodiad hwn ar gyfer stociau carbon coetir a newidiadau stoc, yn y drefn honno, mewn unedau o dunelli sy'n gyfwerth i dunelli carbon yr hectar ($tC\text{-eq. ha}^{-1}$) a chyfwerth i dunelli carbon yr hectar y flwyddyn. ($(tC\text{-eq. ha}^{-1} \text{bl}^{-1})$). Fel arfer, mae canlyniadau ar gyfer effeithiau ar allyriadau NTG ehangach (a gyfryngir yn gyffredinol trwy amnewid cynnyrch pren, gweler Adran 2.12 yn y prif gorff) yn cael eu cronni dros gyfnod o amser ar gyfer greu coetir hyd at y flwyddyn adrodd, a'u mynegi mewn unedau o dunelli cyfwerth i garbon yr hectar ($tC\text{-eq. ha}^{-1}$). Mae'r dull hwn yn caniatáu i'r canlyniadau hyn gael eu cymharu'n uniongyrchol â chanlyniadau stociau carbon coetir (sy'n mynegi dal a storio carbon cronedig yn gynhenid). Lle bo angen, defnyddir metrigau neu unedau eraill ar gyfer rïortio'r allyriadau NTG hyn, fel y nodir yn y trafodaethau perthnasol.

Cyn belled ag y bo modd, mae graffiau sy'n dangos yr un mathau o ganlyniadau ar gyfer gwahanol opsiynau creu/rheoli coetir yn cael eu plotio gan ddefnyddio'r un raddfa echelin-y.

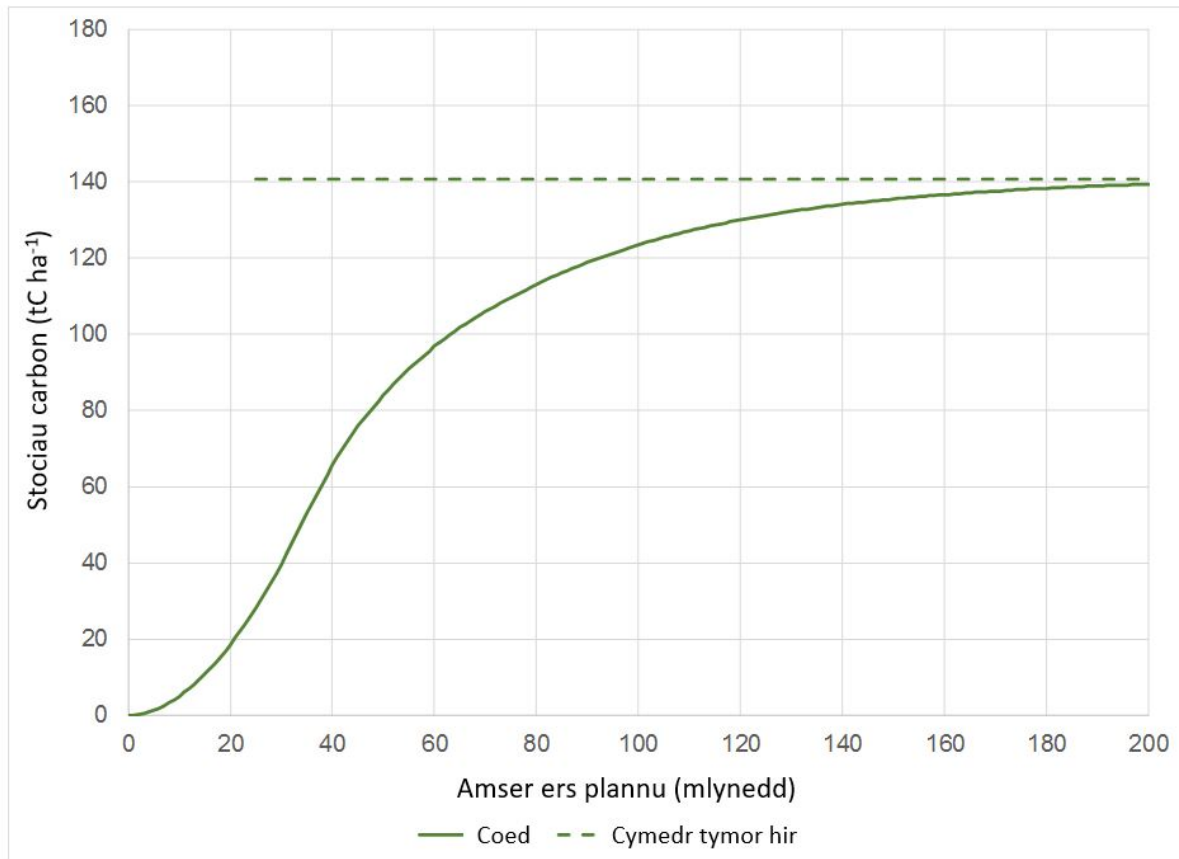
A1.2. Gwarchodfa garbon coetir llydanddail

Mae ffigurau A1 i A3 yn dangos enghraifft o effeithiau sefydlu coetir llydanddail newydd ar stociau carbon ar y tir (trwy blannu coed neu drwy gynorthwyo adfywio coed), a rheoli'r coetir newydd fel "gwarchodfa garbon", h.y. fel cronfa warchoddedig o stociau carbon. Mae'r enghraifft hon eisoes wedi'i chyflwyno yn Adran 2.5 y prif gorff. Rhagdybir bod y rhywogaethau coed dan sylw yn gymysgedd o fedwen yn bennaf (rhywogaeth "arloesol" o ran ail-gytrefu tir gan goed) a chyfran lai o goed derw parhaus. Rhagdybir bod cyfradd twf y coed yn $4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ dros y cylchdro gorau posibl (h.y. pe byddai'r clwstwr yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchu coed trwy glirio). Gelwir y math hwn o fesur cyfradd twf coed yng nghoedwigaeth Prydain fel "dosbarth cynnyrch" clwstwr y coed, yn yr achos hwn, "dosbarth cynnyrch 4". Mae dosbarth cynnyrch o 4 yn rhesymol gynrychioliadol o goetiroedd llydanddail yng Nghymru. (Adroddir am ddosbarth cynnyrch cymedrig o 4.8 ar gyfer coetiroedd llydanddail yng Nghymru yn Rhestr Goedwig Genedlaethol Prydain Fawr, gweler BEIS, 2020. Sylwch fod modelau twf a charbon a gymhwysir ar hyn o bryd yng nghoedwigaeth y DU yn cael eu diffinio ar gyfer dosbarthiadau cynnyrch ag eilrifau yn unig.)

Rhagdybir bod y coed yn cael eu plannu, neu'n adfywio, ar amser sero ar ddwysedd eithaf uchel (o leiaf 4,000 o goed yr hectar, ac ar ôl hynny caniateir iddynt dyfu wrth gael eu hamddiffyn rhag aflonyddwch (e.e. tân, afiechyd neu gynaeafu coed). Dim ond o ganlyniad i gystadleuaeth am le rhwng y coed sy'n ffurfio'r clwstwr coetir y collir coed. Yn ystod y cyfnod o aeddfedwydd, mae'r coetir wedi'i ffurfio o goed mawr sydd wedi'u casglu'n ddwys gyda chanopi caeedig.

A1.2.1 Stociau carbon coed

Mae Ffigur A1 yn dangos cronïad stociau carbon dros amser yn y coed byw sy'n ffurfio'r coetir. Mae'r canlyniad hwn eisoes wedi'i gyflwyno a'i drafod yn Adran 2.5 y prif gorff. Yn Ffigur A1, mae llinell â gwahanodau hefyd wedi'i chynnwys, sy'n nodi'r stoc garbon hirdymor mewn coed byw a fyddai yn y pen draw yn datblygu ac yn cael ei chadw trwy greu'r math penodol hwn o goetir (h.y. y cyfuniad penodol hwn o rywogaethau coed, dosbarth cynnyrch, cyfundrefn blannu/adfywio a chyfundrefn reoli). Amcangyfrifir mai'r stoc carbon orau posibl mewn coed byw yw 140 tC ha^{-1} .



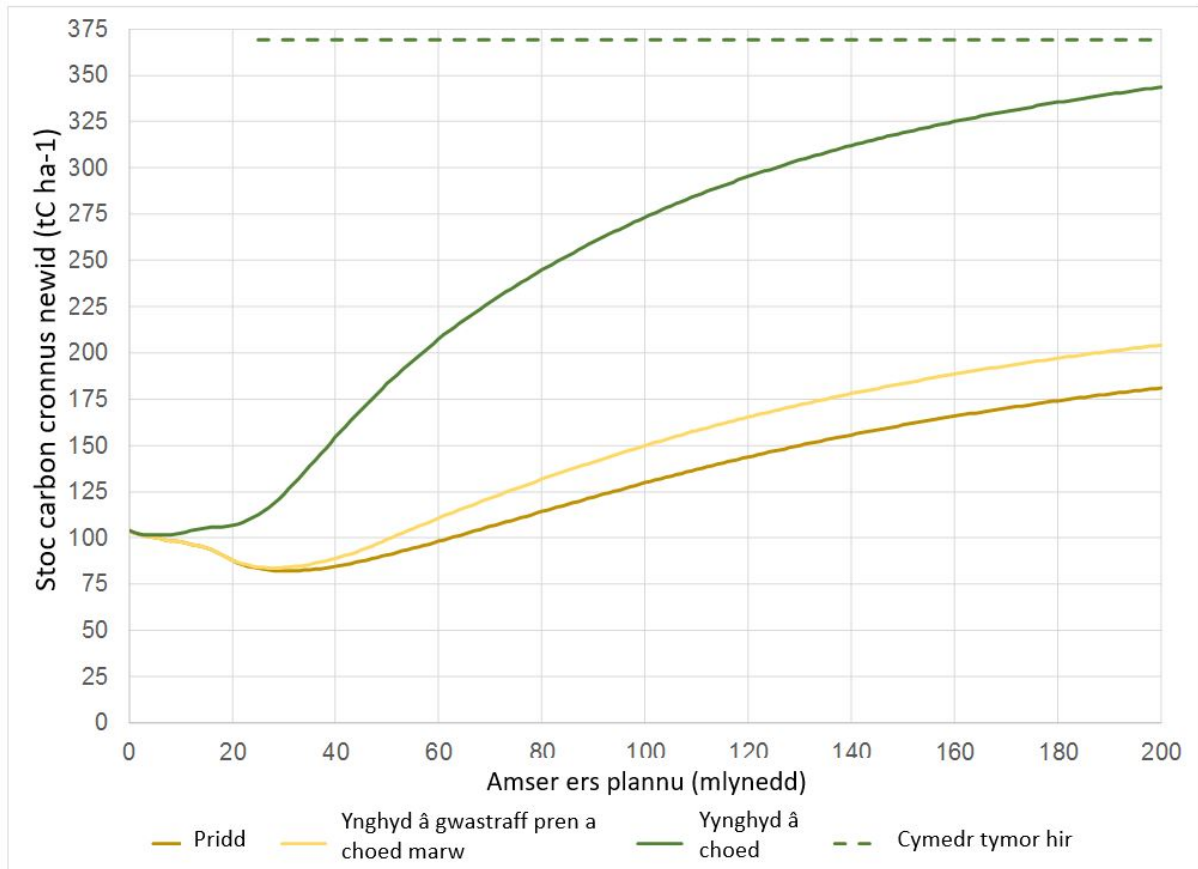
Ffigur A1 Datblygiad stociau carbon coed mewn clwstwr o fedw a derw cymysg (dosbarth cynnyrch 4) heb eu haflonyddu ac wedi'u hamddiffyn er mwyn creu "gwarchodfa garbon".

A1.2.2 Cyfanswm stociau carbon coetir

Mae Ffigur A2 yn dangos yr effeithiau cyfun ar stociau carbon mewn coed byw, mewn coed marw a deiliach, ac mewn pridd. Mae'r ffigur yn dangos cyfanswm y stoc carbon mewn pridd cyn ac ar ôl creu (plannu neu adfywio â chymorth) y coetir.

Cyn creu coetir, y stoc carbon mewn pridd yw 113 tC ha⁻¹. Mae'r stoc carbon pridd cychwynnol hon yn sensitif nid yn unig i nodweddion y pridd (gweler Adran A1.10) ond hefyd i amodau hinsoddol. Er enghraifft, mae newid y data mewnbyn hinsawdd a ddefnyddir i redeg CARBINE i "sych-gynnes" (Adran 4.1.4) yn lleihau'r stoc carbon ychydig, wrth ragdybio bod amodau "gwlyb-oer" yn cynyddu'r stoc carbon i dros 150 tC ha⁻¹. Rhagdybir bod creu'r coetir yn golygu cael gwared ar unrhyw lystyfiant blaenorol (rhagdybir ei fod yn laswellt yn yr enghraifft hon). O ganlyniad, collir mewnbynnau carbon i'r pridd o'r glaswellt, a dim ond ar ôl rhai blynyddoedd y caiff mewnbynnau carbon i'r pridd eu hadfer yn raddol, wrth i'r coetir newydd dyfu ac ymsefydlu ar y safle. Mae'r gostyngiad cychwynnol hwn mewn mewnbynnau carbon pridd yn arwain at gollu rhywfaint o garbon pridd yn y blynyddoedd cynnar ar ôl creu coetir. Mae'r stoc carbon yn y pridd yn gostwng i 91 tC ha⁻¹ dros gyfnod o oddeutu 30 mlynedd. Ar ôl y pwynt hwn, mae'r coetir wedi ymsefydlu'n dda ac mae mewnbynnau carbon i'r pridd (o wreiddiau mân a throsiant deiliach) yn ddigonol i stociau carbon y pridd gynyddu eto. Mae stoc carbon y pridd yn cael ei hadfer i'w lefel wreiddiol ar ôl oddeutu 50 mlynedd o'r amser y crëwyd y coetir, ac ar ôl hynny mae stoc carbon y

pridd yn cynyddu ymhellach. Ar ôl 200 mlynedd, amcangyfrifir mai lefel y stoc carbon mewn pridd yw 220 tC ha⁻¹.



Ffigur A2 Datblygiad cyfanswm stociau carbon coetir mewn clwstwr o fedw a derw cymysg (dosbarth cynnyrch 4) heb eu haflonyddu ac wedi'u hamddiffyn er mwyn creu "gwarchodfa garbon". "Yn ogystal â phren marw a deiliach" = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach; "Yn ogystal â choed" = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach + stociau carbon coed (h.y. cyfanswm stociau carbon coetir).

Mae Ffigur A2 hefyd yn dangos y cyfraniadau at gyfanswm y stociau carbon yn ôl pridd, pren marw a deiliach gyda'i gilydd (y llinell a ddynodir "Yn ogystal â phren marw a deiliach" yn y ffigur). Felly'r cyfraniad at stociau carbon a wneir yn benodol gan bren marw a deiliach yw'r gwahaniaeth rhwng y llinell hon a'r llinell sy'n dynodi stociau carbon mewn pridd. Mae stociau carbon mewn pren marw a deiliach yn cronni dros oddeutu 100 mlynedd i lefel rhwng 20 a 25 tC ha⁻¹.

Dangosir y cyfraniadau cyfun at gyfanswm y stociau carbon coetir a wneir gan bridd, pren marw a deiliach a choed byw gan y llinell a ddynodir "Yn ogystal â choed" yn Ffigur A2. Y cyfraniad at stociau carbon a wneir yn benodol gan goed byw yw'r gwahaniaeth rhwng y llinell hon a'r llinell a ddynodir "Yn ogystal â phren marw a sbwriel" yn y ffigur. Mae'r stociau carbon sydd yn benodol mewn coed byw eisoes wedi'u hystyried yn Adran A1.2.1 uchod ac yn Adran 2.5 yn y prif gorff.

Yn gyffredinol, amcangyfrifir colledion bach o gyfanswm y stociau carbon yn y blynyddoedd yn syth ar ôl creu coetir, gan fod colledion carbon pridd yn fwy na'r enillion mewn coed a phren marw a deiliach. Ar ôl oddeutu 12 mlynedd, mae stociau

carbon yn dychwelyd i'r lefelau a amcangyfrifwyd ar gyfer y cyfnod cyn creu coetir. Mae cronid cyfanswm y stociau carbon yn parhau i fod yn eithaf cymedrol hyd at oddeutu 25 mlynedd ar ôl creu'r coetir, pan fydd cyfradd y cronni (h.y. dal a storio carbon) yn cynyddu'n gyflym, wrth i'r coed sy'n ffurfio'r coetir agosáu at y cam twf "llawn egni" (gweler y drafodaeth yn Adran 2.5 y prif gorff).

Yn y pen draw, mae cyfradd dal a storio carbon yn gostwng, fel bod pwynt yn cael ei gyrraedd lle mae "stoc carbon orau posibl" yn cael ei chronni, ac ar ôl hynny nid oes unrhyw godiadau na gostyngiadau pellach yng nghyfanswm y stociau carbon ("dirlawnder" yw hyn, gweler Adran 2.7 y brif corff). Fodd bynnag, mae'n dal yn wir y gall cronni carbon mewn pridd barhau am ddegawdau lawer (canrifoedd o bosibl) cyn cyrraedd y stoc carbon orau posibl. Amcangyfrifir bod y stoc carbon orau posibl amcangyfrifedig mewn coed, pren marw, deiliach a phridd yn 370 tC ha^{-1} , fel y dangosir gan y llinell â gwahanodau yn Ffigur A2.

Gellir dadlau bod y canlyniadau fel y'u cyflwynir yn Ffigur A2 yn rhoi darlun camarweiniol o'r effeithiau a achosir gan greu'r coetir enghreifftiol ar stociau carbon. Er enghraifft, gellir dehongli'r ffigur fel un sy'n awgrymu bod creu'r coetir wedi achosi cronid pob un o'r 370 tC ha^{-1} o stociau carbon ar y tir, fel y dangosir yn y ffigur. Fodd bynnag, roedd oddeutu 100 tC ha^{-1} o'r stoc carbon hon eisoes yn bodoli yn y pridd cyn i'r coetir gael ei greu. Rhoddir gwell arwydd o'r effeithiau cronol o greu'r coetir ar stociau carbon trwy ystyried y newid cronol mewn stociau carbon ar y tir, o'i gymharu â'r stociau carbon a oedd yn bodoli eisoes. Yn ôl y cynllun hwn, mae'r canlyniadau ar gyfer effeithiau stoc carbon ym mlwyddyn t o amser creu'r coetir yn cael eu cyfrif fel:

$$\begin{array}{rcl} \text{Effeithiau net ar stoc} & & \text{Stoc carbon} \\ \text{carbon mewn} & = & \text{mewn} \\ \text{blwyddyn } t & & \text{blwyddyn } t \\ & & - \text{ Stoc carbon a oedd yn bodoli} \\ & & \text{cyn i'r coetir gael ei greu} \end{array}$$

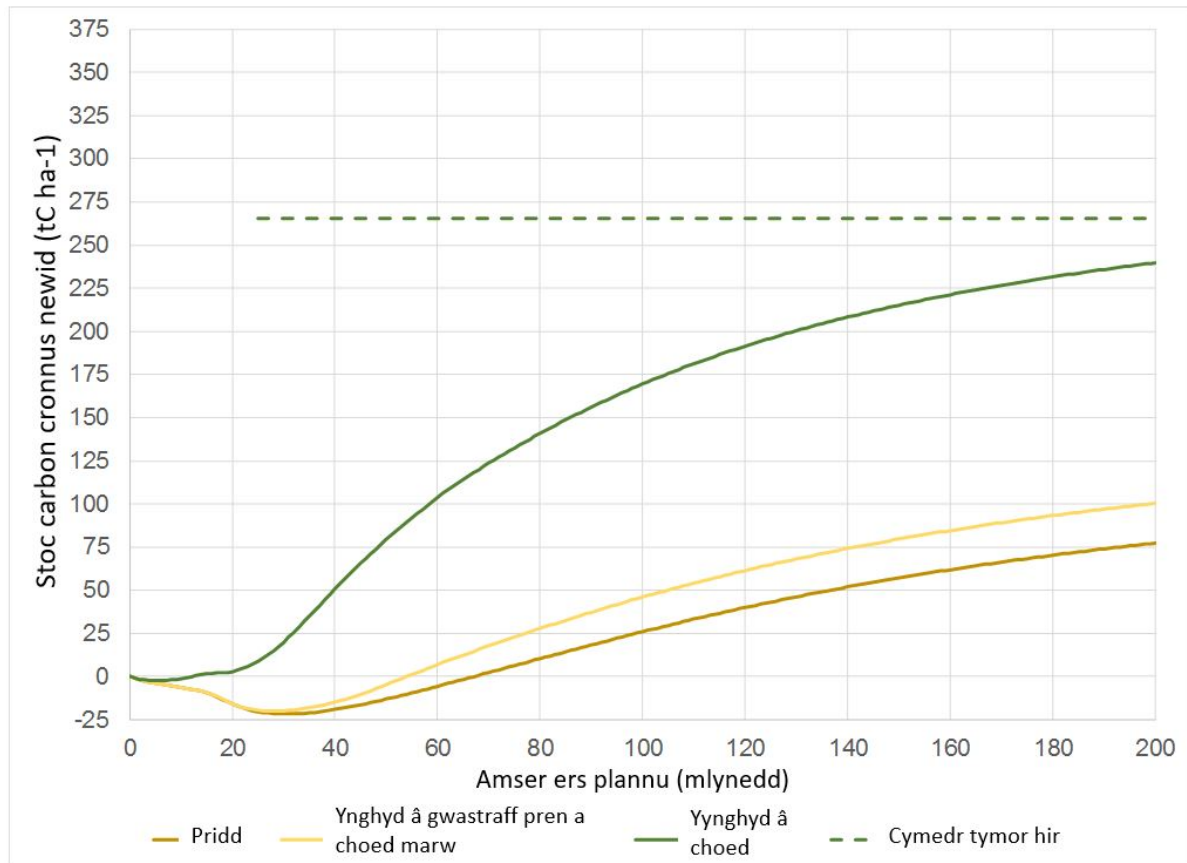
Lle mai t yw'r nifer o flynyddoedd ers creu'r coetir.

Mae mwyafrif y canlyniadau a gyflwynir mewn ffigurau yn yr atodiad hwn yn seiliedig ar y mathau hyn o ganlyniadau. Mae Ffigur A3 yn dangosir canlyniadau o'r fath ar gyfer yr enghraifft o greu'r warchodfa garbon coetir llydanddail fel yr ystyriwyd uchod.

I grynhoi, mae'r canlyniadau yn Ffigur A3 yn dangos:

- Colled cychwynnol o garbon (o'r pridd), o ganlyniad i aflonyddwch pridd wrth baratoi'r safle a'r amser a gymerir i fewnbyniadau i garbon pridd o goed i ddisodli'r mewnbynnau o'r gorchudd glaswellt blaenorol
- Cronid sylweddol hirdymor o stociau carbon mewn coed byw, pren marw, deiliach ac (yn y pen draw) pridd
- Dros ddegawdau lawer (mwy na chanrif), mae cyfradd cronni stoc carbon yn arafu ac yn dangos arwyddion o lefelu. Fodd bynnag, mae'r newidiadau stoc carbon sy'n deillio o'r weithred gychwynnol o blannu coed yn hirhoedlog ac yn dal i fod yn amlwg 200 mlynedd yn ddiweddarach.

Mae patrwm cyffredinol y newidiadau mewn stoc carbon yn Ffigur A3 yn debyg ar draws ystod eang o fathau o goetiroedd (math o safle, rhywogaethau coed, cyfradd twf ac ati). Fodd bynnag, mae'r manylion yn amrywio'n sylweddol (e.e. cyfradd cronni carbon, y stoc carbon a gyflawnir yn y pen draw, a maint y colledion o bridd).



Ffigur A3 Effaith net gronol ar stociau carbon coetir sy'n deillio o greu clwstwr o fedw a derw cymysg (dosbarth cynnyrch 4) heb eu haflonyddu ac wedi'u hamddiffyn er mwyn greu "gwarchodfa garbon". "Yn ogystal â phren marw a deiliach" = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach; "Yn ogystal â choed" = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach + stociau carbon coed (h.y. cyfanswm stociau carbon coetir).

O'i hystyried dros amserlen hir, mae'r stoc carbon orau posibl, a gyfrifir ar gyfer cyfnod o 300 mlynedd, wedi'i nodi yn Ffigur A7 gan linell lorweddol â gwahanodau, gan gymryd gwerth o 274 tC ha⁻¹.

A1.2.3 Ffactorau a materion i'w hystyried

Dylid nodi nad yw sawl ffactor wedi cael eu hystyried wrth gyflwyno a thrafod y canlyniadau ar gyfer y senario greu coetir enghreifftiol a ddisgrifir yn yr adran hon:

1. Mae'n bosibl (yn wir yn debygol) y byddai'r weithred o greu'r coetir yn cynnwys rhai gweithrediadau rheoli, er enghraifft fel rhan o baratoi'r safle, rheoli chwyn, plannu coed a/neu amddiffyn y coetir rhag aflonyddwch megis tân. Mae rhai neu'r cyfan o'r gweithrediadau hyn yn debygol o gynnwys defnyddio peiriannau, deunyddiau ac ynni, ag allyriadau NTG cysylltiedig. Ni amcangyfrifwyd allyriadau NTG o'r fath ar gyfer yr achos "gwarchodfa carbon

- coetir" hwn. Fodd bynnag, mae amcangyfrifon o allyriadau o'r fath ar gyfer senarios eraill, sy'n cynnwys rheoli coetir yn fwy gweithredol, yn dangos bod y rhain yn debygol o wneud cyfraniad bach at yr effaith gyffredinol ar allyriadau NTG (er enghraifft gweler y canlyniadau perthnasol yn Adran A1.4.3).
2. Dylid cofio bod y senario a ystyrir yn yr adran hon yn cynnwys rhagdybiaeth nad yw digwyddiadau o aflonyddwch naturiol yn tarfu ar gronni stociau carbon coetir (e.e. tân, stormydd, plâu a chlefydau). Mewn sefyllfaoedd lle mae aflonyddwch yn digwydd, ar rai safleoedd, gellir gwneud iawn am rai o'r colledion canlyniadol os yw'r gyfradd twf bosibl o goed sy'n adfywio yn ddigon uchel.
 3. Mae'r senario a ystyrir yn yr adran hon yn cynnwys y rhagdybiaeth na wneir unrhyw reolaeth yn y "coetir gwarchodfa carbon" ar ôl iddo gael ei greu, heblaw rheolaeth sydd â'r nod o amddiffyn stociau carbon y coetir. Yn ymarferol, gellir cyflawni rhywfaint o waith rheoli, sy'n cynnwys teneuo rhai coed neu gwympo darnau, er mwyn diwallu amcanion amwynder neu ecolegol, er enghraifft, i ganiatáu mynediad i ymwelwyr ar gyfer pwrpas hamdden, neu i greu cynefinoedd neu annog tyfiant llystyfiant is. Mae'r gweithgareddau rheoli hyn yn debygol o leihau'r stociau carbon mewn coed byw, fel bod stoc carbon orau posibl y coetir ychydig yn is na'r hyn a awgrymir gan y canlyniadau a gyflwynir uchod. Fodd bynnag, yn dibynnu ar fanylion yr arferion rheoli, gallai fod rhywfaint o gynydd cysylltiedig mewn stociau carbon mewn pren marw, deiliach a phridd. Gellir nodi hefyd, ar rai safleoedd, y gellir gwneud iawn am rai colledion os yw cyfradd twf posibl y coed (llydanddail yn gyffredinol yn y cyd-destun hwn) yn uwch na'r cyfraddau cyfartalog ar gyfer coetiroedd presennol. (Gweler Adrannau A1.4, A1.6 ac A1.8 am enghriffiau o bwyntiau perthnasol yng nghyd-destun coetiroedd conwydd a reolir.)
 4. Bydd cyfraniad at golledion cychwynnol stociau carbon o ganlyniad i dynnu'r llystyfiant blaenorol fel rhan o greu coetir. Nid yw'r colled cychwynnol hwn o stociau carbon llystyfiant yn cael ei amcangyfrif na'i gynnwys yn y canlyniadau. Fodd bynnag, mae'n debygol y bydd y stociau carbon hyn yn gymharol fach, er enghraifft yn achos glaswelltir a reolir sy'n destun pori neu dorri gwair blynyddol (ac o bosibl tynnu'r biomas). Mae mewnbynnau o garbon i bridd o llystyfiant a thail sy'n bodoli eisoes a gynhyrchir trwy bori da byw (os yw'n bresennol) wedi'u cynnwys yn ddigrybwyll wrth foddelu stociau carbon pridd ar gyfer y defnydd tir blaenorol (h.y. cyn creu coetir).
 5. Mae modelu effeithiau creu coetir yn cynnwys y rhagdybiaeth bod y llystyfiant blaenorol yn cael ei symud o'r safle (gan gollu mewnbynnau carbon i'r pridd o ganlyniad), a bod hyn yn parhau i fod yn wir nes bod y coed wedi ymsefydlu'n ddigonol i wneud iawn am y mewnbynnau carbon pridd a gollwyd. Yn ymarferol, gall y cyfnod pontio sy'n cynnwys colli gorchudd llystyfiant blaenorol a sefydlu gorchudd coed fod yn fwy graddol, ag effeithiau llai ar fewnbynnau carbon pridd dros y cyfnod hwn. Mae hwn yn bwnc ar gyfer ymchwil bellach a mireinio modelu o bosibl.
 6. Os defnyddiwyd tir o'r blaen ar gyfer cynhyrchiant amaethyddol, mae'r newid yn y defnydd tir i greu'r coetir yn arwain at gollu'r cynhyrchiant hwn o'r darn hwn o dir. Os oedd angen y cynnyrch amaethyddol hwn, yna mae hyn yn awgrymu y bydd angen cynyddu cynhyrchiant amaethyddol o ryw ffynhonnell (arwynebedd tir) arall. Mae unrhyw newidiadau canlyniadol mewn

cynhyrchiant amaethyddol a rheoli tir yn debygol o gynnwys effeithiau ar allyriadau NTG (gweler Adran 2.14 yn y prif gorff). Nid yw'r effeithiau hyn (os yn berthnasol) wedi'u hamcangyfrif na'u cynnwys fel rhan o'r canlyniadau a gyflwynir yma.

Dylid nodi ymhellach bod pwyntiau (1) i (3) uchod yn berthnasol yn benodol ar gyfer y senario creu coetir "gwarchodfa garbon" a ystyrir yn yr adran hon, a hefyd ar gyfer y senario a ystyrir yn Adran A1.3, tra bod pwyntiau (4) i (6) uchod o bosibl yn berthnasol yn ehangach i nifer o'r senarios a ystyrir yn yr atodiad hwn a phrif gorff yr atodiad.

A1.3. Gwladychu naturiol

Fel y trafodwyd yn Adran 2.16.3 o'r brif gorff, awgrymwyd yr opsiwn o greu coetiroedd gwarchodfa carbon trwy gefnu ar dir (e.e. tir amaethyddol blaenorol) a chaniatáu'n oddefol i goetir ailgyfnewid trwy wladychu naturiol. Mae effeithiau tymor hir dull o'r fath ar llystyfiant a charbon pridd yn debygol o fod yn sylweddol. Fodd bynnag, prin yw'r dystiolaeth sydd ar gael o "gyfradd llwyddiant" y math hwn o ddull goddefol o greu coetir. Mae hefyd yn ymddangos yn debygol y bydd y broses o wladychu tir yn naturiol gan goed, a thwf dilynol a dal a storio carbon, yn araf, o'i gymharu â dulliau gweithredol o greu coetir, gan gynnwys yr un rhywogaeth o goed neu fel arall.

Mae ond ychydig iawn o enghreifftiau o astudiaethau sy'n ymchwilio i ddatblygiad coetiroedd trwy olyniaeth naturiol.

Mae treialon Broadbalk a Geescroft, a gynhaliwyd yn Rothamsted Research yn Ne Lloegr (Jenkinson 1971; Poulton et al. 2003), yn eithriad, yr ystyrir eu bod yn arbrofion 'clasurol' wrth wrthdroi tir amaethyddol yn 'anialwch' (coetir yn y bôn).

Hyd at y 1880au cynnar, roedd y ddau safle hyn wedi bod dan reolaeth amaethyddol ers amser maith. Fodd bynnag, tynnwyd rheolaeth yn ôl yn llwyr ar yr adeg hon a chaniatwyd i'r safleoedd adfywio'n naturiol gyda llystyfiant. Yn raddol, datblygodd y ddau safle yn glystyrau o goed llydanddail cymysg, gydag ynn a sycamorwydd yn dominyddu ar safle Broadbalk, a derw yn dominyddu ar safle Geescroft.

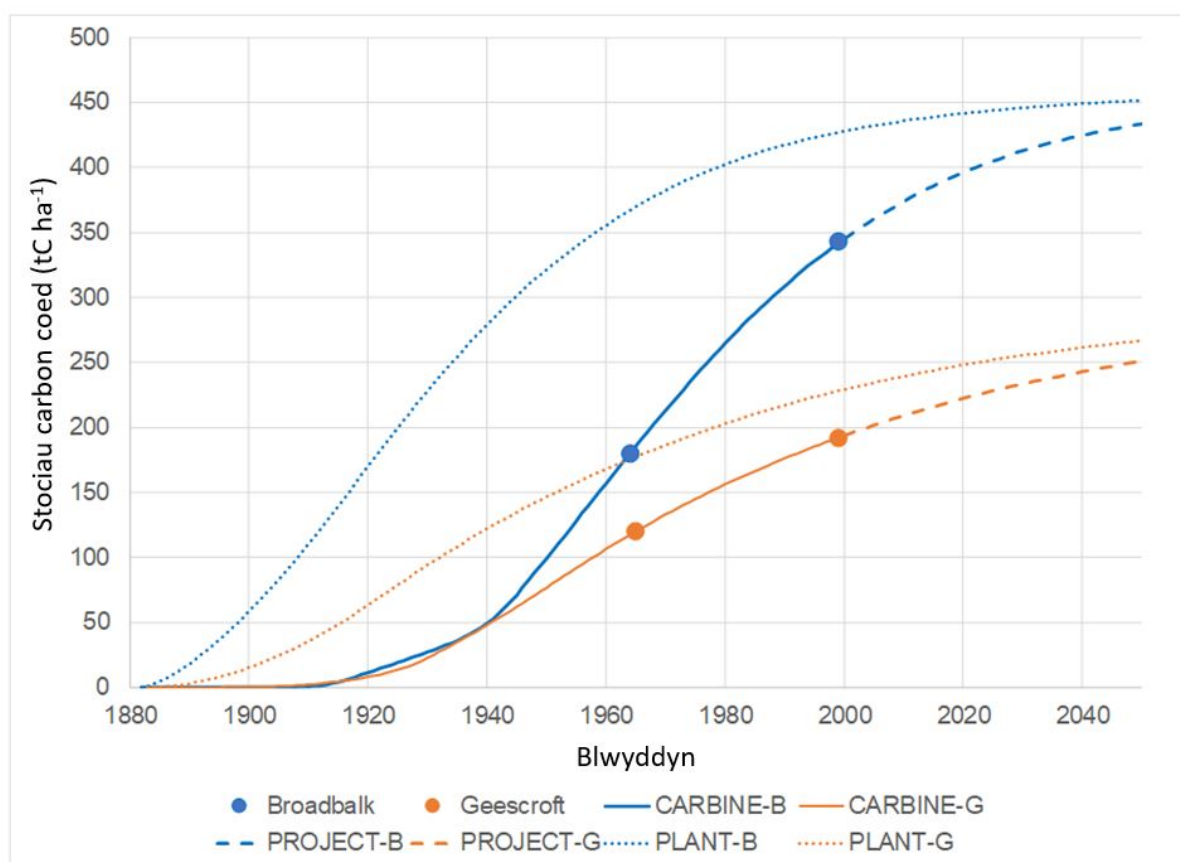
A1.3.1 Stociau carbon coed

Gwnaed mesuriadau o stociau carbon coed (canghennau, coesbren a gwreiddiau) yn Broadbalk a Geescroft ym 1964/5 a 1999, gan roi dau sylw ar gyfer stociau carbon coed ar gyfer y ddau safle. Yn Ffigur A4, dangosir mesuriadau stociau carbon coed o'r treialon hyn wedi'u plotio yn ôl y blynyddoedd y cawsant eu mesur ynddynt.

Gwnaed efelychiadau gan ddefnyddio'r model CARBINE, yn seiliedig ar y rhywogaethau coed sy'n adfywio yn Broadbalk a Geescroft, wedi'u graddnodi ar gyfer cysondeb â'r datblygiad a welwyd yn y stociau carbon coed dros gyfnod o amser, fel y'u mesurwyd yn yr astudiaethau.

Dangosir datblygiad stociau carbon a efelychwyd gan CARBINE hefyd yn Ffigur A4 (llinellau solet), gyda rhagamcanion hyd at 2050 (llinellau â gwahanodau). Roedd data'r mewnbwn i'r model CARBINE yn galw am fanyleb fanwl i gyd-fynd yn dda â'r arsylwadau maes. Yn neilltuol:

- Roedd angen rhagdybio cyfradd twf eithriadol o gyflym ar gyfer y coed ynn a sycamorwydd ar safle Broadbalk (dosbarthiadau cynnyrch rhwng 12 a 14 m³ ha⁻¹ bl⁻¹)
- Amcangyfrifwyd bod cyfradd twf (dosbarth cynnyrch) y derw ar safle Geescroft oddeutu 5 i 6 m³ ha⁻¹ bl⁻¹ (eto, yn gymharol gyflym ond yn yr achos hwn o fewn yr ystod nodweddiadol a welwyd ar gyfer derw)
- Yn bwysig, roedd angen rhagdybio peth oedi cyn dechrau tyfiant coed ar y ddau safle ar ôl rhoi'r gorau i reolaeth amaethyddol tua 1882/3. Ar gyfer pob safle, roedd hyn yn cynnwys rhagdybio dau gyfnod o adfywio coed, yn digwydd rhwng 10 mlynedd a 45 mlynedd ar ôl rhoi'r gorau i'r tir. Mae'n ymddangos bod hyn yn gyson ar y cyfan â'r arsylwadau ynghylch amseriad adfywio coed ar y ddau safle yr adroddwyd arnynt gan Harmer et al. (2001).



Ffigur A4 Datblygiad stociau carbon coed (canghennau, coesyntau, gwreiddiau) yn safleoedd astudio Rothamsted (Broadbalk a Geescroft). Mae pwyntiau'n dynodi arsylwadau maes. Mae CARBINE-B a CARBINE-G yn dynodi efelychiadau model CARBINE o stociau carbon, wedi'u graddnodi i gydweddu â'r data ar gyfer Broadbalk a Geescroft, yn y drefn honno. Mae PROSIECT-B a PROSIECT-G yn amcanestyniadau a wnaed gan ddefnyddio'r model CARBINE ar gyfer blynyddoedd yn dilyn y mesuriadau diwethaf. Mae PLANT-B a PLANT-G yn dynodi efelychiadau model CARBINE gan ragdybio bod yr holl goed wedi'u plannu'n weithredol yn hytrach nag yn ailgyfnewid naturiol. Ffynhonnell y data ar gyfer arsylwadau maes: Ymchwil Rothamsted (2015ab).

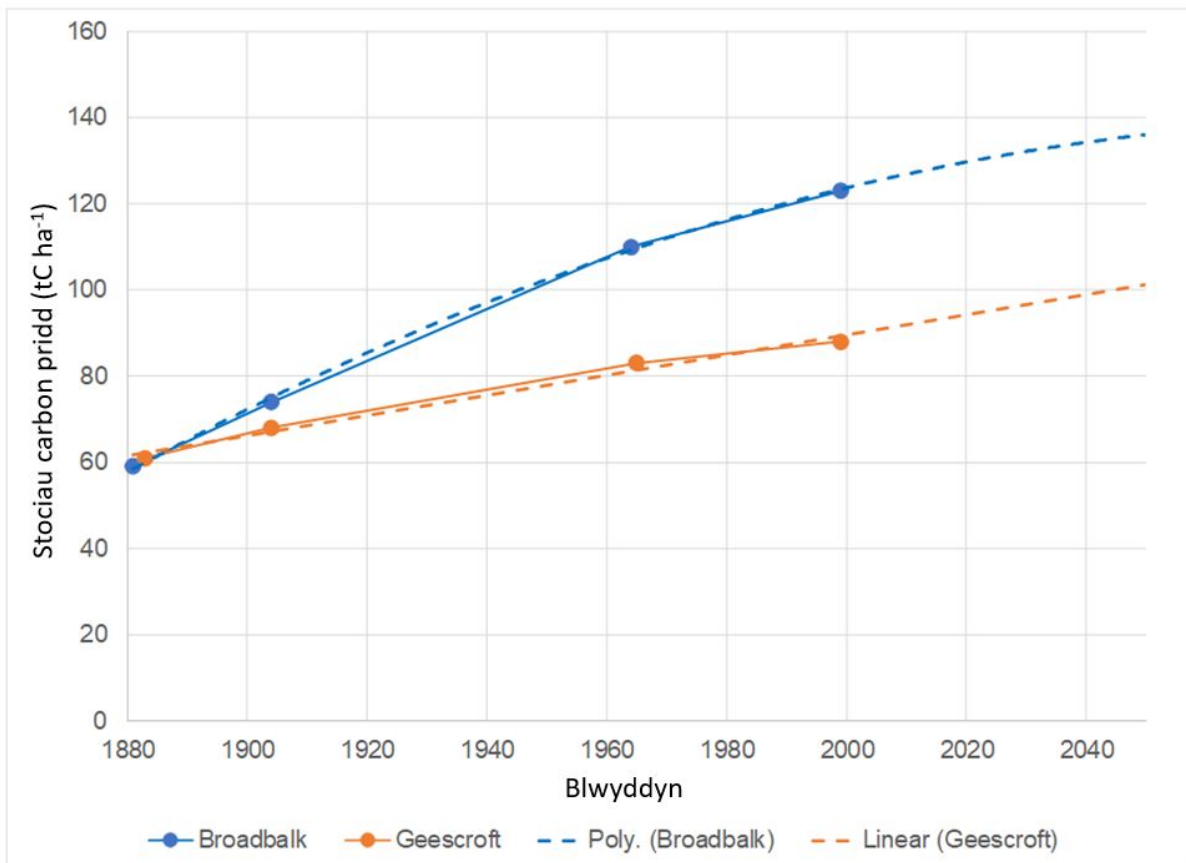
Yn ôl Ffigur A4, y canlyniadau, mae canlyniadau'r efelychiadau CARBINE yn gweddu'n dda i'r arsylwadau maes. Fodd bynnag, rhaid pwysleisio'r ansicrwydd uchel sy'n gysylltiedig â rhagdybiaethau mewnbyn enghreifftiol. Rhaid cydnabod hefyd mai

dim ond dau fesur o stociau carbon coed sydd ym mhob safle astudiaeth, sy'n gwneud unrhyw amcanestyniad o groniad stociau carbon yn y gorffennol a'r dyfodol yn ddamcaniaethol iawn.

Er mwyn caniatáu cymhariaeth, cynhyrchwyd efelychiadau CARBINE hefyd yn seiliedig ar y rhagdybiaethau a ddisgrifiwyd yn gynharach ond gan ragdybio blwyddyn blannu gyson ym 1882 (Broadbalk) a 1883 (Geescroft). Gallai'r efelychiadau hyn gynrychioli datblygiadau stoc carbon, os oedd y ddau safle wedi'u plannu'n weithredol, yn hytrach na chael eu gadael i ail-wladychu'n naturiol. Dangosir canlyniadau ar gyfer yr efelychiadau hyn hefyd yn Ffigur A4.

A1.3.2 Stociau carbon pridd a deiliach

Mae rhagor o dystiolaeth ar gael o astudiaethau clasurol Rothamsted ar yr effeithiau ar stociau carbon pridd sy'n digwydd o ganlyniad i gefnu ar dir amaethyddol a chaniatáu i'r tir ail-wladychu'n naturiol â choed. Gwnaed pedwar mesuriad o stociau carbon pridd ym mhob un o dreialon yr astudiaeth, a gymerwyd ym 1881/3, 1904, 1964/5 a 1999. Dangosir y canlyniadau hyn yn Ffigur A5 (pwyntiau wedi'u huno gan dafl-lwybrau solet). Mae'r amcangyfrifon o stociau carbon pridd yn dangos dyfnder pridd cyson o 69 cm.



Ffigur A5 Datblygiad stociau carbon pridd yn safleoedd astudiaeth Rothamsted (Broadbalk a Geescroft). Mae pwyntiau'n dynodi arsylwadau maes. Mae llinellau â gwahanodau yn dynodi hafaliadau cwadratig syml ("Poly.") a llinellol sydd wedi'u cydweddu â'r data. Ffynhonnell y data ar gyfer arsylwadau maes: Ymchwil Rothamsted (2015ab).

Ar adeg gadael, roedd stociau carbon pridd ar y ddau safle tua 60 tC ha^{-1} . Dros y cyfnod rhwng gadael a'r flwyddyn 1999, cynyddodd stociau carbon pridd ar gyfraddau blynyddol eithaf cyson o tua $0.5 \text{ tC ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ yn Broadbalk a thua $0.25 \text{ tC ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$ yn Geescroft. Efallai fod y gyfradd uwch o Gronni carbon yn Broadbalk yn adlewyrchu'r gyfradd twf llawer uwch a amcangyfrifwyd ar gyfer y safle hwn o'i gymharu â safle Geescroft (gweler Adran A1.3.1). Gellir nodi hefyd bod y cae yn Broadbalk yn gyfagos i fuarth fferm, ond mae caeau eraill yn amgylchynu safle Geescroft. Mae Poulton et al. (2003) hefyd yn adrodd am amodau pridd cyferbyniol yn Broadbalk a Geescroft (calchaid ac asidig, yn y drefn honno). Gellir nodi ymhellach y gwelwyd bod ail-wladychu gan goed yn digwydd yn ddiweddarach ar safle Geescroft (Harmer et al. 2001).

Mae'r cynnydd mewn stociau carbon pridd yn y blynyddoedd cynnar (degawdau o bosibl) ar ôl eu gadael yn debygol o adlewyrchu mewnbynnau carbon i'r pridd o llystyfiant nad yw'n goed sy'n ail-wladychu'r tir cyn mwyafrif y coed.

Yn seiliedig ar allosodiadau syml iawn o'r data (perthnasoedd llinellol a chwadratig mewn perthynas â blwyddyn, a ddangosir fel llinellau â gwahanodau yn Ffigur A5), gellir disgwyl i stociau carbon pridd fod yn fwy na 100 tC ha^{-1} ar y ddau safle erbyn 2050. Dim ond yr awgrym lleiaf sydd yn y canlyniadau o arafu cyfradd cronni carbon pridd dros gyfnod o fwy na 150 mlynedd. Mae Poulton et al. (2003) hefyd yn nodi cyfraniad ychwanegol ychwanegol ond cymharol fach i stociau carbon coetir o bren marw a deiliach.

Mae'r canlyniadau a chanfyddiadau uchod ar gyfer stociau carbon pridd a deiliach yn weddol gyson â chanlyniadau'r model a gyflwynir yn Ffigur A2 ac A3 yn Adran A1.2, gan ganiatáu ar gyfer y gwahaniaethau yn y senario a ystyrir yn yr enghraifft honno (plannu coed yn hytrach nag ail-wladychu, ac ar dir a oedd yn laswelltiro'r blaen yn hytrach na thir âr).

A1.3.3 Asesiad o gyfanswm effeithiau stoc carbon coetir

Er bod mesuriadau cyfnodol stociau carbon pridd yn Broadbalk a Rothamsted yn ffynhonnell werthfawr o dystiolaeth, mae'r ddau fesuriad o fiomas coed/llystyfiant a'r efelychiadau petrus CARBINE 'n anoddach eu dehongli'n ddiffiniol. Ymhellach, mae ffactorau dryslyd yn rhwystro ymdrechion i gyrraedd unrhyw gasgliadau pendant o gymariaethau rhwng y stociau carbon wedi'u mesur ac wedi'u modelu. Ymhlith y ffactorau perthnasol mae ansicrwydd ynghylch cyflymder prosesau olyniaeth naturiol ar ôl gadael, ansicrwydd ynghylch cyfraddau twf clystyrau oed gwastad cyfatebol a chynnwys llystyfiant is mewn amcangyfrifon bio-màs a adroddwyd ar gyfer yr astudiaethau Rothamsted.

Un dehongliad posib ond petrus iawn o'r canlyniadau yw bod coetiroedd a sefydlwyd trwy olyniaeth naturiol yn cronni stociau carbon yn araf iawn ar y dechrau (o'u cymharu â choetiroedd sydd wedi'u plannu, neu'r rhai y mae adfywio yn cael ei gynorthwyo ynddynt), ond bod cyfraddau twf a chronni carbon yn cyflymu yn nes ymlaen (e.e. rhwng efallai 50 a 150 o flynyddoedd), o gymharu â choetiroedd sydd wedi'u plannu. Mae'n ymddangos bod y canlyniadau hefyd yn amrywio'n sylweddol o safle i safle, yn dibynnu ar faint o amser mae'r coed llydanddail disgwylidig yn eu cymryd i ddechrau adfywio (gan dybio bod hyn yn digwydd) a'r mathau o goed dan sylw. Dylid nodi hefyd bod y safleoedd yn Rothamsted yn gaeau â'r yn flaenorol gyda

mewnbynnau rheoli cymharol uchel cyn gadael, lle y gellid disgwyl i lystyfiant aildyfu'n gymharol gyflym. Nid yw'n bosibl rhoi sylwadau ynghylch a fyddai clystyrau o goed o'r fath yn cronni mwy o stociau carbon ar y pwynt dirlawnder na chlystyr cyfatebol o goed sydd wedi'u plannu. Ar y llaw arall, mae'n debygol y bydd rhwystrau sylweddol i greu coetir yn llwyddiannus trwy wladychu naturiol ar lawer o safleoedd, er enghraifft os oes pwysau sylweddol gan anifeiliaid sy'n pori megis ceirw neu gwningod. O ganlyniad, mae gwladychu naturiol yn beryglus ac, ar lawer o safleoedd, mae'n debygol na fydd fawr ddim, os unrhyw beth, yn digwydd o ran datblygu coetir mewn cyfnod rhesymol, dyweder 50 mlynedd. Gellir nodi hefyd (Ffigur A4) y gellir disgwyl i glystyrau o goed o rywogaethau coed a chyfradd twf cyfatebol, a sefydlwyd trwy blannu neu adfywio â chymorth, ddal a storio carbon yn gyflymach mewn cyfnod cynnar a chyrraedd y stociau carbon gorau posibl rhwng 10 a 40 mlynedd yn gynharach na chlystyrau a sefydlwyd trwy wladychu naturiol, lle mae hyn yn digwydd yn llwyddiannus.

Mae'n ymddangos bod angen rhagor o astudiaethau o lystyfiant a dymmeg carbon pridd y tir sy'n cael ei adael.

A1.3.4 Ffactorau a materion i'w hystyried

Mae pwyntiau ychwanegol a drafodir yn Adran A1.3.3 yn berthnasol yma hefyd.

A1.4. Coetir pefrwydd a reolir

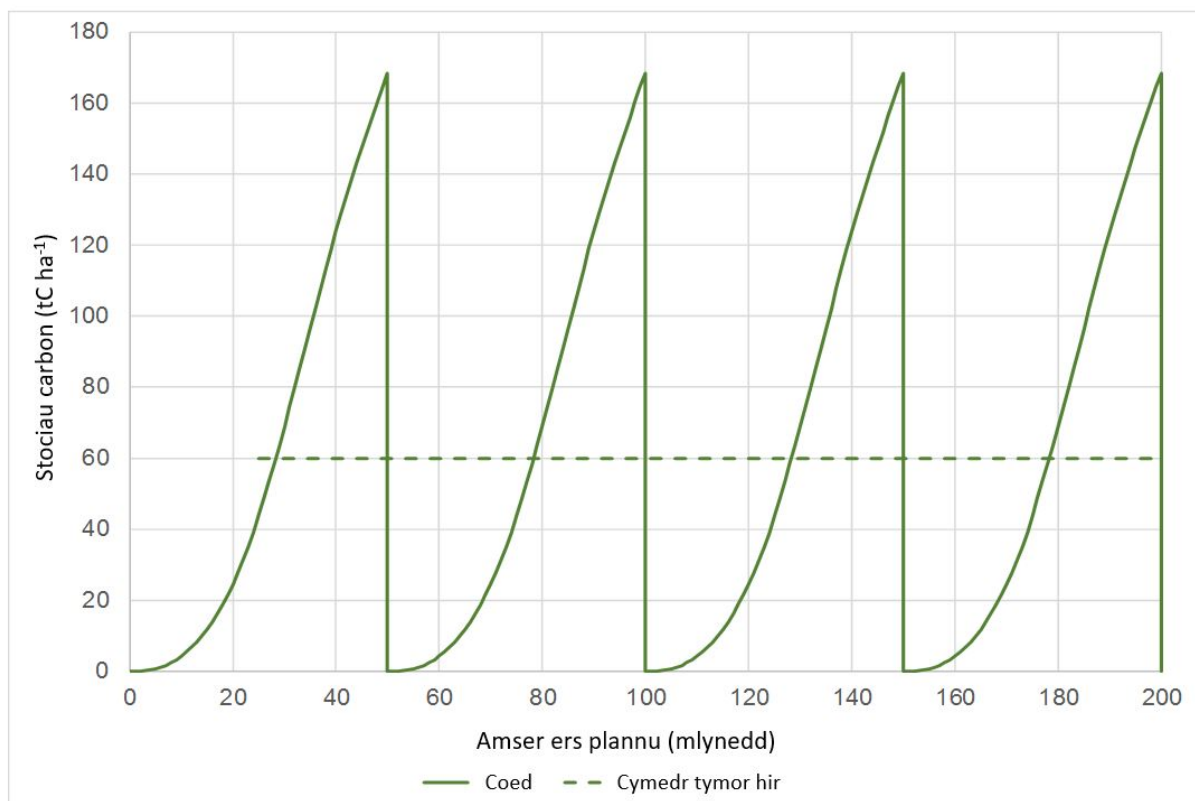
Mae ffigurau A6 i A8 yn dangos enghraifft o effeithiau ar stociau carbon seiliedig ar dir o sefydlu coetir conwydd newydd (yn fwyaf tebygol trwy blannu coed) a rheoli'r coetir newydd ar gyfer cynhyrchu pren. Os rheolir coetiroedd sydd newydd eu creu ar gyfer cynhyrchu pren a thanwydd, dylai hefyd fod effeithiau cadarnhaol sylweddol ar allyriadau NTG mewn sectorau eraill, o ganlyniad i ddal a storio carbon mewn cynhyrchion pren ac "amnewid cynnyrch" (gweler Adran 2.12 o'r brif gorff), o'i gymharu â'r opsiwn o ganiatáu i stociau carbon yn y coetiroedd newydd gronni heb unrhyw gynaeafu. Mae amcangyfrifon o'r effeithiau "oddi ar y safle" hyn hefyd wedi'u cynnwys yn Ffigur A8.

Rhagdybir bod y rhywogaeth o goed a blannwyd yn befrwydd Sitka, gyda dosbarth cynnyrch o $12 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$. Gellir ystyried bod y gyfradd twf hon yn gymedrol ar gyfer planiadau newydd o befrwydd Sitka ond mae ardaloedd o glystyrau befrwydd Sitka o'r fath yn eithaf cyffredin fel rhan o goetiroedd conwydd yng Nghymru. Rhagdybir bod y coetir yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchu coed sy'n cynnwys clirio ac ailstocio ar gylchdro o 50 mlynedd, ond heb deneuo yn ystod y cylchdro.

A1.4.1 Stociau carbon coed

Mae Ffigur A6 yn dangos cronriad a cholled stociau carbon yn y coed byw sy'n ffurfio'r coetir dros sawl cylchdro. Mae'r stociau carbon mewn coed yn cronni o'r adeg plannu hyd at ddiwedd pob cylchdro, pan yw clirio yn lleihau stociau carbon (mewn coed byw) i sero i bob pwrpas. Yna mae'r stociau carbon yn cronni eto ar ôl ailblannu gyda'r canlyniad, dros gylchdroadau mynych, bod stociau carbon mewn coed byw yn "cylchu" rhwng sero a 170 tC ha^{-1} bob 50 mlynedd.

O'i ystyried o safbwynt tymor hir, gwelir bod plannu clwstwr pefrwydd Sitka a rheoli gyda chylchdro clirio o 50 mlynedd yn cronni ac yn cynnal stoc carbon a gyfartaleddir o ran amser (cymedrig tymor hir) mewn coed o 60 tC ha^{-1} . Dynodir hyn gan y llinell lorweddol â gwahanodau yn Ffigur A6. (Dyma enghraifft o "dirlawnder technegol", yn hytrach na "dirlawnder biolegol", fel y dangosir yn Ffigur A1 yn Adran A1.2.1; gweler hefyd Adran 2.7 y prif gorff.) Mae'r amrywiad cylchol yn y stoc garbon hon yn y clwstwr coed o befrwydd Sitka yn sylweddol. Fodd bynnag, gall amrywiad o'r fath fod yn llawer llai pan ystyrir poblogaethau o glystyrau sy'n ffurfio ardal fawr o goetir. Yn y sefyllfa hon, bydd y brigau a'r cafnau mewn stociau carbon coetir yn cael eu gwastadu dros boblogaeth y clystyrau, a bydd stociau carbon yr hectar ar gyfer y coetir cyflawn yn agosach at y cymedr tymor hir, unwaith y bydd yr holl glystyrau wedi'u sefydlu. Dangosir ac eglurir y pwynt hwn yn fanwl yn Adran A1.5.



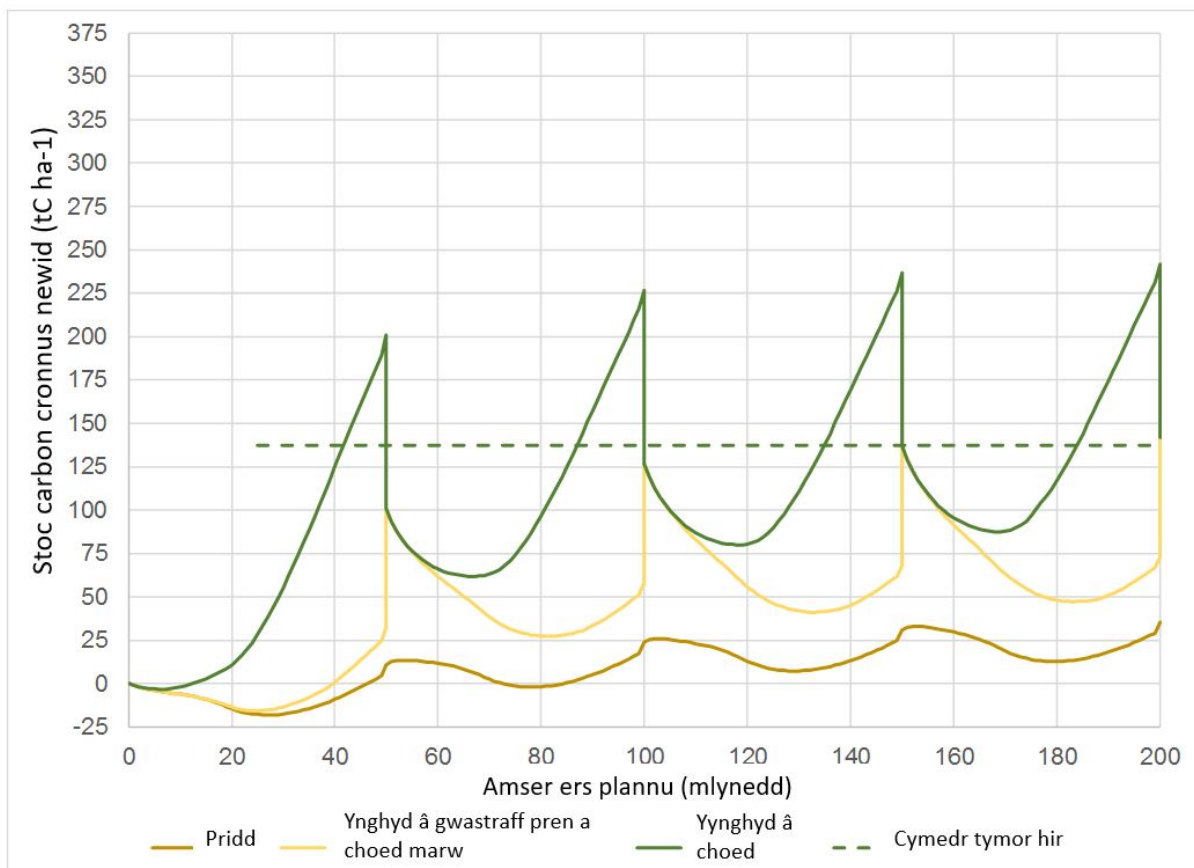
Ffigur A6 Datblygiad stociau carbon coed mewn clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd heb deneuo.

A1.4.2 Cyfanswm stociau carbon coetir

Mae Ffigur A7 yn dangos yr effeithiau cyfun ar stociau carbon mewn coed byw, mewn coed marw a deiliach ac mewn pridd. Mae'r ffigur yn dangos yr effeithiau net ar stociau carbon o adeg creu coetir, wedi'i gyfrifo fel yr eglurir yn Adran A1.2.2.

Mae patrwm cronni a cholli stociau carbon mewn coed byw eisoes wedi'i drafod yn Adran A1.4.1 uchod. Mae Ffigur A7 hefyd yn dangos sut mae cynaeafu coed yn arwain at groniad sylweddol o stociau carbon mewn coed marw a deiliach (gweddillion cynaeafu), a ddilynnir gan bydredd graddol. Yn y senario hwn rhagdybir bod y gweddillion cynaeafu yn cael eu gadael i bydru ar y safle, yn hytrach na chael

eu llosgi, neu eu tynnu o'r safle fel ffynhonnell tanwydd pren (bio-ynni). Colled cychwynnol o garbon o'r pridd, o ganlyniad i aflonyddwch pridd wrth baratoi'r safle a'r amser a gymerir i fewnbyniadau i garbon pridd o goed i ddisodli'r mewnbynnau o'r gorchudd glaswellt blaenorol. Yn y pen draw, mae stociau carbon yn cronni yn y pridd yn y tymor hir wrth i fewnbynnau carbon o goed byw, pren marw a deiliach gynyddu unwaith y bydd y clwstwr coetir wedi'i sefydlu.



Ffigur A7 Datblygu cyfanswm stociau carbon coed mewn clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd heb deneuo. "Yn ogystal â phren marw a deiliach" = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach; "Yn ogystal â choed" = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach + stociau carbon coed (h.y. cyfanswm stociau carbon coetir).

Yn gyffredinol, mae datblygiad stociau carbon yn y coetir yn arddangos brigau a chafnau, wrth i'r clwstwr coetir (ail)dyfu a chael ei glirio bob 50 mlynedd. Fodd bynnag, o edrych arnynt dros amserlen hir, gwelir bod stociau carbon cymedrig yn y coetir yn pendilio o amgylch stoc carbon cymedrig tymor hir. Mae'r stoc carbon gymedrig hon, a gyfrifir ar gyfer cyfnod o 300 mlynedd, wedi'i nodi yn Ffigur A7 gan linell lorweddol â gwahanodau, gan gymryd gwerth o 140 tC ha⁻¹. Mae'r pwynt hwn yn arbennig o berthnasol wrth ystyried casgliad o glystyrau coetir, wedi'u plannu dros gyfres o flynyddoedd, yn hytrach na'r cyfan mewn blwyddyn (gweler Adran A1.5).

Mae'r stociau carbon cymedrig tymor hir yn is na'r rhai ar gyfer stoc carbon orau posibl y clwstwr llydanddail heb ei reoli heb unrhyw gynaeafu (Ffigur A3, Adran

A1.2.2), ond maent yn dal yn sylweddol, o gymharu â'r stociau carbon cyn plannu coed. Dylid cofio hefyd bod y stociau carbon uchel a amcangyfrifir ar gyfer y coetir heb ei reoli yn cynnwys rhagdybiaeth na fydd unrhyw golledion yn digwydd o ganlyniad i ddigwyddiadau aflonyddu naturiol.

A1.4.3 Cyfanswm yr effeithiau carbon ac NTG

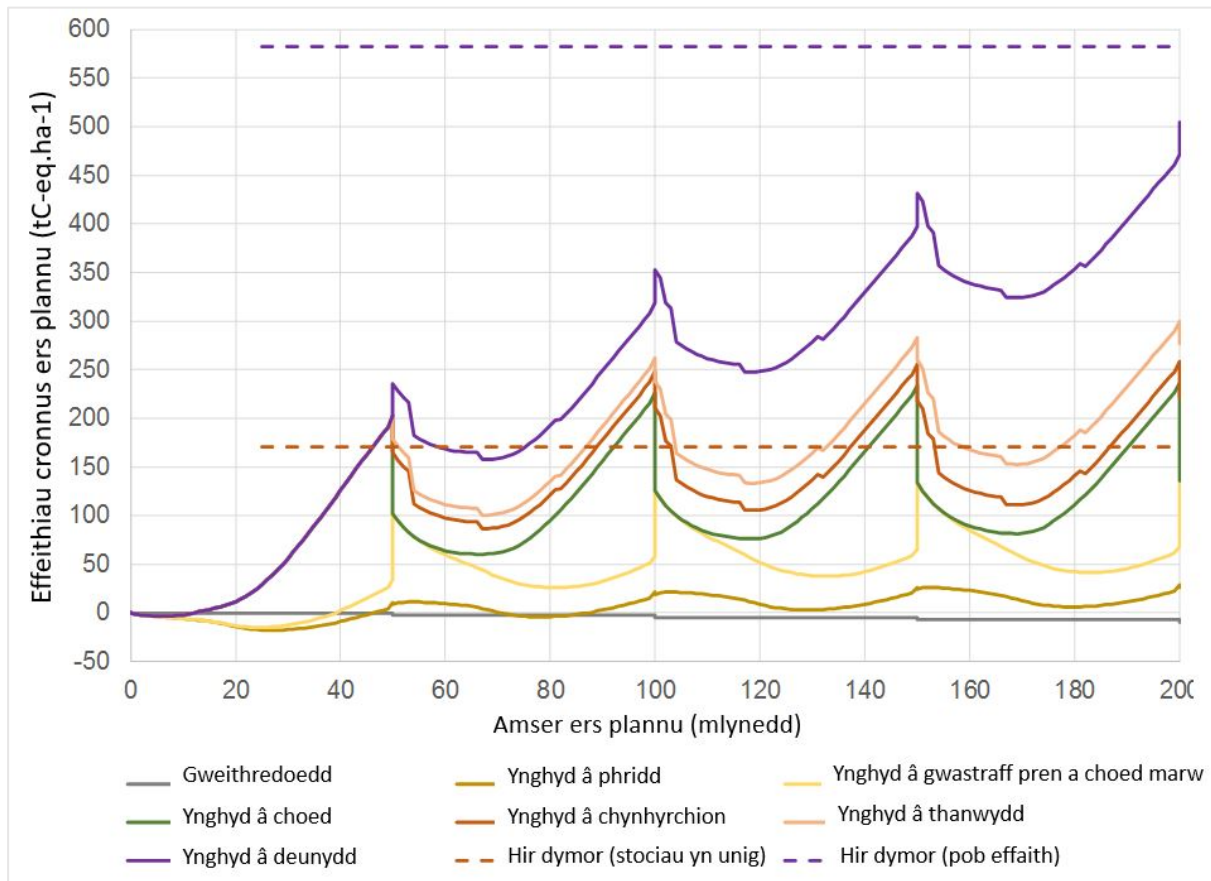
Yn Ffigur A8, ailadroddir y canlyniadau yn Ffigur A7 ond, yn ogystal â datblygu stociau carbon mewn coed, pren marw a deiliach a phridd, mae Ffigur A8 yn dangos:

- Cyfraniadau a wneir gan stociau carbon mewn cynhyrchion pren a weithgynhyrchir o bren a gynaeafwyd o glwstwr pefrwydd Sitka
- Allyriadau NTG (mewn unedau tC-eq. ha⁻¹) o weithrediadau a wneir fel rhan o reoli coetir (e.e. peiriannau a ddefnyddir i gynaeafu coed). Mynegir y cyfraniadau hyn yn gronnol, er cysondeb â'r amcangyfrifon o effeithiau stoc carbon net (h.y. yn hytrach na newidiadau i'r stoc carbon, gweler Adran A1.2.2).
- Cyfraniadau posibl at ostyngiadau mewn allyriadau NTG (mewn unedau tC-eq. ha⁻¹) a wneir trwy ddefnyddio tanwydd pren yn lle tanwydd ffosil a thrwy gynhyrchion pren materol yn lle cynhyrchion nad ydynt yn bren sy'n ddwysach o ran NTG. Mynegir y cyfraniadau hyn yn gronnol hefyd, er cysondeb â'r amcangyfrifon o effeithiau stoc carbon net.

Os ystyrir stociau carbon mewn cynhyrchion pren yn ogystal â stociau carbon yn y coetir, yr effeithiau cymedrig cronnol ar y stoc carbon ar ôl 300 mlynedd o ganlyniad i greu'r coetir a reolir yw 170 tC ha⁻¹, fel y dangosir gan y llinell lorweddol goch dywyll â gwahanodau yn Ffigur A8.

Os ystyrir allyriadau NTG posibl a ddadleolir gan gynhyrchion pren hefyd, yr effeithiau net cronnus cymedrig ar ôl 300 mlynedd yw 580 tC-eq. ha⁻¹, fel y dangosir gan y llinell lorweddol borffor â gwahanodau yn Ffigur A8. Felly, yn y tymor hwy, effeithiau allyriadau NTG o amnewid cynnyrch pren yw'r prif gyfraniad at effeithiau NTG cyffredinol. Gellir nodi hefyd bod y cyfraniad at allyriadau NTG cronnus o weithrediadau a wneir fel rhan o reoli coetir (e.e. o beiriannau cynaeafu) yn fach iawn o'u cymharu.

Er y bydd dal a storio carbon yn y coetir a'r cynhyrchion pren yn dirlewni yn y pen draw, mewn egwyddor gall dadleoli allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch barhau am gyfnod amhenodol. Fodd bynnag, amlygwyd ansicrwydd ynghylch y cyfraniadau hyn yn y tymor hwy yn Adran 2.12 testun y prif gorff.



Ffigur A8 Effeithiau net cronol ar goetiroedd a stociau carbon "oddi ar y safle" ac allyriadau NTG "oddi ar y safle" sy'n deillio o blannu clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd heb deneuo. Mae cyfraniadau o wahanol fffynonellau yn cael eu "pentyrro", e.e. "Yn ogystal â thanwydd" = Gweithrediadau + pridd + pren marw a deiliach + coed + cynhyrchion pren + allyriadau NTG wedi'u dadleoli gan danwydd pren.

A1.4.4 Ffactorau a materion i'w hystyried

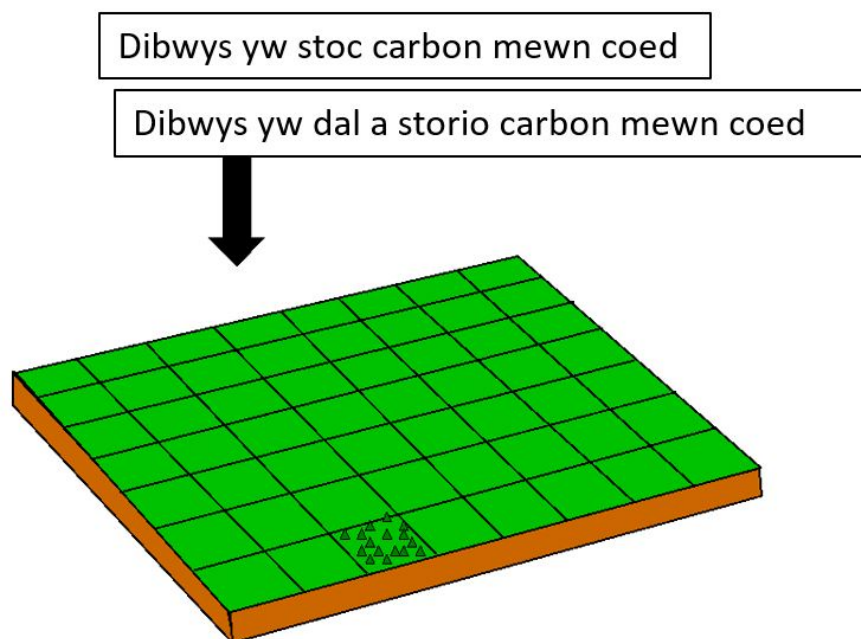
Dylid cofio pwyntiau (4) i (6) yn Adran A1.2.3 yma. Yn ogystal, mae Pwyntiau (2) a (3) yn y drafodaeth honno yn berthnasol i ryw raddau.

A1.5. Poblogaethau clystyrau a reolir

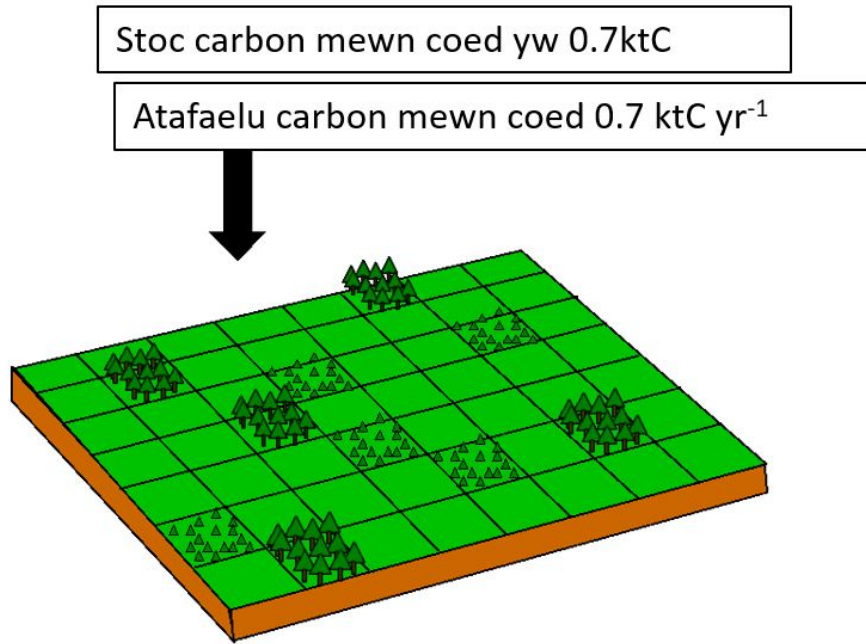
Fel yr amlygwyd yn Adran A1.4, gall cylchoedd mawr mewn stociau carbon ddigwydd mewn clystyrau unigol o goed a reolir ar gyfer cynhyrchiant sy'n cynnwys clirio, gan adlewyrchu twf, cwmpo ac aildyfu clystyrau'n gyfnodol. Fodd bynnag, fel arfer, ni fydd pob un o'r clystyrau mewn poblogaeth sy'n ffurfio coetir neu dirwedd gyfan o'r un oed nac yn cael eu clirio ar yr un pryd. Felly, ar raddfa coetir neu dirwedd gyfan, gellir gwrthbwyso colledion stoc carbon sy'n gysylltiedig â chynaeafu trwy ddal a storio yn y clystyrau sy'n weddill a sy'n dal i dyfu, fel sy'n wir os yw'r ardal goetir berthnasol yn cael ei rheoli ar sail cynnyrch cynaliadwy. (Mae cynnyrch cynaliadwy yn un o'r egwyddorion sylfaenol sy'n sail i reoli coetiroedd yn gynaliadwy.) Mae ffigurau A9-A13 yn dangos sut y gallai coetir gael ei greu ac yna ei gynaeafu yn unol ag egwyddorion cynnyrch cynaliadwy, gan ddangos hefyd y canlyniadau cyffredinol ar

gyfer stociau carbon coetiroedd a dal a storio carbon. Ailadroddir yr enghraifft hon o Adran 3.3 o Matthews et al. (2014a), sy'n seiliedig yn helaeth ar enghreifftiau cynharach a gyflwynwyd gan Piers Maclaren (gweler er enghraifft Maclaren 1996, 2000).

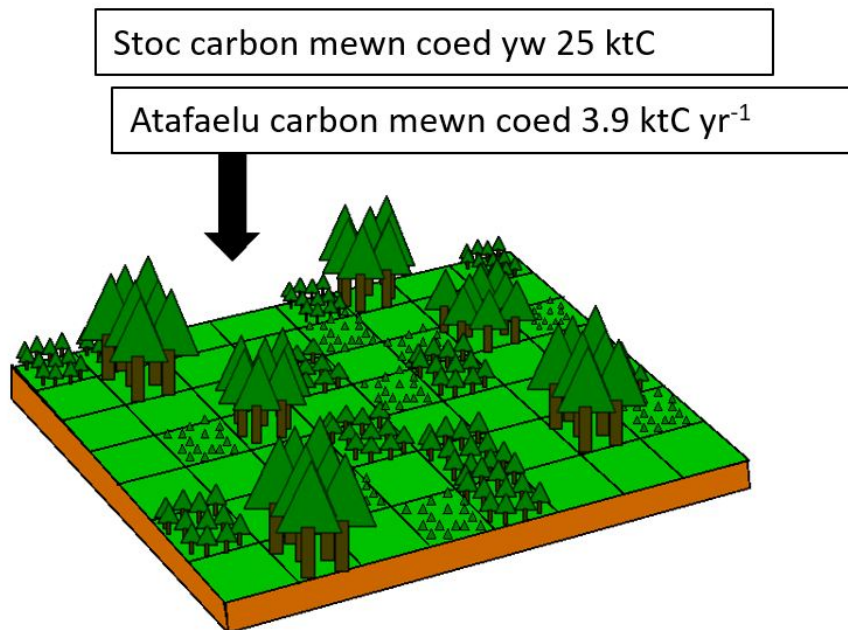
Mae ffigurau A9-A13 yn disgrifio sut y gellid creu coetir 5,600 hectar trwy sefydlu casgliad o glystyrau o oed gwastad ar gyfradd o 100 hectar y flwyddyn dros gyfnod o 56 mlynedd. Rhagdybir bod y clystyrau wedi'u ffurfio o goed pefrwydd Sitka gyda dosbarth cynnyrch (cyfradd twf cyfaint coesynnau posib) o $12 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$. Rhagdybir bod cynaeafu yn cynnwys clirio'r clystyrau ar gylchdro o 56 mlynedd. (Sylwch fod y cylchdro yn yr enghraifft hon ychydig yn hwy na'r un a ragdybir ar gyfer yr enghraifft clwstwr pefrwydd Sitka a ystyrir yn Adran A1.4.)



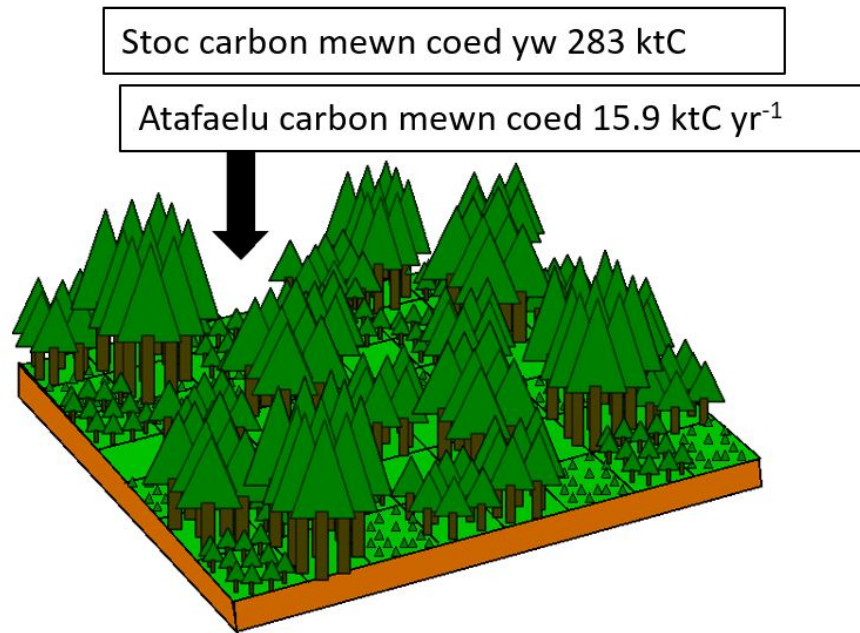
Ffigur A9 Creu coetir 5,600 hectar o glystyrau pefrwydd Sitka o oed gwastad dros gyfnod o 56 mlynedd ac effeithiau canlyniadol ar stociau carbon a dal a storio carbon: y sefyllfa ar ôl 1 flwyddyn. (Ffigur wedi'i ailadrodd o Matthews et al. 2014a a sy'n yn seiliedig ar syniadau Piers Maclaren, gweler Maclaren 1996, 2000.)



Ffigur A10 Creu coetir 5 600 hectar o glystyrau pefrwydd Sitka o oed gwastad dros gyfnod o 56 mlynedd ac effeithiau canlyniadol ar stociau carbon a dal a storio carbon: y sefyllfa ar ôl 10 mynedd. (Ffigur wedi'i ailadrodd o Matthews et al. 2014a a sy'n yn seiliedig ar syniadau Piers Maclaren, gweler Maclaren 1996, 2000.)



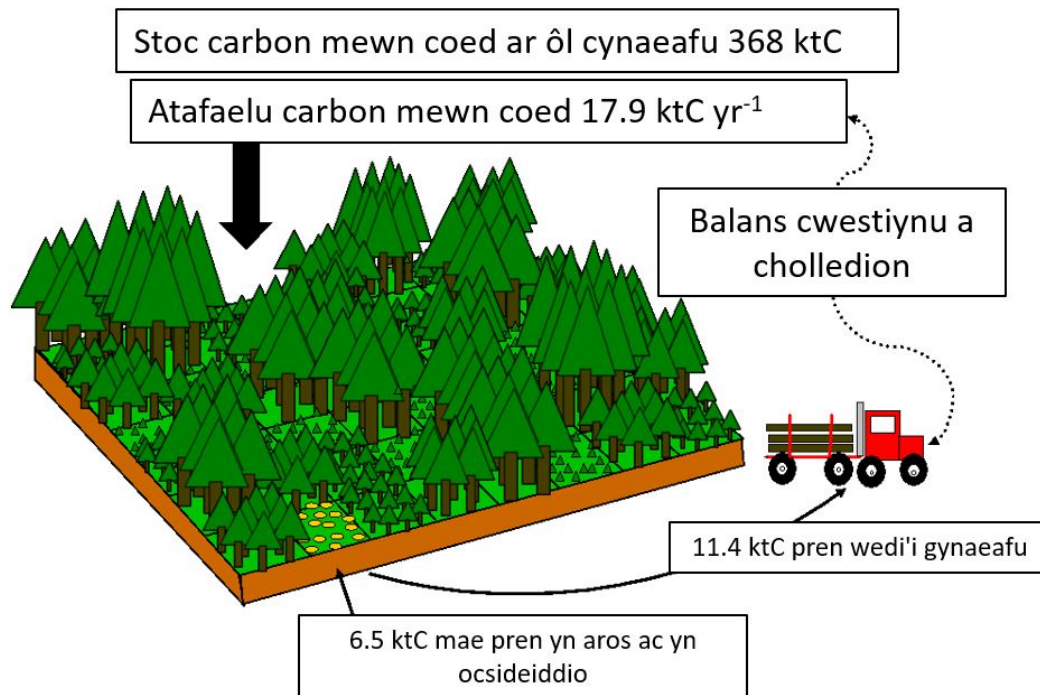
Ffigur A11 Creu coetir 5 600 hectar o glystyrau pefrwydd Sitka o oed gwastad dros gyfnod o 56 mlynedd ac effeithiau canlyniadol ar stociau carbon a dal a storio carbon: y sefyllfa ar ôl 25 mynedd. (Ffigur wedi'i ailadrodd o Matthews et al. 2014a a sy'n yn seiliedig ar syniadau Piers Maclaren, gweler Maclaren 1996, 2000.)



Ffigur A12 Creu coetir 5 600 hectar o glystyrau pefrwydd Sitka o oed gwastad dros gyfnod o 56 mlynedd ac effeithiau canlyniadol ar stociau carbon a dal a storio carbon: y sefyllfa ar ôl 50 mynedd. (Ffigur wedi'i ailadrodd o Matthews et al. 2014a a sy'n yn seiliedig ar syniadau Piers Maclaren, gweler Maclaren 1996, 2000.)

Er mwyn cael symlrwydd, rhagdybir bod y clystyrau'n cael eu rheoli yn unol â chfundrefn nad yw'n cynnwys teneuo cyn clirio (yn debyg i'r clwstwr coetir enghreifftiol a ystyrir yn Adran A1.4). Er bod yr enghraifft hon yn ddamcaniaethol, dylid nodi cyffelybiaeth gref â choetiroedd conwydd y byd go iawn yng Nghymru a'r DU (a'r modd y mae'r coetiroedd hyn wedi'u creu). Er symlrwydd, mae'r canlyniadau a ddyfynnir yn Ffigurau A9-A13 ar gyfer stociau carbon mewn coed yn unig, h.y. ni chymerir unrhyw ystyriaeth o stociau carbon mewn pren marw, deiliach a phridd, nac o'r cyfraniadau o gynhyrchion pren.

Mae Ffigur A9 yn dangos y sefyllfa ar ôl 1 flwyddyn. Dim ond cant hectar o glystyrau pefrwydd Sitka newydd sydd wedi'u sefydlu ac, ar ôl blwyddyn yn unig o dwf, mae lefelau stociau carbon a dal a storio carbon yn ddibwys. Ar ôl 10 mlynedd (Ffigur A10), mae 1,000 hectar o glystyrau pefrwydd Sitka newydd wedi'u sefydlu, yn amrywio rhwng 1 a 10 oed. Mae'r rhain yn dal i fod yn glystyrau cymharol ifanc ac mae'r stociau carbon mewn coed (0.7 mil tunnell, neu 0.7 ktC) a dal a storio carbon (0.2 mil tunnell y flwyddyn, neu 0.2 ktC bl⁻¹) yn gymedrol. Ar ôl 25 mlynedd (Ffigur A11), mae 2,500 hectar o glystyrau pefrwydd Sitka newydd wedi'u sefydlu, yn amrywio rhwng 1 a 25 oed. Mae'r clystyrau hynaf bellach yng nghyfnod llawn egni tyfiant coed (gweler Adran 2.5 y prif gorff). Mae stociau carbon mewn coed wedi cyrraedd 25 ktC ac mae'r gyfradd dal a storio carbon wedi codi i 3.9 ktC bl⁻¹. Ar ôl 50 mlynedd (Ffigur A12), mae 5,000 hectar o glystyrau pefrwydd Sitka newydd wedi'u sefydlu, yn amrywio rhwng 1 a 50 oed. Mae llawer o glystyrau bellach yng nghyfnod llawn egni tyfiant coed, gyda'r un hynaf yn y cyfnod aeddfed. Mae stociau carbon mewn coed wedi cyrraedd 283 ktC ac mae'r gyfradd dal a storio carbon wedi codi i 15.9 ktC bl⁻¹.

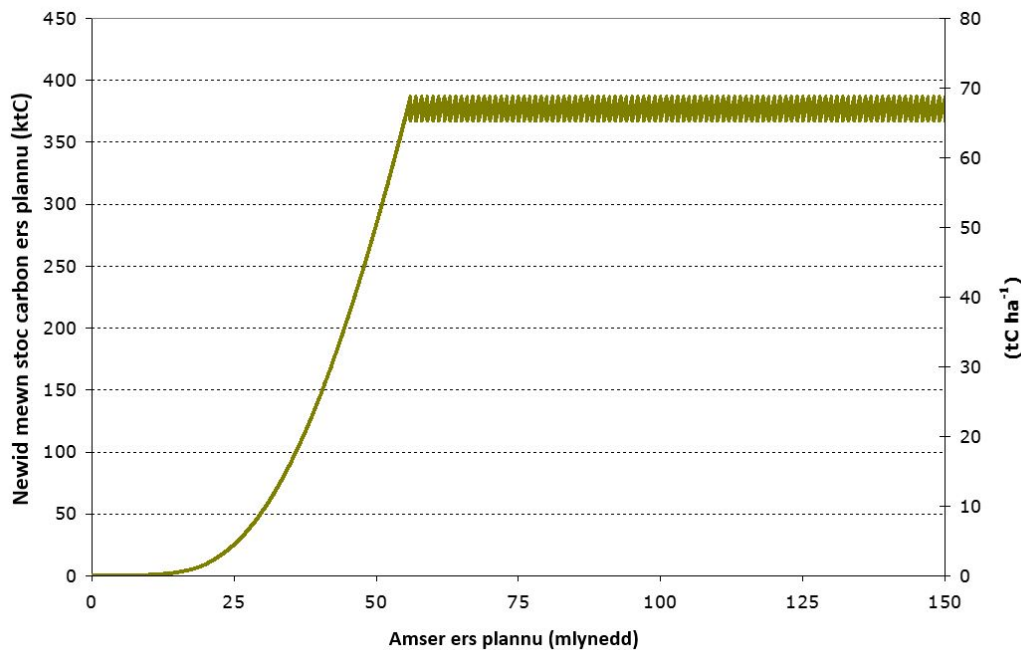


Ffigur A12. Creu coetir 5 600 hectar o glystyrau pefrwydd Sitka o oed gwastad dros gyfnod o 56 mlynedd ac effeithiau canlyniadol ar stociau carbon a dal a storio carbon: y sefyllfa ar ôl 56 mlynedd. (Ffigur wedi'i ailadrodd o Matthews et al. 2014a a sy'n yn seiliedig ar syniadau Piers Maclaren, gweler Maclaren 1996, 2000.)

Mae Ffigur A13 yn dangos y sefyllfa ar ôl 56 mlynedd. Erbyn y cam hwn, mae'r ardal gyflawn o 5 600 hectar wedi'i sefydlu gyda chlystyrau pefrwydd Sitka, yn amrywio rhwng 1 a 56 oed.

Mae datblygiad dros amser y stociau carbon yn y coed sy'n cynnwys y clystyrau a ddisgrifir yn Ffigurau A9-A13 yn cael ei ddangos yn Ffigur A14.

Mae cronni stociau carbon yn dod yn gyflymach dros gyfnod o 40-mlynedd, wrth i fwy o glystyrau gael eu sefydlu ac wrth i glystyrau hŷn fynd i mewn i'r cyfnod twf llawn egni. Yna mae cronni stociau carbon yn cael ei gynnal hyd at flwyddyn 56, ac ar yr adeg honno mae'r clystyrau cyntaf i gael eu sefydlu (ac felly'r clystyrau hynaf) yn cael eu clirio. Ar yr adeg hon mae gostyngiad cymedrol mewn stociau carbon o'i gymharu â'r lefel gyffredinol yn y coetir, sy'n cael ei adfer o fewn blwyddyn gan dwf parhaus y clystyrau coetir sy'n weddill. Ym mlwyddyn 57 mae carfan arall o glystyrau'n cael ei chlririo ond mae twf y clystyrau coetir sy'n weddill yn parhau i wrthbwysu colledion stociau carbon o fewn un flwyddyn. Cyhyd â bod clystyrau coetir yn cael eu hailsefydlu cyn gynted ag y cânt eu clirio, *ni chaiff stociau carbon cyffredinol yn y coetir eu lleihau, ond nid ydynt yn cynyddu ychwaith*, yn hytrach cynhelir stoc garbon gyson dros amser.



Ffigur A14. Datblygiad stociau carbon dros amser mewn coed sy'n ffurfio clystyrau'r coetir 5 600 hectar a grëwyd o glystyrau pefrwydd Sitka o oed gwastad dros 56 mlynedd, fel y dangosir yn Ffigurau A5-A9. Mae'r echelin chwith 'y' yn dangos y newid yng nghyfanswm y stociau carbon ar gyfer yr ardal 5 600 ha, mae'r echelin dde 'y' yn dangos y newid mewn stociau carbon ar gyfer yr ardal a fynegir mewn tC ha⁻¹.

Mae'n ddiddorol cymharu'r canlyniad ar gyfer stoc carbon yr hectar yn y tymor hir mewn coed, sy'n deillio o greu'r coetir 5 600 ha fel yr ystyriwyd uchod, gyda'r stoc carbon coed cymedrig a amcangyfrifir ar gyfer y clwstwr pefrwydd Sitka unigol yn Ffigur A6 (Adran A1.4.1). Mae stociau carbon yr hectar ar gyfer poblogaeth y clystyrau wedi'u nodi gan yr echelin-y ar y dde yn Ffigur A14. Mae'r stoc carbon coed cymedrig hirdymor yn Ffigur A6 (60 tC ha⁻¹) a'r stoc ar gyfer poblogaeth y clystyrau yn Ffigur A14 (65 tC ha⁻¹) yn debyg iawn. Mae'r gwahaniaeth rhwng y ddau amcangyfrif yn adlewyrchu'r cylchdroadau ychydig yn hwy a ragdybir ar gyfer poblogaeth y clystyrau, o'i gymharu â'r clwstwr unigol enghreifftiol (56 mlynedd a 50 mlynedd, yn y drefn honno). Dyma enghraifft o sut mae cylchdroadau a gymhwysir i glystyrau unigol yn effeithio ar stociau carbon mewn coetiroedd, pwynt a drafodir ymhellach yn Adran A1.7 isod. Mae'r canlyniadau yn Ffigurau A6 ac A14 hefyd yn dangos sut y gellir dehongli amcangyfrifon o stociau carbon (a newidiadau stoc) ar gyfer clwstwr unigol o goed i asesu canlyniadau ar gyfer coetiroedd cyfan sy'n cynnwys llawer o glystyrau o goed.

A1.5.1 Ffactorau a materion i'w hystyried

Wrth gwrs, bydd greu coetir 5 600 ha fel y disgrifir yn yr enghraifft flaenorol hefyd yn cael effeithiau ar stociau carbon pren marw, deiliach a phridd. Ni roddir canlyniadau ar gyfer cyfanswm stociau carbon y coetir enghreifftiol 5 600 ha yma, ond mae canlyniadau ar gyfer un clwstwr o goed, yn seiliedig ar senario tebyg, wedi'u cyflwyno a'u trafod yn Adran A1.4.2. Cynhwyswyd canlyniadau perthnasol ar raddfa poblogaeth yn adroddiad Matthews et al. (2014a, Adran 3.3) ond dylid nodi bod y rhain yn seiliedig ar ganlyniadau fersiwn hŷn o'r model CARBINE, gan roi

canlyniadau gwahanol ar gyfer pren marw, deiliach a phridd o'u cymharu â'r fersiwn gyfredol. Gwnaed gwelliannau sylweddol i gynrychiolaeth y ddynmeg stoc carbon hon yn y fersiwn gyfredol o CARBINE (Matthews et al. 2020a).

Mae'n dal yn wir y bydd rheoli coetir sydd newydd ei greu ar gyfer cynhyrchu pren a bio-màs trwy gynaeafu yn arwain at stociau carbon is a lefelau is o ddal a storio carbon, o'i gymharu â'r opsiwn o sefydlu'r coed ond nid eu cynaeafu, h.y. gadael y coed heb eu haflonyddu er mwyn cronni carbon ar y safle, fel y dangosir yn Adran A1.2.

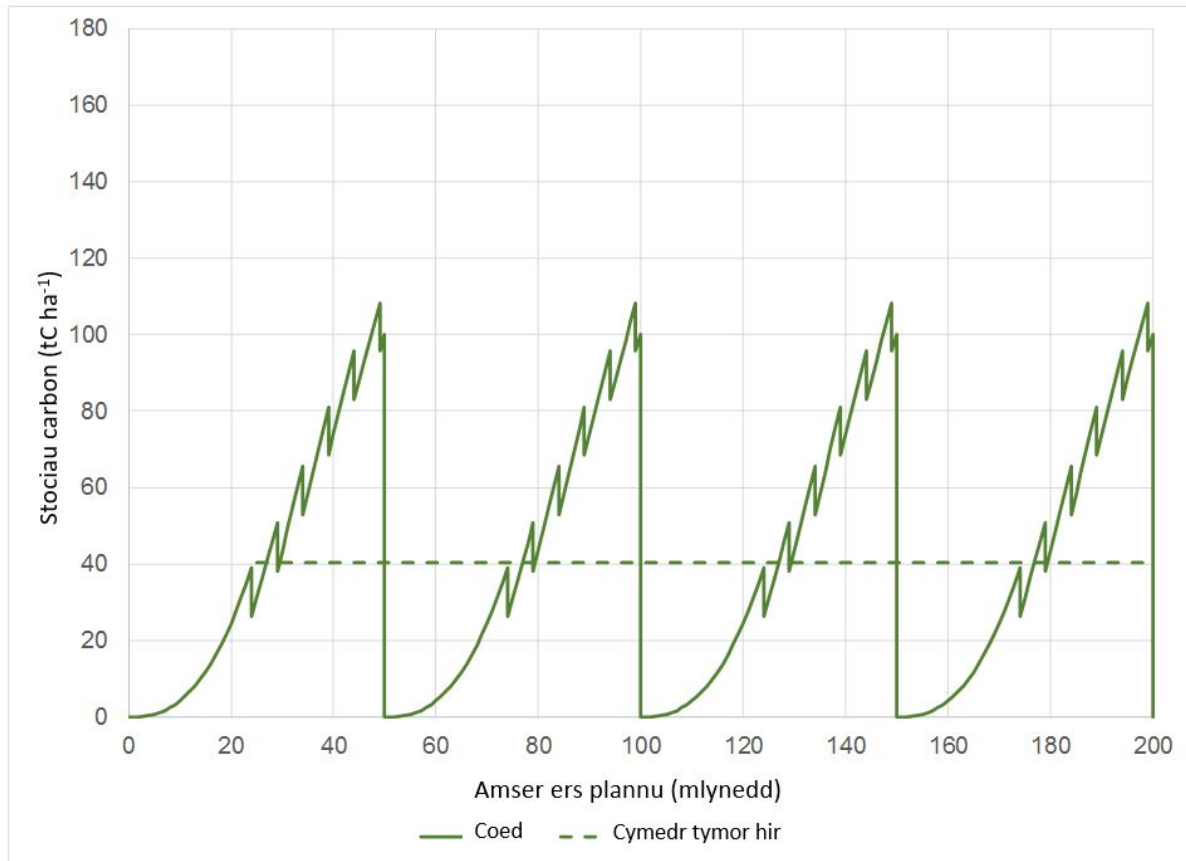
Mae'r drafodaeth a gyflwynir yn yr adran hon wedi'i seilio i raddau helaeth ar yr enghraifft o goetir a ffurfiwyd o glystyrau pefrwydd Sitka, pob un â'r un gyfradd twf a chydag ardaloedd cyfartal o glystyrau ym mhob dosbarth oedran hyd at y cylchdro arfaethedig o 56 mlynedd. Mae hwn yn achos cwbl ddamcaniaethol, oherwydd anaml y mae gan goetiroedd yn y byd go iawn strwythurau mor berffaith unffurf. Er enghraifft, mae dosbarthiad anwastad ardaloedd clystyrau yn ôl dosbarth oedran fel arfer yn arwain at frigau a chafnau yng nghyfraddau twf coetir ac mewn cyfraddau cynaeafu a, mewn ymateb, bydd y stoc carbon yn y clystyrau o goed sy'n ffurfio coetir yn amrywio o gwmpas lefel gymedrig, yn hytrach na dilyn y lefel gymedrig yn union fel y dangosir yn Ffigur A14. Er gwaethaf y symleiddio sy'n gynhenid yn yr enghraifft ddamcaniaethol a gyflwynir yma, mae'n cynrychioli'r nodweddion cyffredinol hanfodol a welir wrth ddatblygu stociau carbon mewn poblogaethau o glystyrau coetir, yn arbennig y cydadwaith rhwng twf a dal a storio ar y naill law, a chynaeafu a thynnu carbon ar gyfer cynhyrchu pren ar y llaw arall.

A1.6. Dylanwad teneuo

Mae ffigurau A15 i A17 yn dangos enghraifft o effeithiau ar stociau carbon seiliedig ar dir, ac ar stociau carbon "oddi ar y safle" ac allyriadau NTG, o sefydlu coetir conwydd newydd (yn fwyaf tebygol trwy blannu coed) a rheoli'r coetir newydd ar gyfer cynhyrchu pren. Mae'r math o goetir a'r rheolaeth yr un fath ag ar gyfer yr enghraifft a ddisgrifir yn Adran A1.4, ac eithrio'r ffaith bod y coetir yn cael ei reoli trwy gynaeafu coed yn rheolaidd â gweithrediadau teneuo yn ystod cylch bywyd y clwstwr, yn ogystal â chael ei glirio ar gylchdro o 50 mlynedd. Mae hyn yn wahanol i'r enghraifft yn Adran A1.4, lle rhagdybiwyd nad oedd y coetir wedi cael ei deneuo.

A1.6.1 Stociau carbon coed

Mae Ffigur A15 yn dangos cronïad a cholled stociau carbon yn y coed byw sy'n ffurfio'r coetir dros sawl cylchdro. Mae patrwm cyffredinol datblygiad stociau carbon coed yn debyg i'r hyn a ddisgrifir ar gyfer y coetir heb ei deneuo (Ffigur A6, Adran A1.4.1), ond â cholledion tymor byr ychwanegol a chynnydd mewn stociau carbon coed, wrth i goed gael eu tynnu (eu cynaeafu) ac wrth i ddeunydd teneuo a'r coed sy'n weddill barhau i dyfu.



Ffigur A15 Datblygiad stociau carbon coed mewn clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd â thenueo yn ystod y cylchdro.

Derbynnir yn dda, pan fydd rhai o'r coed sy'n ffurfio clwstwr coetir yn cael eu tynnu fel deunydd teneuo, gall y coed sy'n cael eu gadael ar ôl ymateb i'r gofod ehangach sydd o'u cwmpas a gall eu tyfiant gyflymu. O ganlyniad, os dewisir y mathau o goed sy'n cael eu tynnu wrth deneuo yn ofalus, a bod niferoedd y coed sy'n cael eu tynnu yn cael eu cadw o fewn terfynau penodol, gall cyfanswm y cynhyrchiant pren dros gylchdro gan glwstwr o goed fod o leiaf cymaint ag ar gyfer clwstwr lle na thynnwyd unrhyw ddeunydd teneuo yn ystod cylch bywyd y clwstwr (gweler er enghraifft Matthews et al. 2016). Gall cyfanswm y cynhyrchiant pren dros gylchdro fod hyd yn oed ychydig yn uwch mewn clwstwr sydd wedi'i deneuo, os bydd colledion sylweddol o ran cynhyrchiant mewn clwstwr cyfwerth heb ei deneuo, o ganlyniad i farwolaethau coed a achosir gan gystadleuaeth. Fodd bynnag, ymddengys fod y ffaith hon a dderbynnir yn eang yn cael ei chamddehongli weithiau, gan olygu, pan fydd coed yn cael eu tynnu o glwstwr fel deunydd teneuo, y gall y coed sy'n weddill aildyfu ar y fath gyfradd fel y gallant wneud iawn yn llawn am golli stociau carbon (o gymharu â chlwstwr sydd heb ei deneuo), o ganlyniad i'r gweithrediadau teneuo. Felly mae'n bwysig cydnabod nad yw hyn yn wir am yr enghraifft a gyflwynir yn Ffigur A15, o'i chymharu â Ffigur A1 yn Adran A1.2.1. Deellir bod y pwynt hwn yn berthnasol ar gyfer rheoli clystyrau coetir yn fwy cyffredinol, er ei bod yn bosibl y gallai fod rhai eithriadau yn achos clystyrau o goed sy'n tyfu'n gyflym iawn nad ydynt yn cael eu teneuo'n rhy rheolaidd nac yn ddwys.

O'i ystyried o safbwynt hirdymor, gwelir bod plannu clwstwr pefrwydd Sitka a rheoli â theneuo ar gylchdro clirio o 50 mlynedd yn arwain at Gronni a chynnal stoc carbon cymedrig hirdymor mewn coed o 40 tC ha⁻¹, h.y. yn sylweddol llai nag ar gyfer y clwstwr heb ei deneuo cyfatebol (60 tC ha⁻¹, gweler Adran A1.4.1). Serch hynny, mae'r cronriad o stociau carbon yn y coed sy'n tyfu yn y clwstwr sydd wedi'i deneuo yn dal i fod yn sylweddol. Dynodir stoc garbon gymedrig hirdymor y clwstwr sydd wedi'i deneuo gan y llinell lorweddol â gwahanodau yn Ffigur A15.

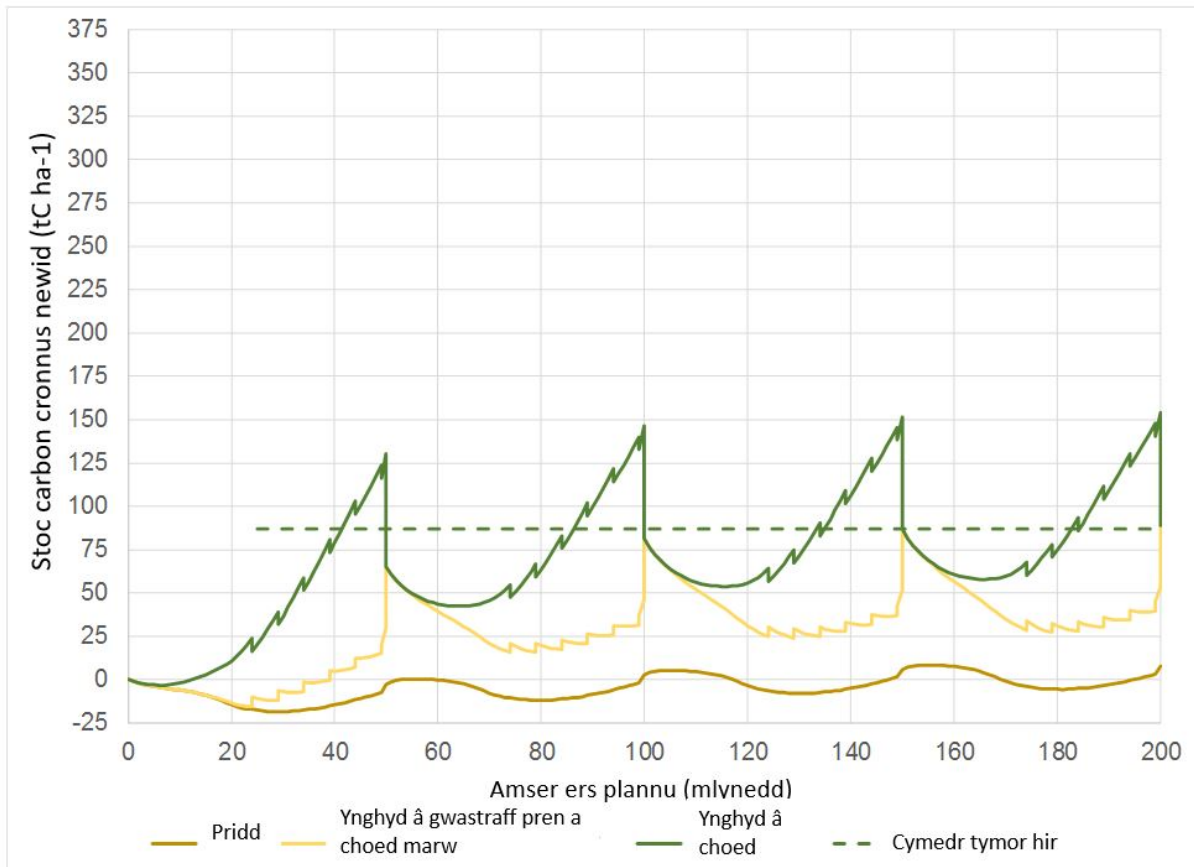
A1.6.2 Cyfanswm stociau carbon coetir

Mae Ffigur A16 yn dangos yr effeithiau cyfun ar stociau carbon mewn coed byw, mewn coed marw a deiliach ac mewn pridd. Mae'r ffigur yn dangos yr effeithiau net ar stociau carbon o adeg creu coetir, wedi'i gyfrifo fel yr eglurir yn Adran A1.2.2.

Mae'r patrwm cronni a cholli stociau carbon dros amser yn debyg yn fras i'r patrwm a ddisgrifir ar gyfer clwstwr heb ei deneuo yn Adran A1.4.2 (Ffigur A7), ac eithrio bod effeithiau ychwanegol ar stociau carbon sy'n gysylltiedig â'r gweithrediadau teneuo yn amlwg.

O'i gymharu â'r clwstwr heb ei deneuo, mae'r stociau carbon ychwanegol sydd wedi'u cronni mewn pren marw, deiliach a phridd yn llai. Yn benodol, i bob pwrpas nid oes unrhyw garbon ychwanegol wedi'i ddal a'i storio mewn pridd. Mae hyn yn adlewyrchu'n bennaf y lefelau is o stoc coed sy'n tyfu ac sy'n cael ei gynnal ar y safle yn y clwstwr sydd wedi'i deneuo, o'i gymharu â'r clwstwr heb ei deneuo (felly mewnbynau is o garbon i'r pridd). Mae'r cronriad pren marw yn y clwstwr sydd heb ei deneuo (sy'n gysylltiedig â marwolaethau a achosir gan gystadleuaeth) hefyd yn fwy arwyddocaol nag ar gyfer y clwstwr sydd wedi'i deneuo.

Mae gwerth cymedrig hirdymor amcangyfrifedig cyfanswm stociau carbon coetir yn y clwstwr sydd wedi'i deneuo ychydig yn llai na 90 tC ha⁻¹, h.y. yn sylweddol llai nag ar gyfer y clwstwr cyfatebol sydd heb ei deneuo (140 tC ha⁻¹, gweler Adran A1.4.2). Serch hynny, mae'r cronriad o gyfanswm stociau carbon coetir yn y clwstwr sydd wedi'i deneuo yn dal i fod yn sylweddol. Dynodir cyfanswm stoc garbon coetir gymedrig hirdymor y clwstwr sydd wedi'i deneuo gan y llinell lorweddol â gwahanodau yn Ffigur A16.



Ffigur A16 Datblygiad cyfanswm stociau carbon coetir mewn clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd â theneuo yn ystod y cylchdro. “Yn ogystal â phren marw a deiliach” = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach; “Yn ogystal â choed” = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach + stociau carbon coed (h.y. cyfanswm stociau carbon coetir).

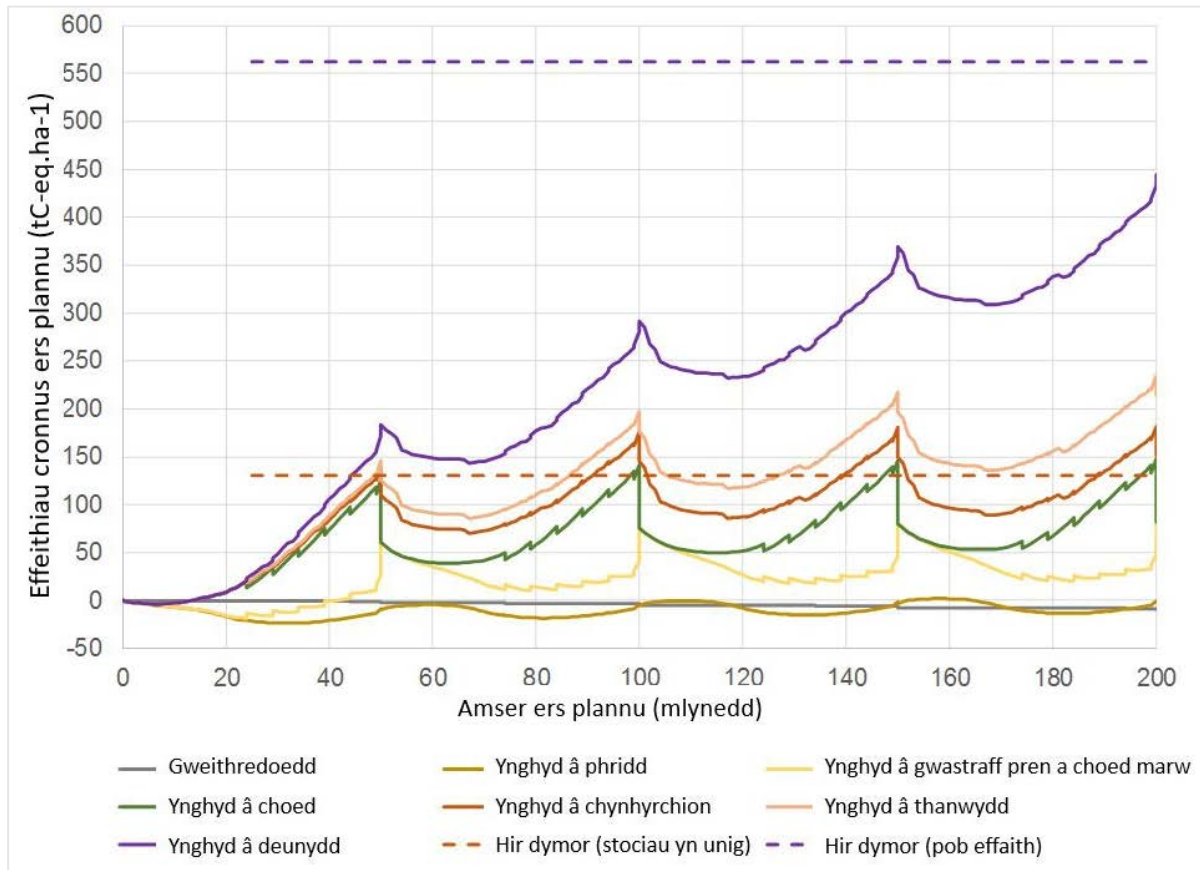
A1.6.3 Cyfanswm yr effeithiau carbon ac NTG

Mae Ffigur A17 yn dangos datblygiad stociau carbon mewn coed, pren marw a deiliach a phridd, a hefyd:

- Datblygiad stociau carbon “oddi ar y safle” mewn cynhyrchion pren, yn ogystal ag:
- Allyriadau NTG cronol o weithrediadau a wneir fel rhan o reoli coetir a
- Cyfraniadau posibl at ostyngiadau mewn allyriadau NTG a wneir trwy ddefnyddio tanwydd pren yn lle tanwydd ffosil a thrwy gynhyrchion pren materol yn lle cynhyrchion nad ydynt yn bren sy'n ddwysach o ran NTG.

Mae'r cyfraniad at effeithiau cronol NTG a wneir gan stociau cynnyrch pren a gostyngiadau mewn allyriadau NTG trwy ddadleoli cynnyrch ychydig yn uwch ar gyfer y clwstwr sydd wedi'i deneuo, o'i gymharu â'r clwstwr cyfatebol heb ei deneuo a ystyrir yn Adran A1.4.3. Mae hyn yn digwydd oherwydd bod y cynhyrchiant pren o'r clwstwr sydd wedi'i deneuo ychydig yn uwch nag ar gyfer y clwstwr heb ei deneuo. Yn y clwstwr sydd heb ei deneuo, collir rhywfaint o gynhyrchiant coed posibl o ganlyniad i farwolaethau coed a achosir gan gystadleuaeth. Yn ogystal, mae cynhyrchiant boncyffion llifio dros gylchdro ychydig yn uwch ar gyfer y clwstwr sydd

wedi'i deneuo, o'i gymharu â'r clwstwr heb ei deneuo, oherwydd mae'r gweithrediadau teneuo yn darparu lle i'r coed sy'n weddill dyfu a chynyddu o ran diamedr. Mae'r cynhyrchiant mwy o foncyffion llifio yn ei dro yn galluogi gweithgynhyrchu cynhyrchion pren ychydig yn fwy hirhoedlog, o'u cymharu â'r cynhyrchiant pren gan y clystyrau heb eu teneuo.



Ffigur A17 Effeithiau net cronol ar goetiroedd a stociau carbon “oddi ar y safle” ac allyriadau NTG “oddi ar y safle” sy'n deillio o blannu clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd â theneuo yn ystod y cylchdro. Mae cyfraniadau o wahanol ffynonellau yn cael eu “penthyrru”, e.e. “Yn ogystal â thanwydd” = Gweithrediadau + pridd + pren marw a deiliach + coed + cynhyrchion pren + allyriadau NTG wedi'u dadleoli gan danwydd pren.

Er bod y cyfraniadau at gyfanswm effeithiau NTG o stociau carbon cynnyrch pren ac effeithiau dadleoli cynnyrch yn fwy ar gyfer y clwstwr sydd wedi'i deneuo, mae'r effeithiau cyffredinol yn llai, oherwydd bod stociau carbon yn y coetir sydd wedi'i deneuo yn is na'r rhai yn y coetir heb ei deneuo. Os ystyrir stociau carbon mewn cynhyrchion pren yn ogystal â stociau carbon yn y coetir, yr effeithiau cymedrig cronol ar y stoc carbon ar ôl 300 mlynedd o ganlyniad i greu'r coetir enghreifftiol sydd wedi'i deneuo a ystyrir yma yw 125 tC ha⁻¹, fel y dangosir gan y llinell lorweddol goch dywyll â gwahanodau yn Ffigur A17. Os ystyrir allyriadau NTG posibl a ddadleolir gan gynhyrchion pren hefyd, yr effeithiau net cronol cymedrig ar ôl 300 mlynedd yw 560 tC-eq. ha⁻¹, fel y dangosir gan y llinell lorweddol borffor â gwahanodau yn Ffigur A17. Gellir cymharu'r canlyniadau hyn â'r rhai ar gyfer y

clwstwr cyfatebol sydd heb ei deneuo (Adran A1.4.3) o 170 tC ha⁻¹ a 580 tC ha⁻¹, yn y drefn honno.

Fel y gwelwyd yn achos y coetir heb sydd heb ei deneuo ac a reolir, yn y tymor hwy, effeithiau allyriadau NTG o amnewid cynnyrch pren yw'r prif gyfraniad at effeithiau NTG cyffredinol. Gellir nodi hefyd bod y cyfraniad at allyriadau NTG cronus o weithrediadau a wneir fel rhan o reoli coetir (e.e. o beiriannau cynaeafu) yn fach iawn o'u cymharu. Er y bydd dal a storio carbon yn y coetir a'r cynhyrchion pren yn dirlewni yn y pen draw, mewn egwyddor gall dadleoli allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch barhau am gyfnod amhenodol. Fodd bynnag, amlygwyd ansicrwydd ynghylch y cyfraniadau hyn yn y tymor hwy yn Adran 2.12 y prif gorff.

A1.6.4 Ffactorau a materion i'w hystyried

Dylid cofio pwyntiau (4) i (6) yn Adran A1.2.3 yma. Yn ogystal, mae Pwyntiau (2) a (3) yn y drafodaeth honno yn berthnasol i ryw raddau.

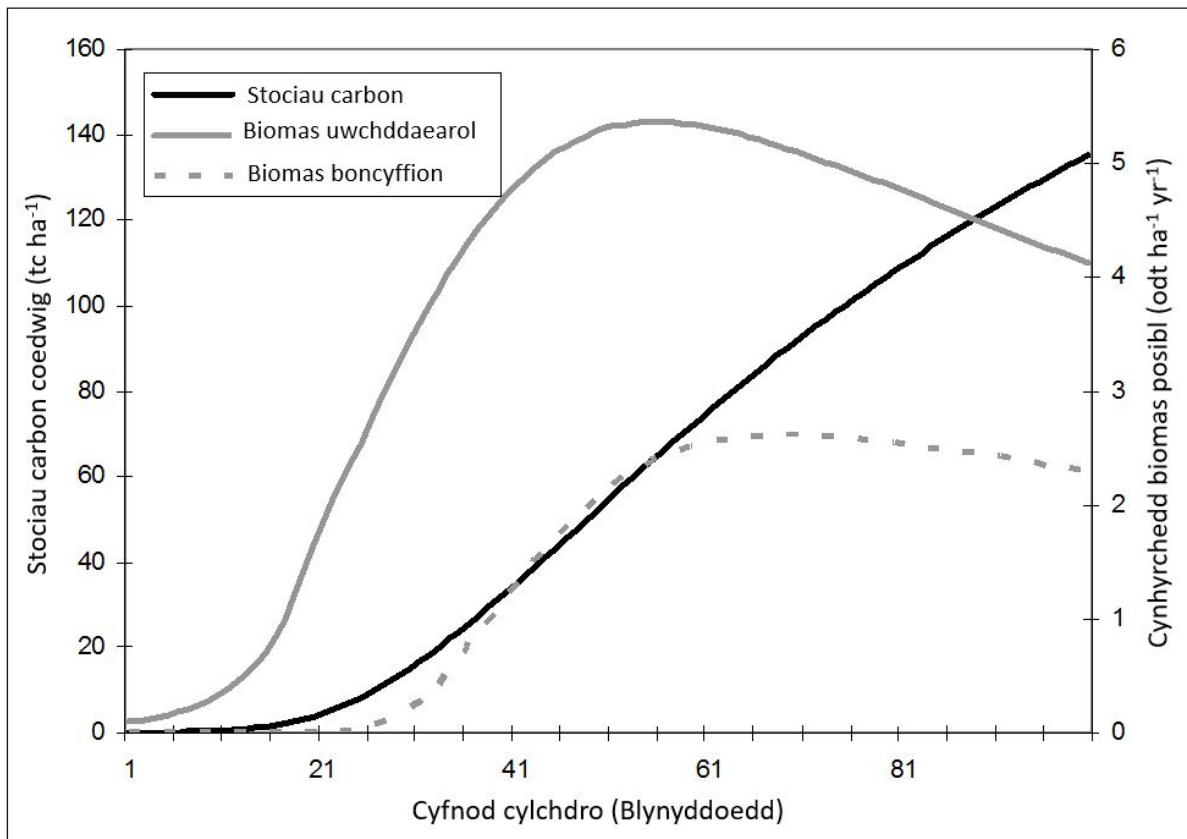
Dangoswyd uchod, ar gyfer y clwstwr pefrwydd Sitka enghreifftiol, bod gadael y clwstwr heb ei deneuo yn arwain at ddal a storio mwy o garbon, a mwy o effeithiau NTG (gostyngiadau allyriadau NTG net), o'i gymharu â'r achos lle mae'r clwstwr yn cael ei deneuo. Mae cymharu'r canlyniadau hyn â'r rhai ar gyfer y coetir llydanddail enghreifftiol heb ei reoli (Adran A1.2) yn dangos bod y crynhoad mwyaf o stociau carbon (dal a storio carbon) yn ffisegol mewn coetir yn cael ei sicrhau ar gyfer y coetir heb ei reoli, wrth gymharu'r achosion penodol hyn. (Fodd bynnag, nodwch fod opsiwn pellach yn cael ei ystyried yn Adran A1.8 ac mae trafodaeth bellach berthnasol i'w gweld yn Adran A1.9.) I'r gwrthwyneb, os ystyrir cyfanswm yr effeithiau (dal a storio carbon mewn coetir a chynhyrchion coed, a gostyngiadau mewn allyriadau NTG o effeithiau dadleoli cynnyrch), ceir yr effeithiau mwyaf ar gyfer yr enghreifftiau o goetiroedd conwydd a reolir.

Yn y cyd-destun hwn, mae'n bwysig iawn cydnabod bod penderfyniadau ynghylch rheoli coetiroedd yn cael eu gwneud â'r nod o sicrhau cydbwysedd rhwng nifer o amcanion. Gall yr amcanion hyn fynd i'r afael ag ystod o nodau economaidd, amwynder, newid yn yr hinsawdd, ecolegol ac amgylcheddol ehangach. Mae'n dilyn bod ystyried yr effeithiau posibl ar ddal a storio carbon ac allyriadau NTG "oddi ar y safle" yn ddau ffactor yn unig allan o lawer y mae angen eu hystyried wrth wneud penderfyniadau ynghylch creu coetiroedd newydd neu reoli coetiroedd. Nid yw'r ffactorau ehangach hyn yn cael eu hystyried wrth wneud cymariaethau fel y rhai a drafodwyd uchod. Fel cyd-destun, mae hyn yn amlygu amhriodoldeb eirioli o blaid neu yn erbyn unrhyw fath penodol o strategaeth ar gyfer rheoli coetir ar sail cyflawni'r lefel orau posibl neu uchaf o ddal a storio carbon neu ddadleoli allyriadau NTG. Gellir nodi ymhellach bod pob un o'r tri senario enghreifftiol ar gyfer creu a rheoli coetiroedd, a gyflwynir yn Adran A1.2 ac A1.4 ac yn yr adran hon, yn arwain at ddal a storio carbon ar lefel sylweddol a/neu ostyngiadau o ran cyfanswm allyriadau NTG, er bod y meintiau'n amrywio. Gellir canfod trafodaeth berthnasol bellach yn Adranau A1.9 ac A1.11.5.

A1.7. Dylanwad cylchdroi

Roedd y drafodaeth yn Adran A1.5 yn dangos rheolaeth ardal sylweddol o goetir pefrwydd Sitka, gan gynnwys cynaeafu cyfnodol ac adfywio clystyrau unigol sy'n

ffurfio'r coetir, ar gylchdro o 56 mlynedd. Mae cynaeafu ac adfywio clystyrau yn barhaus yn golygu cydbwysedd rhwng dal a storio carbon mewn coed ac echdynnu pren sydd wedi'i gynaeafu sy'n cynnal stoc carbon gyson ar draws y coetir cyfan. Mae maint y stoc gyson hon o garbon coed yn dibynnu ar y dewis o gylchdro. Er enghraifft, roedd hyn yn amlwg pan gymharwyd y stoc carbon fesul hectar yn y coetir â'r stoc carbon coed cymedrig hirdymor mewn coetir tebyg, ond fe'i rheolwyd ar gylchdro ychydig yn fyrrach o 50 mlynedd (gweler Adran A1.4.1, Ffigur A6 a'r drafodaeth yn Adran A1.5). Dangosir dibyniaeth fwy cyffredinol stociau carbon coed ar gylchdroi ar gyfer y math penodol hwn o goetir pefrwydd Sitka yn Ffigur A18.



Ffigur A17 Enghraifft o ddylanwad y cyfnod cylchdroi ar stociau carbon coedwig a chynhyrchiant biomass. Ffynhonnell: Matthews et al. (2014b).

Mae'r ffigur hefyd yn dangos y cynhyrchiant biomass (mewn unedau o dunelli poptysych yr hectar y flwyddyn, neu odt ha⁻¹ bl⁻¹), y gellir ei gyflawni yn y coetir, yn dibynnu ar y cyfnod cylchdroi a ddewiswyd. Mae canlyniadau ar gyfer cynhyrchiant bio-màs wedi'u seilio ar gyfanswm y cynhyrchiant bio-màs uwchlaw'r ddaear ac ar gynhyrchiant bio-màs boncyffion a lifiwyd (h.y. bio-màs o bren coesyngau â diamedr cymharol fawr).

Mae'r stoc carbon amcangyfrifedig yn y coetir yn codi'n fonotonig wrth i'r cylchdro a weithredir i glystyrau coetir gynyddu. Mewn cyferbyniad, mae cynhyrchiant bio-màs yn codi ar y dechrau wrth i'r cylchdro gael ei gynyddu ond yn cyrraedd gwerth mwyaf, ac yna'n gostwng ar gyfer cylchdroadau hwy (gweler Matthews et al. 2016). O ran cyfanswm y bio-màs uwchlaw'r ddaear, dylai rheoli clystyrau pefrwydd Sitka sy'n ffurfio'r coetir ar gylchdro o 55 mlynedd gyflawni'r cynhyrchiant mwyaf posibl (5.4 odt

ha⁻¹ bl⁻¹). Cyflawnir y cynhyrchiant mwyaf posibl o fio-màs sy'n addas i'w ddefnyddio fel boncyffion ar gylchdro ychydig yn hwy o 69 mlynedd (2.6 odt ha⁻¹ bl⁻¹). Mae'r cynhyrchiant posibl o gyfanswm uwchlaw'r uwchlaw'r ddaear ar gyfer cylchdro o 69 mlynedd ychydig yn is nag ar gyfer cylchdro o 55 mlynedd (5.1 odt ha⁻¹ bl⁻¹). Y stociau carbon coetir sy'n gysylltiedig â chylchdroadau o 55 a 69 blynedd yw 64 a 90 tC ha⁻¹ yn eu tro.

Mae Ffigur A18 yn dangos sut mae'r dewis o gylchdroadau a weithredir i ardaloedd coetir yn cynnwys cyfaddawdau rhwng sicrhau cynhyrchiant uchel ar gyfer gwahanol fathau o gynnyrch pren a stociau carbon coetir uchel, er enghraifft:

- Mae dewis cylchdroadau i fwyafu cynhyrchiant bio-màs uwchlaw'r ddaear (a allai fod yn ddymunol os rhoddir blaenoriaeth i gynhyrchiant biomas crai) yn golygu llai o botensial ar gyfer cynhyrchiant boncyffion.
- Mae dewis cylchdroadau cymharol hir (e.e. mwy nag 80 mlynedd yn achos Ffigur A18) i gyflawni stociau carbon uchel yn debygol o gynnwys cyfanswm cynhyrchiant biomas a boncyffion posibl sy'n sylweddol is.
- Yn gyffredinol, mae dewis cylchdroadau cymharol fyr (e.e. llai na 45 mlynedd yn achos Ffigur A18), efallai er mwyn sicrhau enillion cyflym neu economaidd-optimaidd o ran refferiw, yn golygu cynhyrchiant cyfanswm biomas a boncyffion posibl sy'n sylweddol is, a stociau carbon coetir cymharol isel hefyd.

Mae pwyntiau o'r fath yn bwysig iawn wrth ystyried addasu cylchdroadau mewn ardaloedd coetir er mwyn cynyddu potensial lliniaru newid yn yr hinsawdd mewn coetiroedd. Er enghraifft, rheolir llawer o ardaloedd coetir ar gylchdroadau cymharol hir er mwyn cyflawni ystod o amcanion economaidd, amgylcheddol a thirweddol. Pe byddai penderfyniad yn cael ei wneud i fyrhau cylchdroadau er mwyn cynyddu cyfanswm cynhyrchiant bio-màs neu foncyffion llifio, byddai hyn yn fwyaf tebygol o arwain at ostyngiad yn lefel gyffredinol y stociau carbon yn yr ardaloedd coetir hyn (ag allyriadau NTG ymhlyg). Ar y llaw arall, mae enghreifftiau hefyd o ardaloedd coetir sy'n cael eu rheoli ar gylchdroadau cymharol fyr, wedi'u hysgogi i raddau helaeth gan ofynion y farchnad. Pe byddai penderfyniad yn cael ei wneud i ymestyn cylchdroadau er mwyn cynyddu cyfanswm cynhyrchiant bio-màs neu foncyffion llifio, byddai hyn yn fwyaf tebygol o arwain at gynnydd yn lefel gyffredinol y stociau carbon yn yr ardaloedd coetir hyn (gan awgrymu dal a storio carbon). Mae'n dilyn y gall camau i 'ddwysáu' rheolaeth ar ardaloedd coetir er mwyn cynyddu'r cyflenwad o bren, trwy addasiadau i gylchdroadau, gael effeithiau gwrthwynebol neu synergyddol ar stociau carbon coetir, ac allyriadau NTG neu ddal a storio carbon sydd ymhlyg.

A1.8. Dylanwad y gyfradd dwf

Mae ffigurau A19 i A21 yn dangos enghraifft o effeithiau ar stociau carbon seiliedig ar dir, ac ar stociau carbon "oddi ar y safle" ac allyriadau NTG, o sefydlu coetir conwydd newydd sy'n tyfu'n gyflym (yn fwyaf tebygol trwy blannu coed) a rheoli'r coetir newydd ar gyfer cynhyrchu pren. Mae'r math o goetir a'r rheolaeth yr un fath ag ar gyfer yr enghraifft a ddisgrifir yn Adran A1.6, ond â dau eithriad:

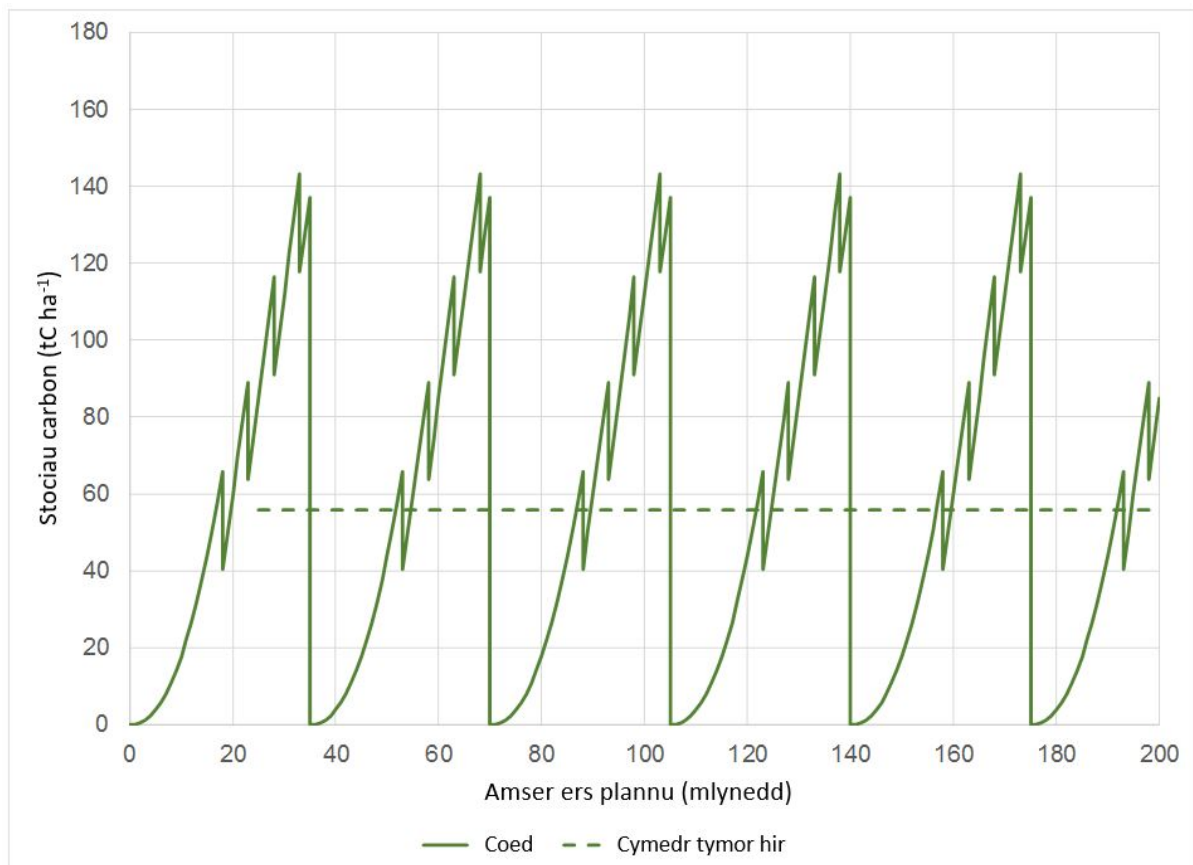
- Yn gyntaf, rhagdybir bod cyfradd twf coetir pefrwydd Sitka yn llawer uwch, â dosbarth cynnyrch o 24 m³ ha⁻¹ bl⁻¹, h.y. dwbl y gyfradd twf a ragdybir yn yr enghreifftiau o goetiroedd pefrwydd Sitka yn Adrannau A1.4 a A1.6

- Yn ail, rhagdybir bod coetir pefrwydd Sitka yn cael ei reoli ar gylchdro clirio byrrach o 35 mlynedd (o'i gymharu â 50 mlynedd a ragdybir ar gyfer y coetiroedd pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n arafach a ystyrir yn Adrannau A1.4 ac A1.6).

Yn gyffredinol, mae cylchdroadau sy'n cael eu cymhwyso i gystyrau o goed yn fyrrach mewn clystyrau sy'n tyfu'n gyflymach. Y rheswm am hyn yw bod y cynhyrchiant cyfaint coesynnau gorau posibl yn cael ei gyrraedd yn nodweddiadol ar oedrannau clystyrau iau mewn clystyrau o goed sy'n tyfu'n gyflymach (dosbarth cynnyrch uwch) (gweler Matthews et al. 2016). Mae ystyriaethau economaidd hefyd yn tueddu i fyrhau cylchdroadau mewn clystyrau o goed sy'n tyfu'n gyflymach, â'r nod o gael elw cyflymach ar fuddsoddiad.

A1.8.1 Stociau carbon coed

Mae Ffigur A19 yn dangos cronïad a cholled stociau carbon yn y coed byw sy'n ffurfio'r coetir dros sawl cylchdro.



Ffigur A19 Datblygiad stociau carbon coed mewn clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cyflym yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 35 mlynedd â theneuo yn ystod y cylchdro.

Mae patrwm cyffredinol datblygiad stociau carbon coed yn debyg i'r patrwm a ddisgrifir ar gyfer coetir pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n arafach (Ffigur A15, Adran A1.6.1), ac eithrio:

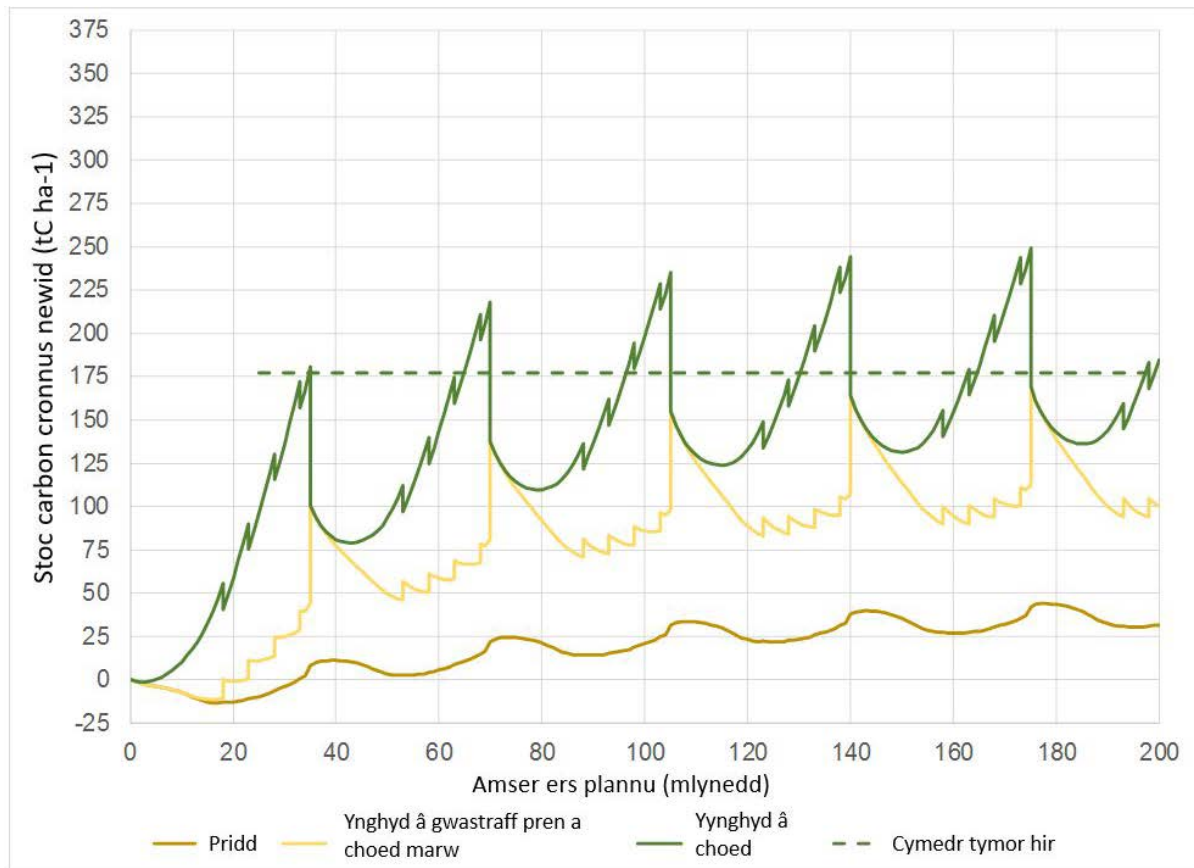
- Mae'r broses o Gronni stociau carbon yn gyflymach (gan adlewyrchu'r gyfradd twf gyflymach)
- Mae'r cylchoedd rhwng cronni stociau carbon a cholledion ar adeg eu clirio'n fyrrach (gan adlewyrchu'r cylchdro byrrach).

O'i ystyried o safbwynt tymor hir, gwelir bod plannu clwstwr pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflym a rheoli gyda chlirio a theneuo ar gylchdro o 35 mlynedd yn dal a storio ac yn cynnal stoc carbon cymedrig tymor hir mewn coed o 55 tC ha^{-1} . Mae hyn dim ond 15 tC ha^{-1} yn uwch na'r amcangyfrif ar gyfer coetir pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n arafach, er bod cyfradd twf y clwstwr sy'n tyfu'n gyflymach ddwywaith yn uwch na'r clwstwr sy'n tyfu'n arafach. Mae'n dilyn nad yw clystyrau coed sy'n tyfu'n gyflymach yn dal a storio cryn dipyn yn fwy o garbon yn awtomatig na chlystyrau sy'n tyfu'n arafach, oherwydd y bydd stociau carbon yn y clystyrau o goed yn dibynnu ar nifer o ffactorau, yn benodol manylion ynghylch rheoli clystyrau. Er y gallai hyn fod yn wir am ddal a storio carbon mewn coed, mae angen hefyd ystyried effeithiau ar gyfanswm stociau carbon coetir (gan gynnwys effeithiau carbon "oddi ar y safle" mewn cynhyrchion pren) ac effeithiau "oddi ar y safle" ar allyriadau NTG sy'n deillio o gynnyrch amnewid, fel y trafodir isod.

A1.8.2 Cyfanswm stociau carbon coetir

Mae Ffigur A20 yn dangos yr effeithiau cyfun ar stociau carbon mewn coed byw, mewn coed marw a deiliach ac mewn pridd. Mae'r ffigur yn dangos yr effeithiau net ar stociau carbon o adeg creu coetir, wedi'i gyfrifo fel yr eglurir yn Adran A1.2.2.

Mae patrwm cronni a cholli stociau carbon dros amser yn debyg yn fras i'r patrwm a ddisgrifir ar gyfer y clwstwr pef rwydd Sitka sy'n tyfu'n arafach yn Adran A1.6.2 (Ffigur A16), heblaw bod y meintiau a'r cyfnodau cylchdroi yn wahanol.



Ffigur A20 Datblygiad cyfanswm stociau carbon coetir mewn clwstwr o befrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflym ac sy'n cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 35 mlynedd â theneuo yn ystod y cylchdro. "Yn ogystal â phren marw a deiliach" = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach; "Yn ogystal â choed" = stociau carbon pridd + stociau pren marw a charbon deiliach + stociau carbon coed (h.y. cyfanswm stociau carbon coetir).

Mae'r stociau carbon sydd wedi'u cronni mewn pren marw a deiliach yn sylweddol fwy nag yn achos clwstwr sy'n tyfu'n arafach, er bod rhaid atodi rhywfaint o ansicrwydd i'r amcangyfrif hwn (gweler Adran A1.8.4). Mae cronniad sylweddol hefyd o stociau carbon pridd o dan y clwstwr pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflym, mewn cyferbyniad â'r clwstwr sy'n tyfu'n arafach. Mae'r canlyniad hwn yn adlewyrchu'r mewnbynnau mwy o garbon i'r pridd o'r coed sy'n tyfu'n gyflymach a hefyd o bren marw a deiliach sy'n pydru. Mae'r nodyn o rybudd ynghylch y stociau carbon a amcangyfrifir ar gyfer pren marw a deiliach hefyd yn berthnasol yma. Mae canlyniad y cyfraniadau gwahanol o bren marw, deiliach a phridd yn werth cymedrig hirdymor llawer uwch o gyfanswm stociau carbon coetir yn y clwstwr sy'n tyfu'n gyflymach, ar 180 tC ha⁻¹ (llinell â gwahanodau yn Ffigur A20), o'i gymharu â 90 tC ha⁻¹ ar gyfer y clwstwr sy'n tyfu'n arafach (gweler Adran A1.8.4).

A1.8.3 Cyfanswm yr effeithiau carbon ac NTG

Mae Ffigur A17 yn dangos datblygiad stociau carbon mewn coed, pren marw a deiliach a phridd, a hefyd:

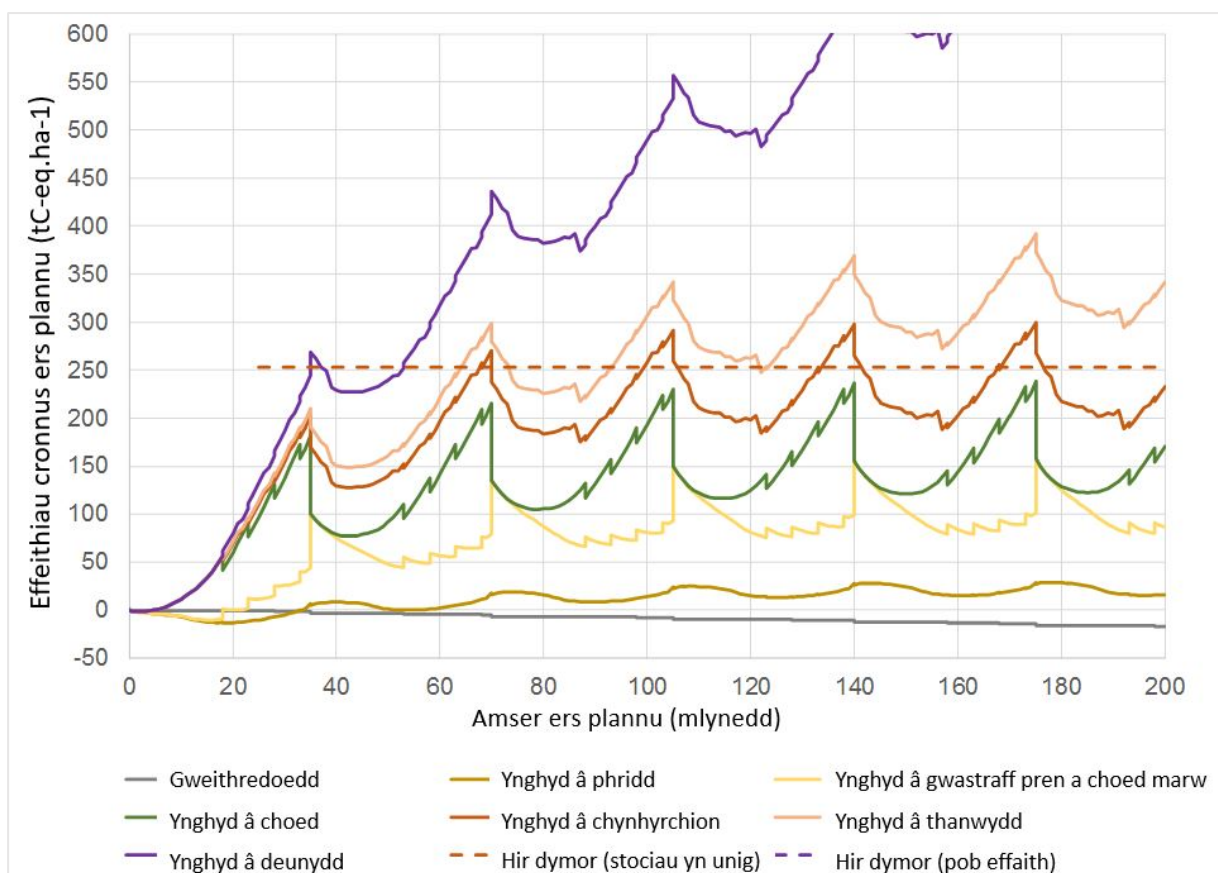
- Datblygiad stociau carbon "oddi ar y safle" mewn cynhyrchion pren, yn ogystal ag:

- Allyriadau NTG cronol o weithrediadau a wneir fel rhan o reoli coetir a
- Cyfraniadau posibl at ostyngiadau mewn allyriadau NTG a wneir trwy ddefnyddio tanwydd pren yn lle tanwydd ffosil a thrwy gynhyrchion pren materol yn lle cynhyrchion nad ydynt yn bren sy'n ddwysach o ran NTG.

Mae cronid stociau carbon mewn cynhyrchion pren yn sylweddol fwy nag ar gyfer clwstwr pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n arafach (Ffigur A17, Adran A1.6.3), gan adlewyrchu'r lefel llawer uwch o gynhyrchiant pren yn y clwstwr sy'n tyfu'n gyflymach. Amcangyfrifir bod y stoc carbon cymedrig hirdymor mewn coetiroedd a chynhyrchion pren gyda'i gilydd dros 250 tC ha⁻¹ (llinell lorweddol â gwahanodau coch tywyll yn Ffigur A21), o'i gymharu â 125 tC ha⁻¹ ar gyfer y clwstwr sy'n tyfu'n arafach.

Mae cyfanswm stoc carbon cronedig coetir/cynnyrch coed o 250 tC ha⁻¹ ar ben isaf yr ystod a amcangyfrifir ar gyfer cyfanswm stociau carbon coetir a gronnir yn y pen draw mewn enghreifftiau o goetiroedd llydanddail wedi'u plannu neu wedi'u hadfywio a reolir fel "gwarchodfa carbon coetir" (gweler Adrannau A1.2 ac A1.3).

Pan gynhwysir effeithiau NTG o amnewid cynnyrch pren hefyd, mae'r effeithiau cronol ar allyriadau NTG ar ôl 300 mlynedd yn cyfateb i 1 130 tC-eq. ha⁻¹ (y tu hwnt i raddfa echelin-y yn Ffigur A21). Dyma'r effaith liniaru fwyaf ynghylch newid yn yr hinsawdd o bell ffordd ymhlith yr enghreifftiau a ystyrir yn y drafodaeth hon. Fodd bynnag, mae'n rhaid pwysleisio mai'r prif gyfraniad sy'n pennu'r canlyniad hwn yw amnewid cynnyrch, yn hytrach na dal a storio carbon mewn coetiroedd neu gynhyrchion coed. Amlygwyd ansicrwydd ynghylch y cyfraniadau hyn yn y tymor hwy yn Adran 2.12 y prif gorff.



Ffigur A21 Effeithiau net cronnol ar goetiroedd a stociau carbon "oddi ar y safle" ac allyriadau NTG "oddi ar y safle" sy'n deillio o blannu clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cyflym yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd â theneuo yn ystod y cylchdro. Mae cyfraniadau o wahanol ffynonellau yn cael eu "pentyrro", e.e. "Yn ogystal â thanwydd" = Gweithrediadau + pridd + pren marw a deiliach + coed + cynhyrchion pren + allyriadau NTG wedi'u dadleoli gan danwydd pren.

A1.8.4 Ffactorau a materion i'w hystyried

Dylid cofio pwyntiau (4) i (6) yn Adran A1.2.3 yma. Yn ogystal, mae Pwyntiau (2) a (3) yn y drafodaeth honno yn berthnasol i ryw raddau.

Rhaid bod yn ofalus gyda rhai amcangyfrifon ar gyfer y math hwn o senario rheoli coetir. Amlygwyd rhai ansicrwyddau ynghylch effeithiau amnewid cynnyrch pren eisoes. Ymhellach, mae'n rhaid ystyried bod yr amcangyfrifon o stociau carbon uchel mewn pren marw a deiliach ar gyfer y math hwn o goetir yn ddamcaniaethol ac yn ansicr. Mewn egwyddor, mae'n bosibl y gallai maint y carbon mewn biomas marw a deiliach gael ei gronni ar y safle, yn benodol ar ôl gweithrediadau teneuo ac yn arbennig pan wneir gwaith clirio. Fodd bynnag, nid yw'n glir y byddai'r biomas hwn yn cael ei adael yn gyfan gwbl ar y safle ar ôl cynaeafu. Os yw'r meintiau'n sylweddol iawn, gallai hyn ddenu diddordeb mewn echdynnu'r biomas gweddilliol sy'n weddill o gynaeafu pren coesynnau, er enghraifft i'w ddefnyddio fel ffynhonnell tanwydd pren (bio-ynni). Efallai y bydd rhesymau eraill hefyd dros glirio cyfran sylweddol o'r pren gweddilliol o safleoedd coetir ar ôl cynaeafu, fel rhan o'r gwaith o baratoi safleoedd ar gyfer adfywio neu blannu coed ar gyfer y cylchdro nesaf. Gall y biomas gweddilliol a symudwyd gael ei losgi fel gwastraff. Dan amgylchiadau o'r fath, ni fydd y stociau carbon uchel mewn pren marw a deiliach a awgrymir gan y canlyniadau yn Ffigur A21 yn digwydd, a byddai angen lleihau amcangyfrifon o gyfanswm stociau carbon coetir a chyfanswm effeithiau NTG yn unol â hynny. Fodd bynnag, pe byddai'r gweddillion cynaeafu yn cael eu defnyddio fel ffynhonnell bio-ynni, yna o bosibl mae effeithiau ychwanegol ynghylch amnewid cynnyrch (e.e. disodli tanwydd ffosil) a allai wneud cyfraniad pellach at effeithiau allyriadau NTG (gostyngiadau). Ystyrir senario o'r math hwn yn Adran A1.11.

A1.9. Dylanwad rhywogaethau coed

Yn aml, mae diddordeb mewn deall a yw rhai coed yn "well" nag eraill ar gyfer lliniaru newid yn yr hinsawdd, neu'n fwy penodol ar gyfer dal a storio carbon. Trafodir perthnasedd rhywogaethau coed yn y cyd-destun hwn yn gryno isod.

I bob pwrpas, mae'r enghreifftiau a ddisgrifiwyd eisoes yn Adrannau A1.2-A1.4, A1.6 ac A1.8 eisoes wedi darparu rhai enghreifftiau o sut y gall dewis rhywogaethau coed (e.e. ar gyfer creu coetir) ddibynnu ar sawl amcan sy'n berthnasol i lliniaru newid yn yr hinsawdd. Fodd bynnag, dylai hefyd fod yn amlwg o'r enghreifftiau hyn nad yw'n hawdd (ac o bosibl ddim yn briodol) cynnig casgliadau syml ynghylch rhinweddau cymharol gwahanol rywogaethau coed ar gyfer mynd i'r afael ag amcanion o'r fath.

I ddechrau, un allwedd wrth bennu gallu coed i ddal a storio carbon yw cyfradd twf. Gall cyfradd twf nodweddiadol gwahanol rywogaethau coed, fel y'i mesurir yn ôl dosbarth cynnyrch (Matthews et al. 2016) arddangos amrywiadau systematig pwysig. E enghraifft, *yn gyffredinol* (ond *nid pob tro*), mae dosbarthiadau cynnyrch rhywogaethau coed conwydd yn tueddu i fod yn uwch na rhai rhywogaethau coed llydanddail.

Gan gymryd rhai enghreifftiau penodol, mae derw yn tueddu i fod ymhlith y rhywogaethau coed sy'n tyfu'n arafach yn amodau'r DU (anaml yn fwy na dosbarth cynnyrch 6). Gall rhywogaethau llydanddail eraill fel onnen a sycamorwydden ddangos dosbarthiadau cynnyrch uwch (gweler er enghraifft Adran A1.3), er y gallant fod yn goed llai parhaus na derw, a rhaid nodi problemau ynghylch clefyd ag onn yn yr amseroedd cyfredol. Yn ôl Rhestr Goedwigoedd Genedlaethol Prydain Fawr, y dosbarth cynnyrch cymedrig o rywogaethau coed llydanddail yw 4.8 yng Nghymru (BEIS, 2020). Gall pinwydd yr Alban amrywio'n eithaf eang o ran dosbarth cynnyrch ond mae'r gwerthoedd nodweddiadol yn y DU oddeutu 8 a 10. Mae pefrwydd Sitka yn adnabyddus am allu tyfu'n gymharol gyflym ar safleoedd addas yn y DU, â dosbarthiadau cynnyrch cyffredin efallai'n amrywio o 12 i 24, ac o bosibl yn uwch yn achos pefrwydd Sitka sydd wedi'i wella'n enetig. Fodd bynnag, gall clystyrau pefrwydd fod yn llai parhaus na chlystyrau rhywogaethau coed conwydd neu lydanddail sy'n tyfu'n arafach. Mae ffynidwydd Douglas yn enghraifft o rywogaeth goed conwydd gymharol barhaus a all hefyd arddangos dosbarthiadau cynnyrch cymharol uchel. Yn ôl Rhestr Goedwigoedd Genedlaethol Prydain Fawr, y dosbarth cynnyrch cymedrig o rywogaethau coed conwydd yw oddeutu 14 yng Nghymru (BEIS, 2020).

Er y gellir gwahaniaethu rhwng y patrymau cyffredinol hyn mewn cyfraddau twf (o ran dosbarthiadau cynnyrch) ar gyfer gwahanol rywogaethau coed, mae'r ystod o ddsbarthiadau cynnyrch y gall gwahanol rywogaethau coed eu harddangos yn gorgyffwrdd yn gyffredinol. Ymhellach, bydd perfformiad twf gwirioneddol rhywogaeth goed benodol ar safle penodol yn dibynnu ar addasrwydd y safle a'r hinsawdd gyffredinol ar y safle, a all ddibynnu ar gyfuniad o nifer o ffactorau (gweler er enghraifft Pyatt et al. 2001). Efallai y bydd angen ystyried ffactorau eraill a allai effeithio ar dwf rhai rhywogaethau coed hefyd, megis tueddiad rhywogaethau coed i ddiodef clefyd, eu hatyniad i anifeiliaid pori neu ansefydlogrwydd o bosibl yn wyneb stormydd.

Yna mae'n rhaid cydnabod nad yw dosbarth cynnyrch, fel mesur cyfradd twf coed, yn ddangosydd perffaith o'r potensial i wahanol rywogaethau coed ddal a storio carbon. Nid oes modd cymharu dosbarthiadau cynnyrch fel y'u rhoddir ar gyfer gwahanol rywogaethau coed, oherwydd y bydd y cyfraddau twf a nodir ar gyfer gwahanol rywogaethau coed yn cael eu gwireddu dros wahanol amserlenni, yn dibynnu ar y rhywogaethau coed sy'n cael eu hystyried (gweler Matthews et al. 2016). Yn bwysicach fyth, mynegir dosbarth cynnyrch mewn unedau o dyfiant neu gynhyrchiant cyfaint coesynnau coed (yr hectar y flwyddyn). Nid yw twf cyfaint coesynnau yn ddangosydd perffaith o gyfanswm twf biomas coed nac o gyfanswm dal a storio carbon coed. Yn gyntaf, mae hyn oherwydd bod dwysedd pren, er ei fod yn amrywiol iawn, hefyd yn tueddu i amrywio'n systematig ar gyfer gwahanol rywogaethau coed (gweler er enghraifft Lavers a Moore 1983). Er enghraifft, mae gwerthoedd

nodweddiadol dwysedd coed coesynnau ar gyfer rhywogaethau coed llydanddail yn uwch na 0.45 odt m^{-3} (tunelli popty-sych fesul uned o gyfaint pren ffres), ond ar gyfer rhywogaethau coed conwydd, mae dwysedd pren fel arfer yn is na'r gwerth hwn. Yn fwy cyffredinol (ond nid bob tro), gall dwysedd pren ddangos perthynas wrthdro â chyfradd twf coed. Mae hyn yn tueddu i wneud iawn am y cyfraddau twf arafach a arddangosir yn nodweddiadol gan rywogaethau coed llydanddail yn y DU, o gymharu â rhywogaethau coed conwydd. Mae'r meintiau ychwanegol o fiomas mewn pren canghennau a gwreiddiau hefyd yn dangos rhywfaint o amrywio yn ôl rhywogaethau coed (gweler er enghraifft Matthews et al. 2020a). Canlyniad hyn yw bod y perthnasoedd rhwng cyfanswm biomas coed a biomas coesynnau yn wahanol ar gyfer gwahanol rywogaethau coed. Felly, ni fydd cymariaethau o dwf coesynnau gwahanol rywogaethau coed yn ddangosydd perffaith o wahaniaethau yng nghyfanswm twf biomas coed. Gall cynnwys carbon biomas coediog coed amrywio hefyd, ac mae'n bosibl canfod rhai amrywiadau rhywogaeth-benodol yng nghynnwys carbon pren, er ei fod yn ymddangos bod hwn yn ffactor eilaidd wrth bennu amrywiadau systematig mewn perthnasoedd rhwng cyfraddau twf coesynnau a a dal a storio carbon coed ar gyfer gwahanol rywogaethau coed (Matthews, 1993).

Mae'r holl ffactorau uchod yn ei wneud yn anodd dod i gasgliadau clir a syml ynghylch perfformiad cymharol gwahanol rywogaethau coed o ran gallu i ddal a storio carbon.

Mae'r enghreifftiau a roddwyd yn gynharach yn yr atodiad hwn yn dangos sut mae'r rheolaeth arfaethedig ar ardaloedd coetir (e.e. ar gyfer amwynder, cynhyrchu neu ryw gyfuniad) yn brif benderfynydd potensial dal a storio carbon ac effeithiau allyriadau NTG gwahanol fathau o goetir. Felly mae angen ystyried y dewis o rywogaethau coed a rheolaeth arfaethedig y coetir gyda'i gilydd. Dim ond casgliadau eang iawn y gellir eu cyrraedd ynglŷn â dewis rhywogaethau coed yn y cyd-destun hwn. Yn gyffredinol iawn, mae rhywogaethau coed sy'n tyfu'n arafach ac yn fwy parhaus (dail llydan yn aml) yn tueddu i fod yn fwy addas ar gyfer cyflawni'r amcan o greu gwarchodfa garbon coetir. Ar y llaw arall, mae rhywogaethau coed "arloesol" sy'n tyfu'n gyflymach (conwydd yn aml) yn tueddu i fod yn well lle mai'r bwriad yw rheoli coetiroedd ar gyfer cynhyrchu pren. Fodd bynnag, mae gwahaniaethau o'r fath ychydig yn fympwyol ac efallai na fyddant o gymorth, yn arbennig o gofio bod coetiroedd fel arfer yn cael eu creu a/neu eu rheoli i gyflawni ystod o amcanion a darparu ystod o nwyddau a gwasanaethau (gweler Adran A1.6.4 ac A1.11.5).

A1.10. Dylanwad nodweddiad pridd

A1.10.1 Priddoedd mwynol

Mae enghreifftiau o effeithiau creu coetir ar stociau carbon mewn priddoedd mwynol eisoes wedi'u hystyried mewn adrannau cynharach o'r atodiad hwn. Mae'r efelychiadau model CARBINE enghreifftiol a drafodir yn Adrannau A1.2, A1.4, A1.6 ac A1.7 i gyd yn cynnwys y rhagdybiaeth bod y coetiroedd yn cael eu plannu ar bridd sy'n nodweddiadol o'r math lôm, gyda defnydd tir blaenorol o laswelltir neu borfa. Yn achos y mesuriadau caeau o stociau carbon a adroddwyd ar gyfer yr astudiaethau clasurol Rothamsted (Adran A1.3), roedd y mathau o bridd yn eithaf cymhleth (yn

cynnwys cyfuniadau o elfennau lôm, silt a chlai, ac mewn un achos yn galchaid eu natur) ac roedd y safleoedd yn gaeau amaethyddol o'r blaen. Fodd bynnag, gellir ystyried yn fras bod y priddoedd hyn yn briddoedd lôm.

Mae sefydlu'r gwahanol fathau o goetiroedd ar y priddoedd lôm hyn â gorchudd a oedd yn glaswelltir o'r blaen (h.y. ac eithrio'r astudiaethau Rothamsted) yn arwain at effeithiau sydd yn fras yn debyg ar stociau carbon pridd, yn benodol:

- Colled gychwynnol o rai stociau carbon pridd, os aflonyddir yn sylweddol ar y safle a bod y llystyfiant blaenorol yn cael ei dynnu fel rhan o'r gwaith o baratoi'r safle ar gyfer plannu coed. Mae hyn yn arbennig o wir lle mae stociau carbon pridd yn uchel cyn sefydlu coetir, a all fod yn wir yn aml os mai defnydd blaenorol y tir oedd glaswelltir.
- Lle mae colledion cychwynnol o stociau carbon pridd yn digwydd, gellir adfer hyn ar ôl rhai blynyddoedd, wrth i orchudd coed ymsefydlu a bod mewnbynnau carbon i'r pridd o wreiddiau coed a deiliach yn disodli'r cyfraniadau gan y llystyfiant blaenorol.
- Mae cronni stociau carbon pridd yn tueddu i fod yn fwy mewn coetiroedd heb eu haflynyddu ac mewn coetiroedd a ffurfiwyd o goed sy'n tyfu'n gyflymach, gan adlewyrchu mewnbynnau uwch o garbon i'r pridd o'r coed yn y ddau achos. I'r gwrthwyneb, mae stociau carbon pridd yn tueddu i fod yn is mewn clystyrau o goed sy'n tyfu'n arafach ac a reolir.
- Gall cynaeafu coed yn gyfnodol (lle mae'n cael ei wneud) arwain at gylchoedd yn lefelau stoc carbon y pridd, wrth i garbon gael ei golli gyntaf ac yna ei adennill, pan yw mewnbynnau carbon o goed yn cael eu lleihau gyntaf ond yna eu hadfer (gyda mewnbynnau hefyd o rannau o goed a gwmpwyd sy'n cael eu gadael ar ôl fel pren marw a deiliach).

Mae canlyniadau'r astudiaethau Rothamsted hefyd yn dangos cronniad o stociau carbon pridd o ganlyniad i ail-wladychu naturiol y safleoedd amaethyddol gynt (yn y pen draw) gyda choed (gweler Adran A1.3.2). Nid yw'n ymddangos bod unrhyw golled gychwynnol o garbon pridd ar yr adeg pan roddwyd y gorau i reolaeth amaethyddol. Mae hyn yn adlewyrchu'r stociau carbon pridd cychwynnol is ac osgoi aflonyddwch pridd oherwydd bod y rheolaeth wedi'i gadael ar y safleoedd hyn.

Arddangosir y nodweddion cyffredinol hyn hefyd gan stociau carbon mewn mathau eraill o bridd mwynol (tywod a chlai), ond gyda gwahanol lefelau o stociau carbon a chyfraddau cronni (neu golli) sy'n gysylltiedig â'r priddoedd hyn. Ni chyflwynir enghreifftiau penodol yma.

Mae cronni a/neu golli stociau carbon pridd hefyd yn cael ei effeithio gan yr amodau hinsoddol sy'n gyffredin mewn safleoedd coetir (yn arbennig tymheredd a glawiad). Mae'r efelychiadau CARBINE a gynhyrchodd y canlyniadau a ystyriwyd yn Adrannau A1.2, A1.4, A1.6 ac A1.8 i gyd yn seiliedig ar nodweddu amodau meteorolegol ar gyfer safleoedd "cynnes, llaith", sy'n digwydd yn gyffredin yng Nghymru (Gweler Adran 4.1.4 yn nhestun y prif gorff).

Mae priodweddau hydrolegol y pridd hefyd yn dylanwadu ar gronni stociau carbon mewn priddoedd, h.y. uchder y lefel trwythiad yn ystod y flwyddyn (yn arbennig y tymor tyfu), ac i ba raddau y mae'r pridd yn draenio'n rhydd neu yn gallu dod yn

ddwrlawn (a dyfnder y pridd dan sylw). Mae'r nodweddion hyn yn arbennig o bwysig yn achos priddoedd organig ac organo-fwynol, fel y trafodir isod.

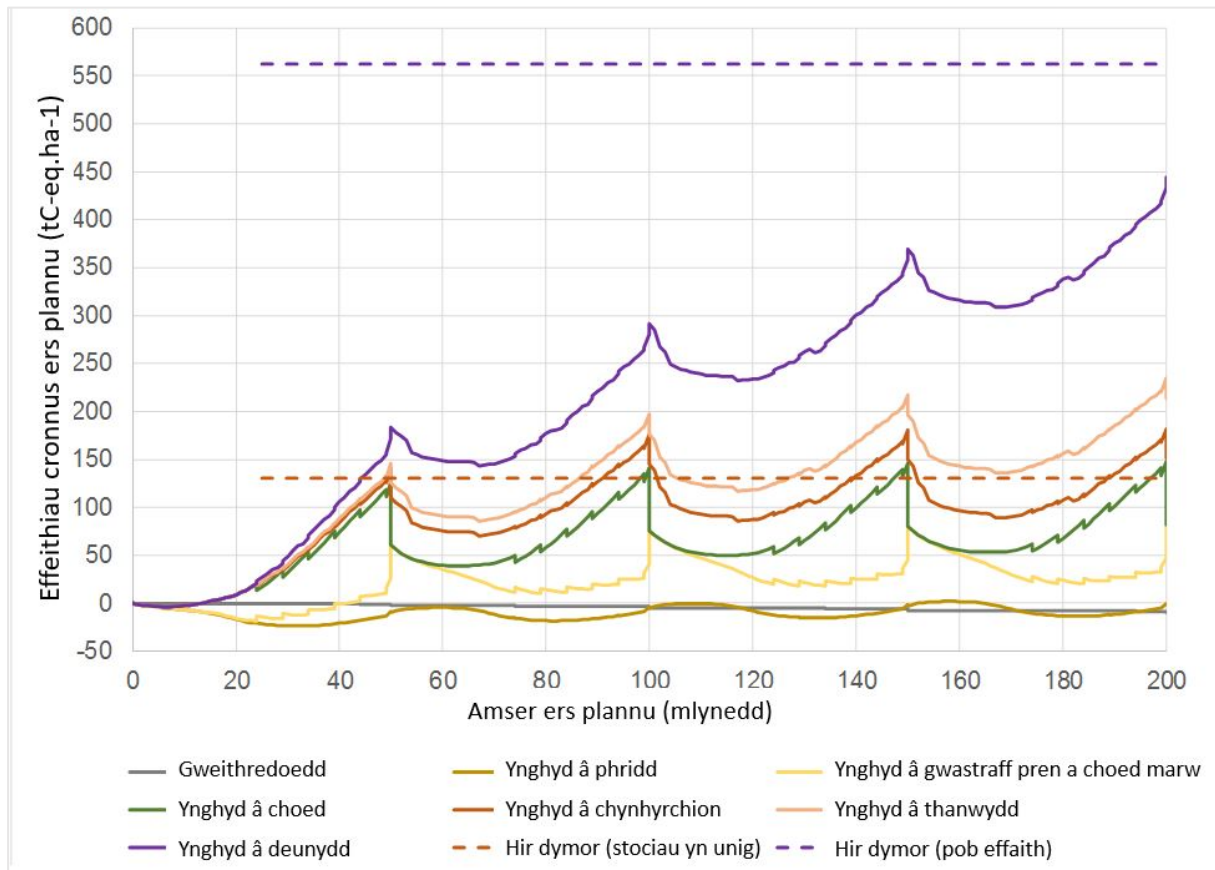
A1.10.2 Priddoedd organig

Trafodwyd effeithiau plannu coetiroedd ar briddoedd organig, neu fawndiroedd yn fwy penodol, yn Adran 2.9.2 y prif gorff. Fel yr eglurwyd yno, ni chaniateir plannu coetir newydd ar fawn dwfn o dan Safon Coedwigaeth y DU (SCDU) ac felly mae y tu allan i'r cwmipas mewn unrhyw ystyriaeth o goedwigo cynaliadwy yn y dyfodol. Ni roddir enghreifftiau o efelychiadau model CARBINE ar gyfer plannu coed ar briddoedd organig yma. Mae tystiolaeth anghyson ynghylch maint y colledion carbon pridd a allai ddeillio o weithgareddau o'r fath. Mae'r adolygiad cymharol ddiweddar a thrylwy'r iawn gan Evans et al. (2017) yn awgrymu y gall allyriadau CO₂ o bridd mawn o dan goedwigoedd fod yn sylweddol (gweler Adran 2.9.2 y prif gorff). Fodd bynnag, fe ddaw llawer o'r dystiolaeth am hyn o fesuriadau o fflycsau CO₂ o'r pridd. Gall y cyfraniadau i'r fflycsau hyn (e.e. o bridd, deiliach sy'n pydru neu resbiradaeth wreiddiau) fod yn anodd eu dadgyfuno. Ymhellach, gall fod yn anodd cymharu mesuriadau fflycsau â newidiadau stoc carbon net mewn pridd, oherwydd efallai na chaniateir ar gyfer rhai mewnbynnau carbon i bridd mewn asesiadau o fflycsau net. Mae gwaith yn mynd rhagddo i gysoni mesuriadau fflwcs CO₂ y pridd, mesuriadau newid stoc carbon pridd, a chynrychioli prosesau perthnasol mewn modelau megis CARBINE. Fodd bynnag, nid yw hyn yn newid y casgliad a ddaw o dystiolaeth fel y'i cyflwynir yn Evans et al. (2017) y gall allyriadau CO₂ sy'n deillio o blannu coed ar fawndiroedd fod yn sylweddol. Er bod angen eglurhad pellach o feintiau allyriadau CO₂ a'u hamrywio dros amser, mae'n annhebygol y bydd hyn yn cael effaith bellach ar y polisi sefydledig o osgoi plannu coed ar fawndiroedd.

A1.10.2 Priddoedd organo-fwynol

Mae Ffigur A22 yn dangos yr effeithiau ar gyfanswm stociau carbon coetir ac ar stociau carbon "oddi ar y safle" ac allyriadau NTG sy'n deillio o greu'r math o goetir pefrwydd Sitka a reolir gyda chyfradd twf cymedrol a ystyriwyd eisoes yn Adran A1.6, ac eithrio'r ffaith, yn yr achos hwn, plannir y coetir ar bridd organo-fwynol (gweler Adran 2.9.1 y prif gorff). Mae'r mathau hyn o briddoedd yn briddoedd mwynol gyda haen organig (mawnog) (hyd at ddyfnder o 50 cm).

Mae'r ffigur yn dangos y canlyniadau yn yr un fformat ag ar gyfer mwyaf y graffiau yn yr atodiad hwn, h.y. mae'n dangos y *newid cronol* mewn stociau carbon (ac effeithiau cronol NTG) o'r stociau carbon cychwynnol cyn i'r coed gael eu plannu (gweler Adran A1.2.2 Mae stociau carbon pridd cychwynnol priddoedd o'r fath (cyn plannu coed) fel arfer oddeutu 350 tC ha⁻¹ (gweler Tabl 2.1, Adran 2.9.1 y prif gorff). Dylid nodi, yn ôl confensiwn, fod y canlyniadau ar gyfer stociau carbon pridd a adroddir gan CARBINE ar gyfer dyfnder pridd o 1 metr (mae hyn yn gyson â Stocrestrau NTG Cenedlaethol y DU; y dyfnder pridd diodyn y cyfeirir ato yng Nghanllawiau IPCC yw 30 cm, gweler IPCC, 2006).

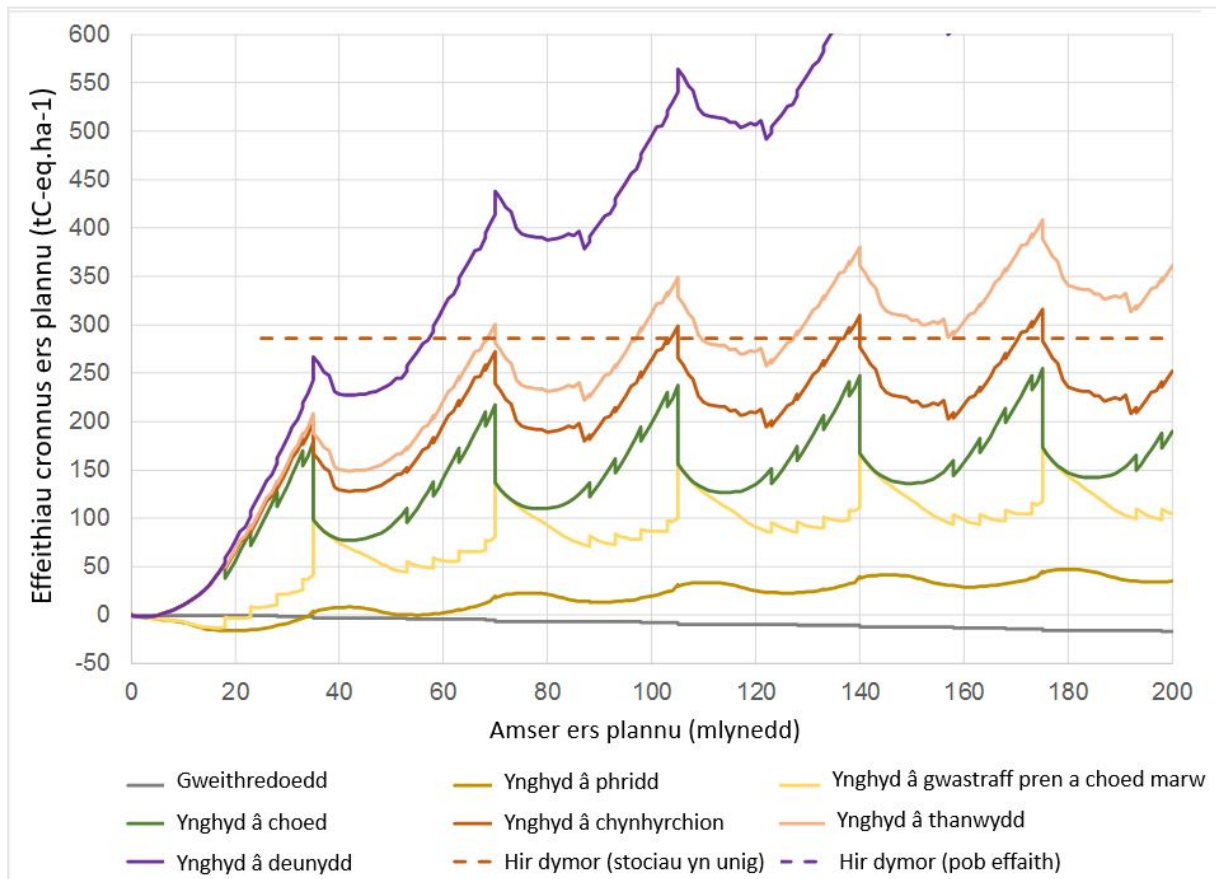


Ffigur A22 Effeithiau net cronol ar goetiroedd a stociau carbon “oddi ar y safle” ac allyriadau NTG “oddi ar y safle” sy'n deillio o blannu clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol ar bridd organo-fwynol Rheolir y clwstwr ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd gyda theneuo yn ystod y cylchdro. Mae cyfraniadau o wahanol ffynonellau yn cael eu “pentyrnu”, e.e. “Yn ogystal â thanwydd” = Gweithrediadau + pridd + pren marw a deiliach + coed + cynhyrchion pren + allyriadau NTG wedi'u dadleoli gan danwydd pren.

Mae Ffigur A22 yn dangos bod sefydlu coetir pefrwydd Sitka ar y pridd organig yn arwain ar y dechrau at golled sylweddol o stociau carbon, o bron i 25 tC ha⁻¹. Gwneir iawn am hyn yn y pen draw trwy Gronni stociau carbon mewn biomas coed, colledion o garbon pridd sy'n dominyddu i ddechrau, fel bod y system gyfan yn ffynhonnell garbon net, yn hytrach nag yn ddalfa carbon, am bron i 20 mlynedd o amser sefydlu coetir. Erbyn diwedd cylchdro cyntaf clwstwr pefrwydd Sitka (50 mlynedd), mae mewnbynnau carbon i'r pridd o goed a deiliach yn ddigonol i arwain at adfer colledion cychwynnol stociau carbon pridd, ond mae hyn yn digwydd dros ganrif. Amcangyfrifir bod cyfanswm y stociau carbon cronedig ychwanegol yn y system coetir/cynhyrchion pren a chyfanswm yr effeithiau allyriadau NTG ar ôl 300 mlynedd yn 130 tC ha⁻¹ a 560 tC-eq. ha⁻¹, yn y drefn honno (llinell lorweddol â gwahanodau coch tywyll yn Ffigur A22 a llinell lorweddol â gwahanodau porffor yn Ffigur A22, yn y drefn honno). Mae cronni stociau carbon mewn pridd ar ôl 300 mlynedd ychydig yn uwch mewn gwirionedd nag ar gyfer yr achos sy'n ymwneud â'r pridd mwynol a ystyrir yn Adran A1.6. Y rheswm am hyn yw y rhagdybir bod elfen fwynol y pridd organo-fwynol yn fath glei, sydd â mwy o allu i gadw carbon pridd na phridd lôm (a ragdybir yn Adran A1.6), o ystyried yr un amodau hinsoddol a mewnbynnau carbon pridd.

Rhyngweithio â chyfradd twf coed

Mae Ffigur A23 yn dangos effeithiau plannu clwstwr pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflymach ar yr enghraifft o bridd organo-fwynol a ystyrir uchod. Mae'r clwstwr pefrwydd Sitka enghreifftiol a'i reolaeth yr un fath ag a ystyriwyd eisoes yn Adran A1.8, heblaw am y rhagdybiaeth o blannu ar bridd organo-fwynol, fel yr ystyrir hefyd ar gyfer clwstwr pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n arafach yn union uwchben.



Ffigur A23 Effeithiau net cronnu ar goetiroedd a stociau carbon “oddi ar y safle” ac allyriadau NTG “oddi ar y safle” sy'n deillio o blannu clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf gyflym ar bridd organo-fwynol Rheolir y clwstwr ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd gyda theneuo yn ystod y cylchdro. Mae cyfraniadau o wahanol ffynonellau yn cael eu “pentyrnu”, e.e. “Yn ogystal â thanwydd” = Gweithrediadau + pridd + pren marw a deiliach + coed + cynhyrchion pren + allyriadau NTG wedi'u dadleoli gan danwydd pren.

Mae patrwm cyffredinol newidiadau stoc carbon pridd yn debyg mewn rhai ffyrdd i'r rhai a welwyd ar gyfer y clwstwr pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n arafach yn Ffigur A22. Fodd bynnag, mae'r cyfnod cychwynnol lle mae colledion carbon pridd yn fyrbach (oddeutu 10 mlynedd). Ymhellach, yn y pen draw, mae stociau carbon pridd yn cael eu hadennill o fewn 35 mlynedd ac yna'n cynyddu ychydig wedyn o'u cymharu â'r lefelau sy'n bodoli eisoes. Fodd bynnag, mae'r adferiad hwn o stociau carbon pridd yn digwydd dros oddeutu canrif. Mae'r gwahaniaethau ar gyfer y clwstwr pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflymach yn adlewyrchu mewnbynnau uwch o garbon i'r pridd o'r coed sy'n tyfu'n gyflymach (sydd hefyd yn golygu cylchdroadau byrrach) ac o bren marw a deiliach.

Amcangyfrifir bod cyfanswm y stociau carbon cronedig ychwanegol yn y system coetir/cynhyrchion pren a chyfanswm yr effeithiau allyriadau NTG ar ôl 300 mlynedd yn 285 tC ha^{-1} a $162 \text{ tC-eq. ha}^{-1}$, yn y drefn honno (mae'r llinell lorweddol â gwahanodau coch tywyll yn Ffigur A23 yn dangos croniad stociau carbon hirdymor, mae'r llinell gyfatebol ar gyfer effeithiau NTG oddi ar raddfa'r graff yn Ffigur A23). Mae cronni stociau carbon mewn pridd ar ôl 300 mlynedd ychydig yn uwch mewn gwirionedd nag ar gyfer yr achos sy'n ymwneud â'r pridd mwynol a ystyrir yn Adran A1.8. Y rheswm am hyn yw y rhagdybir bod elfen fwynol y pridd organo-fwynol yn fath glei, sydd â mwy o allu i gadw carbon pridd na phridd lôm (a ragdybir yn Adran A1.8), o ystyried yr un amodau hinsoddol a mewnbynnau carbon pridd.

Hefyd dylid cofio cafeatau sy'n ymwneud â rhagdybiaethau penodol a wnaed wrth fodelu clwstwr pefrwydd Sitka sy'n tyfu'n gyflymach (gweler Adran A1.8.4).

A1.10.3 Ffactorau a materion i'w hystyried

Dylid cofio pwyntiau 4 i 6 yn Adran A1.2.3 a'r trafodaethau yn Adrannau A1.6.4 ac A1.8.4 yma. Yn ogystal, dylid gwneud rhai sylwadau rhybuddiol eraill ynghylch efelychiadau newidiadau stoc carbon pridd ar wahanol fathau o bridd, a gynhyrchir trwy ddefnyddio'r model CARBINE, a'r goblygiadau ar gyfer penderfyniadau ynghylch creu a rheoli coetir ar wahanol briddoedd.

Yn gyntaf, mae data ar newidiadau stoc carbon pridd mewn ymateb i blannu coed yn gyfyngedig, mae'r efelychiadau a wnaed gan y model CARBINE yn gyson â'r dystiolaeth sydd ar gael ar y newidiadau stoc carbon pridd sydd wedi digwydd pan blannir coetiroedd ar wahanol fathau o briddoedd o dan amodau'r DU, gan gynnwys priddoedd mwynol, organo-fwynol ac organig (Bradley et al. 2005; Hargreaves et al. 2003; Vanguelova et al. 2019; Matthews et al. 2020b). Mae cynrychiolaeth prosesau carbon pridd yn y model CARBINE yn deillio o fodel carbon pridd blaenllaw (Smith et al. 2010). Fodd bynnag, nodwyd bod gan rai agweddau ar y fersiwn CARBINE gwmpas i wella ymhellach, yn arbennig wrth gynrychioli haenau sylweddol o ddeilach a deunydd organig a all gronni o dan goetiroedd. Mae'r agweddau hyn ar fodel carbon y pridd yn destun datblygiad parhaus. Mae'n dilyn bod ansicrwydd yn y canlyniadau ar gyfer newidiadau stoc carbon pridd, fel y dangosir yn yr atodiad hwn ac y cyfeirir atynt yn ehangach yn yr asesiad hwn, felly dylai'r agweddau hyn ar y canlyniadau gael eu hasesu a'u dehongli'n ofalus.

Yn ail, gall derbyn ac allyrru NTGs nad ydynt yn CO_2 (methan ac ocsid nitraidd) ddigwydd hefyd mewn priddoedd, yn arbennig mewn priddoedd organig ac organo-fwynol. Nid yw effeithiau creu a rheoli coetir ar fflycsau NTG nad ydynt yn CO_2 i ac o briddoedd wedi'u hasesu yma, ond trafodir cyfraniadau tebygol NTGs nad ydynt yn CO_2 i effeithiau NTG cyffredinol a achosir gan greu a rheoli coetir yn Adran 2.10 y prif gorff.

Yn olaf, mae eto'n bwysig pwysleisio bod penderfyniadau ynghylch creu a rheoli coetiroedd, a phenderfyniadau ynghylch defnydd tir ehangach, yn cael eu gwneud trwy ystyried nifer o ffactorau ac amcanion, nid dim ond stociau carbon, allyriadau NTG a lliniaru newid yn yr hinsawdd. Er enghraifft, yn achos mawndiroedd sydd â gwerth ecolegol uchel, mae cadwraeth yr ecosystem bresennol a'r adnoddau dŵr cysylltiedig yn debygol o fod yn ystyriaethau pwysig iawn.

A1.11. Echdynnu gweddillion cynaeafu

A1.11.1 Enghraifft o echdynnu a defnyddio gweddillion cynaeafu

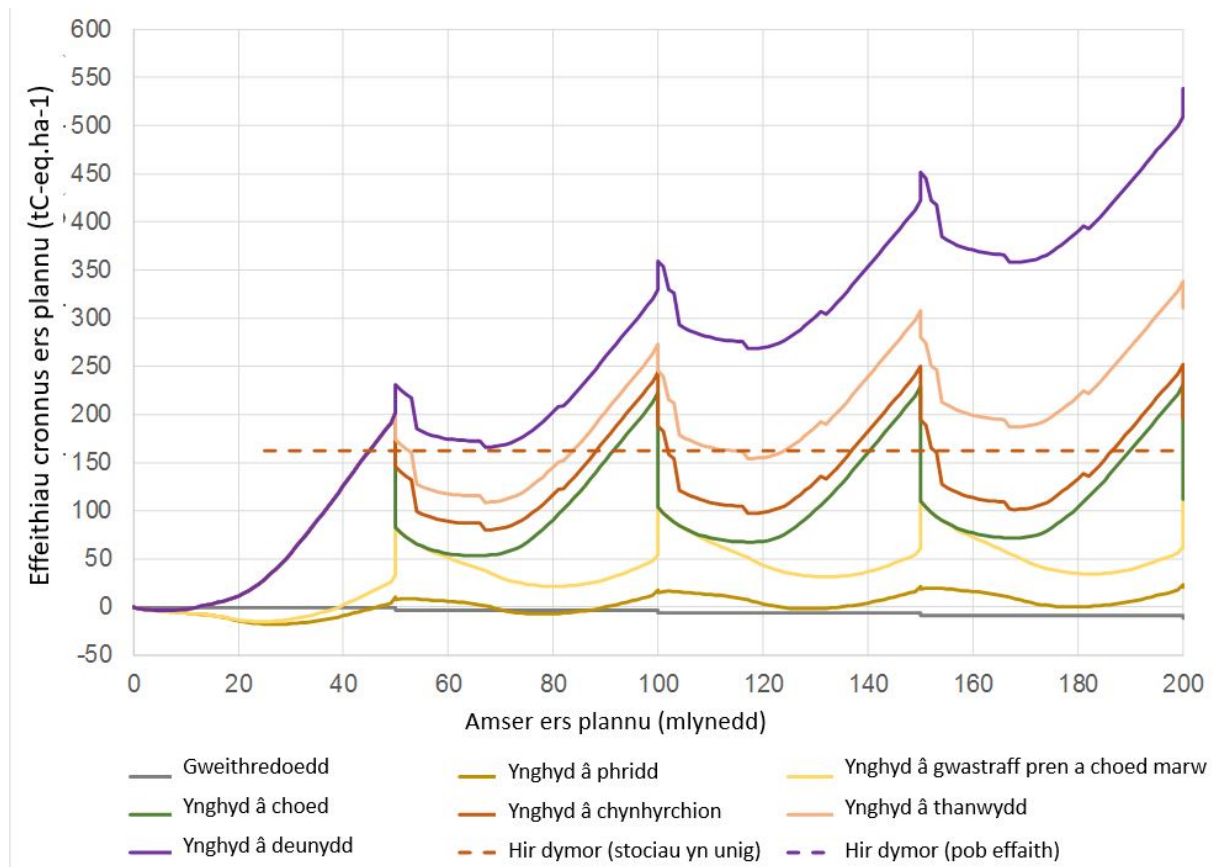
Mae Ffigur A24 yn dangos yr effeithiau ar stociau carbon coetir, stociau carbon “oddi ar y safle” mewn cynhyrchion coed ac effeithiau ar allyriadau NTG (trwy amnewid cynnyrch) ar gyfer y senario creu coetir sy'n debyg i'r un a ddangosir yn Adran A1.4 (pefrwydd Sitka a reolir ar gyfer cynhyrchiant heb deneuo). Y gwahaniaeth yn y senario a ystyrir yma yw, fel gweithgaredd ychwanegol, bod cyfran o'r gweddillion biomas a grëir fel rhan o gynaeafu (“gweddillion cynaeafu”) yn cael eu hechdynnu i'w defnyddio fel porthiant ar gyfer cynhyrchu ynni (sglodion pren neu belenni pren).

Rhagdybir bod echdynnu gweddillion cynaeafu yn cynnwys 80% o bren canghennau ac 80% o doriadau coesynddau (a gynhyrchir fel rhan o drosi pren coesynddau yn gynhyrchion unffurf pren crwn a boncyffion llifio). Rhagdybir bod biomas dail a malurion prenaidd mân yn anaddas i'w hechdynnu a'u defnyddio. Rhagdybir bod biomas bonion a gwreiddiau yn cael ei adael heb ei echdynnu er mwyn osgoi aflonyddu ar y pridd a cholli carbon pridd o ganlyniad. Mae'r rhagdybiaethau hyn yn golygu bod cyfran gymharol fach o gyfanswm y gweddillion cynaeafu yn cael ei hechdynnu, sef cyfanswm o 43 odt ha⁻¹ (tunelli popty-sych o fiomas yr hectar) ar adeg clirio'r coed. (Sylwch, o dan y senario hwn, cymerir bod y clwstwr pefrwydd Sitka wedi'i glirio ar gylchdro o 50 mlynedd heb unrhyw weithrediadau teneuo yn ystod cylch bywyd y clwstwr.)

Os cymharir y canlyniadau yn Ffigur A24 â'r canlyniadau yn Ffigur A7 (sy'n cynrychioli dim echdynnu gweddillion), mae'n anodd gwahaniaethu rhwng y ddwy set o ganlyniadau. Fodd bynnag, mae craffu manwl yn datgelu, ar gyfer y senario o echdynnu gweddillion a ystyrir yma:

- Mae cronni stociau carbon mewn pren marw, deiliach a phridd ychydig yn is (rhwng tua 3 a 19 tC ha⁻¹), yn ystod cyfnod yr ail gylchdro (yn dilyn y gwaith clirio cyntaf) a rhwng 4 a 23 tC ha⁻¹ yn ystod cyfnod y trydydd cylchdro, gyda'r gwahaniaeth yn tueddu i fod ar y mwyaf yn syth ar ôl echdynnu'r gweddillion, ac yn dirywio dros gyfnod y cylchdro.
- Mae cronniad cyfanswm stociau carbon coetir ac “oddi ar y safle” ychydig yn is o gymharu â'r achos lle nad yw gweddillion cynaeafu yn cael eu hechdynnu. Mae'r gwahaniaeth mewn stociau carbon rhwng y ddau senario ar ei fwyaf yn syth ar ôl pob digwyddiad cynaeafu (bob 50 mlynedd), ond mae'r gwahaniaeth yn mynd yn llai rhwng digwyddiadau clirio. Mae hyn oherwydd bod peth o'r carbon yn y gweddillion sy'n cael ei adael ar y safle yn cael ei golli wrth i'r gweddillion hyn bydru, gan ddod â'r stoc carbon yn y gweddillion sy'n weddill yn agosach at yr hyn yn y senario lle mae'r gweddillion yn cael eu hechdynnu. Ar ôl 300 mlynedd, y gwahaniaeth mewn stociau carbon cronedig rhwng y ddau senario yw rhwng 7 tC ha⁻¹ ar y lleiaf a 26 tC ha⁻¹ ar y mwyaf, gyda gwahaniaeth cymedrig dros gylchdro o 12 tC ha⁻¹. Fodd bynnag, mae cyfran fawr o'r gwahaniaeth stoc carbon yn digwydd ar ddiwedd cylchdro cyntaf y clwstwr (50 mlynedd ar ôl plannu coetir), gyda cholledion net llai mewn cylchdroadau dilynol.

- Mae allyriadau GHG cronus sy'n gysylltiedig â gweithrediadau coedwig yn cynyddu rhywfaint, o 0.5 tC ha⁻¹ y cylchdro. Mae'r allyriadau NTG ychwanegol hyn yn gysylltiedig â chasglu ac echdynnu'r gweddillion cynaeafu.
- Mae allyriadau NTG cronus sy'n cael eu "harbed" o ganlyniad i ddefnyddio rhywfaint o bren wedi'i gynaeafu a ffynhonnell ynni yn cynyddu o 14.5 tC-eq. ha⁻¹ y cylchdro.



Ffigur A24 Effeithiau net cronol ar goetiroedd a stociau carbon "oddi ar y safle" ac allyriadau NTG "oddi ar y safle" sy'n deillio o blannu clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd â theneuo yn ystod y cylchdro. Yn ogystal, mae rhai gweddillion cynaeafu yn cael eu hechdynnu i'w defnyddio fel tanwydd pren (bio-ynni). Mae cyfraniadau o wahanol ffynonellau yn cael eu "pentyrri", e.e. "Yn ogystal â thanwydd" = Gweithrediadau + pridd + pren marw a deiliach + coed + cynhyrchion pren + allyriadau NTG wedi'u dadleoli gan danwydd pren.

Mae Tabl A1 yn crynhoi'r effeithiau wedi'u cyfartalu yn ôl amser ar stociau carbon ac allyriadau NTG cronol dros amserlen 300 mlynedd gan sefydlu coetir.

Mae'r canlyniadau hyn yn dangos, o'u cymharu â senario lle mae gweddillion cynaeafu yn cael eu gadael i bydru yn y coetir, bod echdynnu gweddillion cynaeafu i'w defnyddio fel ffynhonnell ynni yn cael yr effeithiau dilynol ar ddal a storio carbon ac allyriadau NTG:

- Cyfanswm llai o ddal a storio carbon yn y coetir (felly mae'r cyfanswm ar gyfer coetir a chynhyrchion pren yn is hefyd, gan fod y canlyniad olaf yn ddigyfnewid)
- Gostyngiadau dyfnach posibl mewn allyriadau NTG trwy amnewid cynnyrch
- At ei gilydd, mae cyfanswm yr effeithiau net cronol ar allyriadau NTG (lliniaru) yn fwy na 77 tC-eq. ha⁻¹.

Fodd bynnag, mae'r darlun yn wahanol os ystyrir amserlen fyrrach, yn benodol os ystyrir canlyniadau ar gyfer diwedd y cylchdro cyntaf (blwyddyn 50), fel y dangosir yn Nhabl A2.

Tabl A1 Amcangyfrif o'r effeithiau ar ôl 300 mlynedd ar stociau carbon ac allyriadau NTG cronol sy'n cael eu hosgoi os gwneir penderfyniad i echdynnu rhai gweddillion cynaeafu i'w defnyddio fel ffynhonnell ynni

<i>Senario</i>	<i>Stoc carbon cronedig mewn coetir a chynhyrchion pren (tC ha⁻¹)</i>	<i>Allyriadau NTG cronol wedi'u dadleoli trwy gynhyrchion amnewid cynnyrch (tC-eq. ha⁻¹)</i>	<i>Cyfanswm yr effeithiau NTG cronol net (tC-eq. ha⁻¹)</i>
Echdynnu rhywfaint o'r gweddillion (defnyddio ar gyfer ynni)	162	497	659
Gadael gweddillion i bydru yn y coetir	170	412	582
Gwahaniaeth	-8	+85	+77

Tabl A2 Amcangyfrif o'r effeithiau ym mlwyddyn 50 (yr adeg glirio gyntaf) ar stociau carbon ac allyriadau NTG cronol sy'n cael eu hosgoi os gwneir penderfyniad i echdynnu rhai gweddillion cynaeafu i'w defnyddio fel ffynhonnell ynni

<i>Senario</i>	<i>Stoc carbon cronedig mewn coetir a chynhyrchion pren (tC ha⁻¹)</i>	<i>Allyriadau NTG cronol wedi'u dadleoli trwy gynhyrchion amnewid cynnyrch (tC-eq. ha⁻¹)</i>	<i>Cyfanswm yr effeithiau NTG cronol net (tC-eq. ha⁻¹)</i>
Echdynnu rhywfaint o'r gweddillion (defnyddio ar gyfer ynni)	149	83	231

Gadael gweddillion i bydru yn y coetir	167	68	236
Gwahaniaeth	-19	+14	-5

Mae'n amlwg yn Nhabl A2, yn benodol ym mlwyddyn 50, bod y penderfyniad i echdynnu rhai o'r gweddillion cynaeafu fel ffynhonnell bio-ynni wedi arwain at ganlyniad llai buddiol, o ran yr effeithiau net cyffredinol ar allyriadau NTG. Fodd bynnag, mae archwiliad manwl pellach o'r canlyniadau ar gyfer y ddau senario a ystyrir yma yn datgelu:

- Erbyn blwyddyn 55, mae cyfanswm yr allyriadau NTG cronol net o'r ddau senario fwy neu lai yr un fath (mae'r senario echdynnu gweddillion ychydig yn fwy buddiol bellach). Mae'r sefyllfa hon yn codi oherwydd bod cyfran o'r gweddillion a adewir i bydru ar y safle (o dan y senario "gadael yn y coetir") bellach wedi dadfeilio, ac felly wedi rhyddhau CO₂ i'r atmosffer, ond heb y buddion cyfatebol o gael eu llosgi i gynhyrchu ynni defnyddiol, fel yn achos blwyddyn 50 ar gyfer y senario "echdynnu gweddillion".
- Ar ôl blwyddyn 55, mae cyfanswm y gostyngiadau cronol mewn allyriadau NTG yn dod yn ddyfnach yn raddol ar gyfer y senario "echdynnu gweddillion", o'i gymharu â'r senario "gadael yn y coetir", gan roi'r canlyniadau cronol wedi'u cyfartalu yn ôl amser dros senario 300 mlynedd fel y dangosir yn Nhabl A1.

Mae'r canfyddiadau hyn yn dangos enghraifft o sut y gall defnyddio biomas prenaidd i gynhyrchu ynni gael effeithiau amser-ddibynnol ar allyriadau NTG. Yn yr enghraifft hon, mae echdynnu'r gweddillion cynaeafu a'u llosgi i gynhyrchu ynni'n arwain at lai o fuddion ar y dechrau o ran effeithiau net ar ostyngiadau allyriadau NTG na'r dewis arall o adael i'r gweddillion bydru yn y coetir. Fodd bynnag, ar ôl rhai blynyddoedd, mae'r sefyllfa hon yn cael ei gwrthdroi a darperir gostyngiadau mwy mewn allyriadau NTG trwy echdynnu a llosgi'r gweddillion i gynhyrchu ynni, o'i gymharu â'r dewis arall o beidio â'u defnyddio. Mae patrwm o'r fath, y gellir ei gysylltu â phenderfyniadau i gynyddu'r cynaeafu i gynhyrchu tanwydd pren ychwanegol (bio-ynni), h.y. cyfnod cychwynnol o lai o fuddion NTG (neu fwy o allyriadau NTG mewn rhai achosion), a ddilynnir gan fuddion NTG cynyddol yn y tymor hwy, yw'r ffenomen sydd wedi'i labelu gan rai fel "dyled carbon" bio-ynni. Yn yr enghraifft a ddangosir yma, mae'r "ddyled" yn cael ei "thalu" yn gymharol gyflym, o fewn 5 mlynedd. Fodd bynnag, mae sefyllfaoedd eraill lle gall y "cyfnod ad-dalu" fod yn llawer hwy, gan gynnwys dros ganrifoedd, ond mewn rhai achosion nid yw'r "ddyled" byth yn cael ei thalu'n llawn (gweler er enghraifft Matthews et al. 2014b, yn arbennig Adran 5). Dylid nodi y gall y mater hwn fod yr un mor berthnasol i gynaeafu pren i gynhyrchu pren masnach a chynhyrchion eraill sy'n seiliedig ar bren. Mae'n amlwg o'r enghraifft a gyflwynir yma bod problem sylweddol y mae angen mynd i'r afael â hi. Fodd bynnag, mae'r mater "dyled carbon" yn destun adroddiadau gwrthgyferbyniol yn y llenyddiaeth wyddonol ac mae anghytuno cryf o hyd ymhlith gwahanol grwpiau rhanddeiliaid ynghylch ei pherthnasedd, pwysigrwydd a hyd yn oed ei bodolaeth ystyrion. Mae angen archwilio'r pwynt allweddol hwn ymhellach, fel y trafodir isod.

A1.11.2 “Carbon niwtral” neu “ddyled carbon”?

Mae'r drafodaeth sy'n dilyn yn ystyried cwestiwn y “ddyled garbon” a gysylltir weithiau â biomas sy'n cael ei gynaeafu o goetiroedd, ac a ddefnyddir ar gyfer ynni neu gynhyrchion eraill sy'n seiliedig ar bren. Rhoddir sylw i dri chwestiwn:

1. A yw “dyled carbon” yn ffenomen go iawn?
2. Pam y gall fod canfyddiadau ac anghytundebau gwahanol iawn ymhlith rhanddeiliaid ynghylch bodolaeth a phwysigrwydd y mater “dyled carbon”?
3. A oes unrhyw oblygiadau ar gyfer rôl rheoli coetir, ac yn benodol cynhyrchu a defnyddio pren, wrth gyflawni amcanion ynghylch newid yn yr hinsawdd?

Mae'r drafodaeth yn mynd i'r afael â'r cwestiynau hyn ar y cyd yn hytrach nag yn olynol. Cyn cychwyn, dylid nodi bod rhai ymchwilydd a rhanddeiliaid (gan gynnwys awduron yr atodiad hwn) yn ystyried bod defnyddio'r term “dyled carbon” yn ddi-fudd. Mae hyn yn rhannol oherwydd cysylltiad ymddangosiadol dyfarniad ynghylch gwerth â'r hyn a ddylai fod yn derm technegol. Fodd bynnag, mae'r term wedi “glynu”, ac yn gyffredinol mae rhanddeiliaid yn deall y mater sy'n cael ei godi pan gaiff ei ddefnyddio, hyd yn oed os nad ydynt o reidrwydd yn deall neu'n derbyn y mater technegol gwirioneddol y cyfeirir ato. Bwriad y penderfyniad isod yw ceisio egluro'r mater technegol hwn.

A1.11.3 Pos y gwrthffeithiol

Mae Matthews et al. (2018) yn adrodd bod ymchwilydd coedwigaeth a bio-ynni profiadol wedi nodi, *‘pan fydd rhywun yn gofyn y cwestiwn, “Beth yw'r effeithiau ar allyriadau NTG o ddefnyddio bio-ynni coedwig?” Rwyf bob amser yn ateb, “O'i gymharu â beth?”...’*

Mae'r sylw hwn yn deillio o egwyddor sylfaenol mewn asesu cylch bywyd (LCA), sy'n arbennig o berthnasol i'r dulliau LCA canlyniadol, fel y'i gelwir, a gymhwysir at ddibenion dadansoddi polisi (gweler Adran 2.2 y prif gorff). Mae methodoleg ganlyniadol LCA yn ei wneud yn ofynnol i effeithiau penderfyniad polisi (neu yr un mor bosibl benderfyniad busnes) gael eu hasesu trwy gymharu yn ôl senario lle na chymerir y penderfyniad polisi neu fusnes *ac na chaiff ei weithredu*. Cyfeirir at y senario hwn fel y senario “gwrthffeithiol” ar gyfer y senario lle mae'r penderfyniad polisi neu fusnes yn *cael ei wneud ac yn cael ei weithredu*.

Mae'r dewis o senario gwrthffeithiol (h.y. dehongliad o'r hyn y dylai'r senario gwrthffeithiol ei gynnwys) yn effeithio'n gryf ar ganlyniadau asesiadau o effeithiau allyriadau NTG (neu effeithiau lliniaru newid yn yr hinsawdd) ar gyfer gwahanol opsiynau sy'n cynnwys creu coetir a rheoli coetir. Mae hyn yn wir, hyd yn oed pan nad yw'r cyfeiriad at senario gwrthffeithiol yn eglur. Er enghraifft, yn yr atodiad hwn, cyflwynwyd canlyniadau ar gyfer gwahanol enghreifftiau o opsiynau sy'n ymwneud â chreu coetir. Ym mhob achos, gwnaed rhagdybiaeth *ymhlyg* bod y senario gwrthffeithiol yn cynnwys *peidio â chreu'r coetir enghreifftiol*, neu'n fwy penodol, mae'r senario gwrthffeithiol yn cynnwys parhau â'r defnydd tir presennol. (Rhagdybir yn gyffredinol mai glaswelltir yw hwn, ac eithrio'r drafodaeth yn Adran A1.3, sy'n ystyried adfywio coetir ar hen dir cynydu amaethyddol.) Weithiau, mae dau senario ar gyfer creu coetir (sy'n cynnwys gwahaniaethau mewn rhyw ffactor arall, megis cyfradd twf neu reolaeth) wedi'u cymharu â'i gilydd. Er enghraifft, yn Adran A1.6,

cymharir senario lle mae coetir pefrwydd Sitka yn cael ei greu, a'i reoli o fewn teneuo a chlirio ar gylchdro 50 mlynedd, â senario sy'n cynnwys creu'r un coetir ond heb deneuo (Adran A1. Disgrifir hyn fel asesiad o "ddylanwad teneuo". Yn yr achos hwn mae'r senario sy'n cynnwys teneuo yn cael ei gymharu yn ôl senario gwrthffeithiol ymhlyg sy'n cynnwys peidio â theneuo (â'r math o goetir a rheolaeth yr un peth ym mhob ffordd arall). Mae'n dilyn bod unrhyw asesiad o NTG ac effeithiau hinsawdd gwahanol opsiynau ar gyfer rheoli coetir yn gyffredinol yn cynnwys cymhariaeth yn ôl senario gwrthffeithiol, hyd yn oed pan nad yw hyn wedi'i nodi'n benodol, neu efallai hyd yn oed wedi cael ei gydnabod gan y dadansoddwr.

Fel sy'n wir â'r mater "dyled carbon", nid yw pob rhanddeiliad yn deall nac yn derbyn y gofyniad am (neu ddilysrwydd) gyfeirio at senario gwrthffeithiol wrth asesu opsiynau ar gyfer rheoli coetir. Mae'r pwynt hwn wedi'i arsylwi gan Matthews et al. (2018), sydd hefyd yn nodi, trwy gydweiddiad, wrth benderfynu a ddylid gwneud buddsoddiad masnachol gan ddefnyddio dadansoddiad economaidd, "*ei fod yn arfer safonol i gynnwys costau cyfle'r penderfyniad buddsoddi fel rhan o weddill y costau a referiw, h.y. i ystyried y senario gwrthffeithiol o beidio â gwneud y buddsoddiad. Mae'r senario gwrthffeithiol yn [LCA canlyniadol] yn cyflawni diben tebyg ac ni fyddai cyfeirio at un yn golygu na fyddai effeithiau llawn polisi neu benderfyniad masnachol yn cael eu gwerthuso'n briodol*". Ymhellach, fel y mae'r drafodaeth yn uniongyrchol uchod yn ei amlygu, rhaid bod pawb sy'n gwneud asesiadau neu ddatganiadau am fuddion (neu fel arall) gweithgaredd sy'n cynnwys creu neu reoli coetir (neu'r defnydd o fomas prenaidd) yn cyfeirio at senario gwrthffeithiol, hyd yn oed os nad ydynt yn sylweddoli eu bod yn gwneud hynny.

Mae'n ymddangos bod llawer o'r anghytundeb ymhlith sylwebyddion ar effeithiau NTG biomas prenaidd fel ffynhonnell ynni yn deillio o wahanol safbwyntiau ar y senario gwrthffeithiol mwyaf priodol i gyfeirio ato wrth asesu opsiynau penodol. Arddangosir y pwynt hwn gan y ddau safbwynt enghreifftiol isod.

Safbwynt y "sector coedwig"

Ystyriwch y canlyniadau ar gyfer cyfanswm yr effeithiau NTG cronol net ar gyfer y ddau senario creu coetir:

1. Planhigfa pefrwydd Sitka, dosbarth cynnyrch 12, heb ei deneuo, ei glirio bob 50 mlynedd, heb echdynnu unrhyw weddillion cynaeafu i'w defnyddio fel bio-ynni (Adran A1.4.3)
2. Planhigfa pefrwydd Sitka, dosbarth cynnyrch 12, heb ei deneuo, wedi'i glirio bob 50 mlynedd, gyda chyfran o'r gweddillion cynaeafu prenaidd yn cael eu hechdynnu i'w defnyddio fel bio-ynni (Adran A1.11.1).

Gan roi effeithiau carbon ac NTG o'r neilltu am eiliad, mae'n gwbl bosibl y gallai rheoli coetiroedd o'r fath yn ôl y naill neu'r llall o'r ddau senario hyn gyrraedd y safonau uchaf o reoli coedwigoedd yn gynaliadwy, fel y bernir gan ystod o feini prawf cynaliadwyedd. Mae rheolwyr coetiroedd a phroseswyr pren yn debygol o gymryd y farn bod y coetiroedd cynhyrchiol hyn a reolir yn dda yn bodoli dim ond oherwydd eu stiwardiaeth a'u rheolaeth ar y coetiroedd, a thrwy ddarparu marchnadoedd ar gyfer y cynhyrchion pren sy'n cael eu cynaeafu ohonynt. Weithiau, gall hyn fod yn wir yn llythrennol, yn yr ystyr y gallai'r coetiroedd fod wedi'u creu yn y lle cyntaf trwy fuddsoddiad preifat neu gyhoeddus mewn coedwigo neu ailgoedwigo.

Mae'n dilyn bod y rhai sy'n gweithio yn y sector coedwig yn debygol o ystyried y senario gwrthffeithiol ar gyfer eu gweithgareddau rheoli fel “dim coetir”, h.y. naill ai nid yw'r coetir yn cael ei gynnal, neu ni fyddai wedi'i greu yn y lle cyntaf. (N.B. Gellir gwneud y gymhariaeth hon yn benodol neu'n ymwybodol.) Os cymerir y safbwynt hwn, gellir cyfeirio yn uniongyrchol at ganlyniadau fel y rhai a ddangosir yn Ffigur A8 (Adran A1.4.3) a Ffigur A24 (Adran A1.11.1) i werthuso dau senario posibl (sydd i bob pwrpas yn annibynnol) ar gyfer rheoli coetir o ran y potensial ar gyfer lliniaru newid yn yr hinsawdd. Mae ystyried Ffigurau A8 ac A24 fel hyn yn awgrymu:

- Mae'r ddau opsiwn ar gyfer rheoli coetir yn arwain at groniad sylweddol o stociau carbon a gostyngiadau cronol mewn allyriadau NTG, h.y. mae'r ddau senario yn fuddiol o ran lliniaru newid yn yr hinsawdd.
- Gall y gwahaniaethau yn y buddion a ddarperir gan y ddau senario fod yn eithaf bach, ond dros yr amserlenni hwy mae'n dod yn amlwg bod yr opsiwn o echdynnu rhai o'r gweddillion cynaeafu prenaidd i'w defnyddio fel bio-ynni yn darparu mwy o fuddion (gostyngiadau allyriadau NTG cronol).

O ystyried y persbectif hwn, mae'n bosibl gweld pam y gall y sectorau coedwigaeth a phrosesu pren ystyried nad yw eu hymdrechion tuag at reoli a defnyddio coetiroedd yn gyfrifol ac yn gynaliadwy, gan gynnwys hyrwyddo'r defnydd o rywfaint o bren wedi'i gynaeafu a ffynhonnell bio-ynni adnewyddadwy, bob amser yn cael eu deall neu eu portreadu'n deg, pan awgrymir bod rhai o'r arferion hyn yn niweidiol o ran newid yn yr hinsawdd.

Safbwynt yr “amgylcheddwr”

Mae ffyrdd posib eraill o weld effeithiau NTG y ddau senario coetir a ddisgrifir uchod. Er enghraifft, ystyriwch y sefyllfa ddilynol:

- Mae'r ardaloedd coetir (hyd yn oed os cânt eu creu trwy goedwigo neu ailgoedwigo) wedi bodoli ers amser maith, efallai 50 mlynedd neu fwy
- Dim ond yn ddiweddar y mae'r arfer o echdynnu gweddillion cynaeafu prenaidd i'w defnyddio fel ffynhonnell bio-ynni wedi dechrau, efallai o ganlyniad i gymhellion newydd i gynhyrchu a/neu ddefnyddio bio-ynni.

O'r safbwynt hwn, mae bodolaeth y coetiroedd yn hirsefydlog ac mae'n “sicr”, ond mae'r arfer o echdynnu gweddillion ar gyfer cynhyrchu bio-ynni yn weithgaredd newydd. Mewn cyd-destun o'r fath, gellir dadlau'r achos dros asesu'r effeithiau ar stociau carbon ac allyriadau NTG o gyflwyno'r arfer newydd hwn (h.y. echdynnu gweddillion) o'i gymharu ag arfer sy'n bodoli eisoes (h.y. gadael y gweddillion i bydro yn y coetir). Felly, ystyrir mai'r senario “gadael yn y coetir” yw'r senario gwrthffeithiol i'r senario “echdynnu gweddillion”. Dyma'r safbwynt a gymerir yn aml gan grwpiau amgylcheddol a hefyd gan lawer o ymchwilyr coedwigaeth a bio-ynni (gweler er enghraifft, Matthews 2014b, Adran 4.10).

Dylanwad y senario gwrthffeithiol ar amcangyfrifon allyriadau bio-ynni

Disgrifiodd y drafodaeth uchod ddau safbwynt posib y gellir eu cymryd wrth asesu effeithiau penderfyniad enghreifftiol y gellid ei gymryd ynglŷn â rheoli coetir a defnyddio pren. Yn benodol, roedd yr enghraifft yn cynnwys penderfyniad i echdynnu gweddillion cynaeafu, er mwyn defnyddio'r biomas fel ffynhonnell ynni. Mae'r

cwestiwn yn codi nawr: beth yw'r allyriadau NTG sy'n deillio o losgi'r ffynhonnell bio-ywnni hon, er enghraifft, a yw'r bio-ywnni i bob pwrpas yn "niwtral o ran carbon" neu a yw'r allyriadau mor uchel nes bod y bio-ywnni mor ddrwg â llogi glo i bob pwrpas? (Gweler Adrannau 2.16.4 i 2.16.6 yn nhestun y prif atodiad). Yn anffodus, mae'n bosibl cyrraedd amcangyfrifon amrywiol iawn, yn dibynnu ar y dewis o senario gwrthffeithiol.

Os cymerir safbwynt "sector y goedwig", cymharir y senario "gweddillion echdynnu" yn ôl senario gwrthffeithiol "dim coetir". Yna asesir bod y senario "gweddillion echdynnu" yn arwain at lefel net sylweddol o ddal a storio carbon mewn coetiroedd (h.y. "allyriadau CO₂ negyddol"). O bosibl, felly, gellid ystyried bod cynhyrchu ywnni o'r gweddillion yn cynnwys allyriadau NTG negyddol. Fodd bynnag, os yw'r dal a storio carbon gan y coetiroedd yn cael ei ystyried yn gynnyrch neu'n wasanaeth ynddo'i hun (ac efallai'n cael ei ddefnyddio i hawlio credydau carbon), yna mae'r bio-ywnni yn sgil-gynnyrch y broses hon o ddal a storio carbon. Mae hyn yn arwain at y casgliad, er na ddylid priodoli'r carbon sydd wedi'i ddal a'i storio i'r bio-ywnni, ni ddylid priodoli unrhyw allyriadau CO₂ ychwaith pan losgir y bio-ywnni. Felly, gellir asesu'r allyriadau NTG (net) o losgi bio-ywnni a gynhyrchir o'r coetir fel sero.

Os cymerir safbwynt yr "amgylcheddwr", cymharir y senario "gweddillion echdynnu" yn ôl senario gwrthffeithiol "gadael yn y coetir". Yna asesir bod y senario "echdynnu gweddillion" yn arwain at rai colledion cychwynnol o stociau carbon o'r coetir, o'i gymharu â'r senario "gadael yn y coetir" (h.y. cynnydd net mewn allyriadau CO₂). Fodd bynnag, mae'r stociau carbon yn y coetir o dan y senario "gweddillion echdynnu" yn sefydlogi yn y pen draw ar lefel newydd, ychydig yn is nag ar gyfer y senario "gadael yn y coetir", fel, ar ôl peth amser, nad oes colledion net pellach o stociau carbon. Felly, mae'r allyriadau NTG (net) sy'n deillio o losgi'r bio-ywnni a gynhyrchir o weddillion a echdynnwyd o'r coetir yn cael eu hasesu fel rhai cymharol uchel i ddechrau, ond yn gostwng i lefelau llawer is dros amser. Arddangosir hyn yn Nhabl A3, sy'n dangos yr amcangyfrifon o allyriadau CO₂ fesul uned o ywnni a gynhyrchir trwy losgi'r bio-ywnni a gynhyrchir ar ddiwedd pob cylchdro olynol o'r enghraifft o goetir pefrwydd Sitka a drafodir yn Adran A1.11.1.

Mynegir yr allyriadau CO₂ fel ffactor mewn perthynas â'r ywnni a gynhyrchir o losgi'r bio-ywnni, fel bod

$$\text{Ffactor allyriadau Bio-ywnni CO}_2 = \frac{\text{Allyriadau CO}_2 \text{ (o ganlyniad i newidiadau stoc carbon coetir net o echdynnu'r gweddillion)}}{\text{Ywnni a gynhyrchir trwy losgi'r bio-ywnni a gynhyrchir o'r gweddillion}}$$

Mynegir y ffactorau allyriadau mewn unedau o gCO₂ MJ⁻¹, h.y. gramau CO₂ yn cael eu gollwng yn effeithiol fesul megajoule o ywnni a gynhyrchir trwy losgi'r bio-ywnni.

Mae'n amlwg bod y ffactor allyriadau CO₂ ar gyfer y bio-ynni sy'n deillio o'r gweddillion a gynaeafwyd ar ddiwedd y cylchdro cyntaf yn gymharol uchel, sef 93 gCO₂ MJ⁻¹. Mae hyn yn gymaradwy iawn â ffactor allyriadau cyfatebol ar gyfer glo ac mae'n enghraifft o'r math o ganlyniad sydd wedi arwain at alw bio-ynni a gynhyrchwyd o ffynonellau biomas prenaidd yn "fwy brwnt na glo" gan rai grwpiau amgylcheddol. Fodd bynnag, erbyn yr ailadeg o echdynnu gweddillion, h.y. ar ddiwedd y cylchdro nesaf, mae'r ffactor allyriadau CO₂ wedi gostwng i 7.4 gCO₂ MJ⁻¹, llawer is nag ar gyfer unrhyw ffynhonnell ynni ffosil. Mae'r ffactor allyriadau yn parhau i fynd yn llai gyda phob echdyniad ar ddiwedd pob cylchdro olynol fel bod y ffactor allyriadau, erbyn y pumed cylchdro, yn llai nag 1 gCO₂ MJ⁻¹.

O ystyried y mathau hyn o ganlyniadau, yn arbennig y ffactor allyriadau CO₂ uchel iawn pan yw'r gweithgaredd o echdynnu gweddillion ar gyfer bio-ynni ond yn dechrau, mae'n bosibl gweld pam mae gan rai grwpiau amgylcheddol broblemau gyda chynaeafu ac echdynnu biomas i'w ddefnyddio fel ffynhonnell bio-ynni (ac weithiau ar gyfer cynhyrchu pren a chynhyrchion deunydd pren eraill). Mae hyn yn arbennig o wir am senarios lle mae'n cymryd degawdau neu ganrifoedd lawer i'r ffactor allyriadau CO₂ uchel ddechrau gostwng i'r pwynt lle mae'n ddigon bach i'r pren sydd wedi'i gynaeafu wneud cyfraniad sylweddol at ostyngiadau mewn allyriadau NTG.

Tabl A3 CO₂ ffactorau allyriadau a amcangyfrifir ar gyfer bio-ynni a gynhyrchir o gynaeafu gweddillion pan yw'r senario gwrthffeithiol yn cynnwys gadael y gweddillion yn y coetir

<i>Rhif y cylchdro</i>	<i>Ffactor allyriadau Bio-ynni CO₂ (gCO₂ MJ⁻¹)</i>
1	93.0
2	7.4
3	2.3
4	1.1
5	0.7
6	0.4

Beth yw'r allyriadau CO₂ "gwir"?

Y cwestiwn a ofynnir yma yw hanfod pos y gwrthffeithiol:

- Mae'r drafodaeth flaenorol wedi dangos sut, yn dibynnu ar y dewis o senario gwrthffeithiol, mae'n bosibl cyrraedd dau ganlyniad cyferbyniol iawn ar gyfer yr allyriadau CO₂ o echdynnu gweddillion cynaeafu prenaidd a'u llosgi fel ffynhonnell ynni.
- Mae'n bosibl "dadlau'r achos" dros ddewis y naill neu'r llall o'r senarios gwrthffeithiol, yn dibynnu ar safbwynt rhywun
- Os felly, sut mae'n bosibl cyrraedd allyriadau CO₂ "gwir" ar gyfer systemau cynhyrchu pren neu gynhyrchion pren?

Ymddengys fod ateb i'r cwestiwn hwn yn galw am ddull ar gyfer dewis gwrthffeithiol "diffiniol" ar gyfer unrhyw senario ar gyfer creu coetir, a/neu reoli neu ddefnyddio pren sydd dan ystyriaeth. Fodd bynnag, yn yr un modd, byddai'n ymddangos yn heriol iawn diffinio senarios gwrthffeithiol y gellir cytuno arnynt neu eu derbyn yn eang, ym mhob achos posibl (neu efallai mewn unrhyw achosion posibl). A oes unrhyw obaith y gellir cyrraedd asesiad a dderbynnir yn eang?

Gallai un ffordd o ddatrys y pos hwn gynnwys cymryd ymagwedd wahanol at asesu gwahanol opsiynau ar gyfer creu a rheoli coetiroedd, gan gynnwys llunio'r cwestiwn o fudd yn wahanol, ac o bosibl gyda mwy o berthnasedd i'r nod sylfaenol a fwriedir, h.y. lliniaru newid yn yr hinsawdd. Amlinellir ymagwedd o'r fath yn betrus isod.

A1.11.4 Cyllidebu carbon fel ymagwedd ar gyfer asesu opsiynau

Ar y cychwyn, rhaid pwysleisio nad yw'r ymagwedd at asesu a ddisgrifir yma yn cynrychioli methodoleg sydd wedi'i llunio'n llawn. Yn hytrach, trafodir nodweddion hanfodol methodoleg betrus bosibl. Mewn rhai agweddau, nid yw'n ymddangos bod yr ymagwedd yn arbennig o arloesol a gallai bron gael ei ystyried yn hunan-amlwg. Serch hynny, nid yw'n ymddangos bod yr ymagwedd bosibl hon wedi cael sylw penodol na manwl hyd yn hyn.

Mae'r dull hwn wedi'i seilio ar yr asesiad o opsiynau gwahanol ar gyfer creu a/neu reoli coetiroedd o ran eu cyfraniad posibl tuag at gyllideb garbon benodol. Diffinnir y gyllideb garbon gan darged, neu gyfres o dargedau, ar gyfer cyfyngiadau ar allyriadau NTG. Yn dibynnu ar bwrpas yr asesiad, o bosibl, gallai'r targedau hyn fod yn wirioneddol neu'n ddamcaniaethol. Arddangosir yr ymagwedd trwy gymryd enghraifft ddamcaniaethol o "gorff" (megis cwmni masnachol neu fwrdeistref) sy'n gwerthuso opsiynau ar gyfer diwallu cyllideb garbon, sy'n cynnwys gostyngiadau arfaethedig mewn allyriadau NTG, gan ddechrau yn y flwyddyn 2020. Tybiwch fod y corff hwn yn bwriadu lleihau allyriadau NTG blynyddol o 25,000 tC-eq. ac mae'n bwriadu cyflawni'r targed hwn ar ôl 50 mlynedd, yn 2070. Rhwng 2020 a 2070, y nod yw sicrhau gostyngiad llinellol mewn allyriadau NTG. Nid oes unrhyw ostyngiadau pellach mewn allyriadau NTG wedi'u cynllunio ar ôl 2070, ar hyn o bryd. Mae hyn yn arwain at dargedau blynyddol ar gyfer llai o allyriadau NTG (o gymharu â'r flwyddyn sylfaen 2020), fel y dangosir yn Nhabl A4 ar gyfer rhai blynyddoedd enghreifftiol.

Tabl A4 Targedau wedi'u cynllunio ar gyfer lleihau allyriadau (o'u cymharu ag allyriadau yn 2020) ar gyfer cyllideb garbon ddamcaniaethol a ddyfeisiwyd gan gorff

Blwyddyn	Targed ar gyfer lleihau allyriadau NTG (tC-eq.)
2025	2,500
2030	5,000
2040	10,000
2050	15,000
2060	20,000
2070	25,000

2080	25,000
2090	25,000
2100	25,000

Nawr tybiwch fod y corff yn penderfynu defnyddio creu coetir fel rhan allweddol o'i gynllun i gyflawni'r targedau blynyddol. Ystyrir dau opsiwn. O dan "Opsiw 1", byddai coetir 5,000 ha yn cael ei greu gan blannu 100 ha o goetir bob blwyddyn am 50 mlynedd, gan ddechrau yn 2020. Byddai'r clystyrau unigol o goed sy'n ffurfio'r coetiroedd hyn yr un fath â'r senario yn Adran A1.4, hynny yw:

- Planhigfeydd pefrwydd Sitka
- Plannu ar hen laswelltir
- Priddoedd lôm
- Cyfradd twf (dosbarth cynnyrch) $12 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ bl}^{-1}$
- Wedi'i gynaeafu trwy glirio bob 50 mlynedd (cylchdro 50 mlynedd)
- Dim teneuo yn ystod y cylchdro
- Cynaeafu gweddillion a adewir i bydru yn y clystyrau coetir
- Ailstocio clystyrau ar unwaith ar ôl eu clirio, naill ai trwy adfywio naturiol neu â chymorth neu drwy blannu.

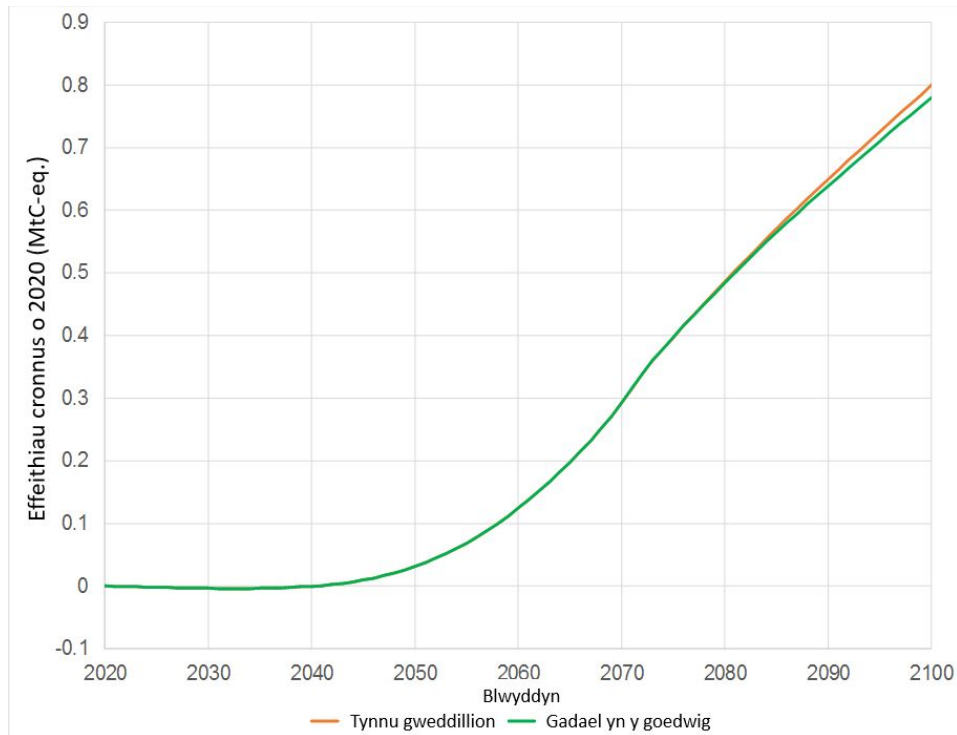
O dan "Opsiw 2", byddai'r cynllun yr un fath ag ar gyfer Opsiw 1 uchod, ac eithrio y byddai 80% o doriadau pren canghennau a choesyndau a adawyd ar ôl wedi'u clirio yn cael eu tynnu i'w defnyddio fel tanwydd pren (bio-ygni). Dyma'r un senario â'r hyn a ddisgrifir yn Adran A1.11.1.

Mae Ffigur A25 yn dangos cyfanswm yr effeithiau net cronol ar allyriadau NTG sy'n deillio o'r ddau opsiwn ar gyfer creu coetir a ddiffinnir uchod. Cyflwynir y canlyniadau mewn fformat tebyg i'r rhai hynny a ystyriwyd yn adrannau cynharach yr atodiad hwn (e.e. yn debyg i Ffigur A8 yn Adran A1.4.3 a Ffigur A24 yn Adran A1.11.1), ac eithrio:

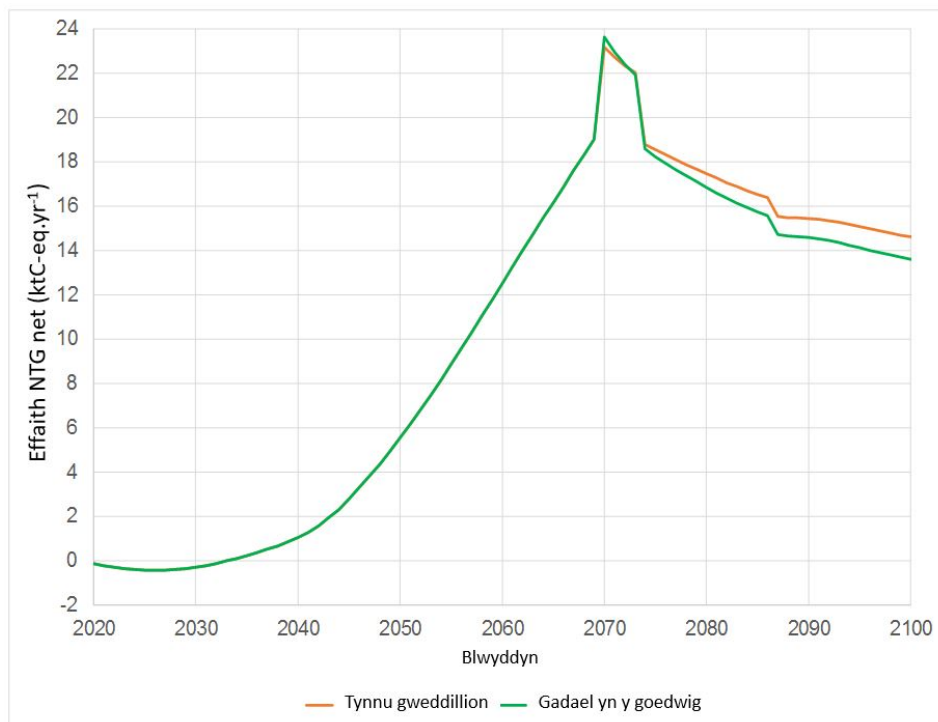
- Mae'r echelin-x yn dangos y blynyddoedd rhwng 2020 a 2100, yn hytrach na'r "amser ers plannu"
- Mae'r canlyniadau ar gyfer cyfanswm effeithiau NTG cronol net (echelin-y) yn gyfanswm canlyniadau ar gyfer yr arwynebedd coetir cyflawn (5,000 ha pan blannwyd yn llawn yn 2069), wedi'u mynegi mewn unedau o MtC-eq. (Miliwn o dunelli o garbon-cyferwerth).
- Ni ddangosir y cyfraniadau unigol at gyfanswm yr effeithiau NTG cronol net (o stociau coed, pren marw, deiliach a charbon pridd, stociau carbon cynnyrch pren ac o effeithiau amnewid cynnyrch); dim ond y cyfansymiau a ddangosir ar gyfer y ddau opsiwn.

Mae'r unedau sydd eu hangen i fynegi'r canlyniadau yn Ffigur A25 yn dangos bod effeithiau NTG y ddau opsiwn ar gyfer creu coetir yn sylweddol iawn, ond rhaid cofio bod y canlyniadau'n cynnwys effeithiau cronol dros gyfnod o 80 mlynedd ar gyfer ardal 5,000 ha. o goetir. At ddibenion cyllidebu carbon, mae angen i'r corff sy'n bwriadu creu'r coetir wybod pa gyfraniad y mae disgwyl i bob opsiwn coetir ei wneud i'r targed blynyddol ar gyfer lleihau allyriadau NTG ym mhob blwyddyn o 2020 ymlaen. At y diben hwn, mae angen canlyniadau ar gyfer cyfanswm yr effeithiau NTG

net bob blwyddyn, yn hytrach na'r effeithiau cronol o 2020 ymlaen. Dangosir y canlyniadau hyn ar gyfer y ddau opsiwn coetir yn Ffigur A26.



Ffigur A25 Cyfanswm yr effeithiau net cronol ar allyriadau NTG a gyfrannir gan ddau opsiwn coetir. Mae'r ddau yn cynnwys plannu clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd heb deneuo yn ystod y cylchdro. Yn ogystal, o dan un opsiwn ("Echdynnu gweddillion"), mae rhai gweddillion cynaeafu yn cael eu hechdynnu i'w defnyddio fel tanwydd pren (bio-ynni).



Ffigur A26 Cyfanswm yr effeithiau net blynyddol ar allyriadau NTG a gyfrannir gan ddau opsiwn coetir. Mae'r ddau yn cynnwys plannu clwstwr o befrwydd Sitka gyda chyfradd twf cymedrol yn

cael ei reoli ar gyfer cynhyrchiant ar gylchdro 50 mlynedd heb deneuo yn ystod y cylchdro. Yn ogystal, o dan un opsiwn ("Echdynnu gweddillion"), mae rhai gweddillion cynaeafu yn cael eu hechdynnu i'w defnyddio fel tanwydd pren (bio-ynni).

Mae'r unedau ar gyfer y cyfraniadau blynyddol at ostyngiadau allyriadau NTG ar yr echelin-y yn Ffigur A26 yn fil o dunelli carbon-gyferwerth (ktC-eq.).

Mae nifer o nodweddion yn y canlyniadau yn amlwg yn Ffigurau A25 ac A26:

- Mae effeithiau NTG y ddau opsiwn coetir yr un fath hyd at y flwyddyn 2070 - dyma'r flwyddyn pan fydd y clystyrau a blannwyd yn 2020 wedi'u clirio, ac mae rhai gweddillion cynaeafu naill ai'n cael eu hechdynnu neu eu gadael yn y coetir, yn ôl y ddau opsiwn ar gyfer rheoli coetir.
- Yn y cyfnod cychwynnol o 2020 ymlaen, tra bod y coetir yn cael ei greu, mae allyriadau NTG net yn bodoli, yn bennaf o ganlyniad i golledion stociau carbon o bridd wrth baratoi'r safle ac wrth i'r coed sefydlu (gweler Adran 2.10.1)
- Ar ôl tua'r flwyddyn 2040, mae cyfradd dal a storio carbon yn cynyddu'n sylweddol o dan y ddau senario (gweler Adran 2.5 y prif gorff)
- Ar ôl 2070, mae'r cyfraniadau at ostyngiadau allyriadau NTG net a wneir gan y coetiroedd yn dechrau gostwng, o ganlyniad i ddirlawnder technegol dal a storio carbon yn y coed (gweler Adran A1.4.1), a dirlawnder mwy graddol o ddal a storio carbon yn y pridd. Mae dala storio carbon mewn cynhyrchion pren yn gwneud iawn am hyn i raddau. Mae'r diffygion parhad a ddangosir yn y canlyniadau yn Ffigur A26 yn gysylltiedig â chynhyrchion pren byrhoedlog (e.e. papur, tomwellt rhisgl) sy'n cyrraedd diwedd eu hoes gwasanaeth. Nid yw'r diffygion parhad hyn yn ymddangos mewn canlyniadau mewn blynyddoedd diweddarach, h.y. unwaith y bydd y coetir cyflawn 5,000 ha wedi'i sefydlu ac yn cyfrannu at gynhyrchiant pren.
- Yn y tymor hwy, nid yw'r cyfraniadau at ostyngiadau mewn allyriadau NTG yn gostwng i ddim, yn hytrach dylai fod cyfraniad parhaus at ostyngiadau mewn allyriadau NTG o ganlyniad i effeithiau dadleoli cynnyrch pren, ar yr amod bod y cynhyrchion hyn yn cymryd lle cynhyrchion amgen sy'n ddwysach o ran NTG.
- Erbyn 2080 ac yn ddiweddarach, mae'r opsiwn o echdynnu gweddillion cynaeafu a'u defnyddio fel ffynhonnell ynni yn gwneud cyfraniad mwy at ostyngiadau net mewn allyriadau NTG na'r opsiwn o adael y gweddillion i bydru ar y safle. Mae hyn o ganlyniad i'r ynni ychwanegol a gynhyrchir gan ddefnyddio'r gweddillion, y rhagdybir ei fod yn osgoi defnyddio ffynonellau ynni sy'n ddwysach o ran NTG. Mae'r gwahaniaeth hwn yn y cyfraniadau a wneir gan y ddau opsiwn ar gyfer rheoli coetir yn cynyddu dros amserlenni hwy.

Ar sail yr asesiad uchod, gallai'r corff sy'n bwriadu creu'r coetir 5,000 ha ddod i'r casgliad mai'r opsiwn "echdynnu gweddillion" yw'r opsiwn gorau ar gyfer rheoli coetir, ar gyfer cyfrannu at dargedau lleihau allyriadau NTG yn y dyfodol. Yn anffodus, mae problem.

Mae archwilio Ffigur A26 ymhellach yn datgelu, yn 2070 ac am ychydig flynyddoedd wedyn, bod y senario "echdynnu gweddillion" yn cyfrannu gostyngiadau llai mewn

allyriadau NTG na'r senario "gadael yn y coetir". Nid yw'r gwahaniaeth hwn i'w weld yn y graff o effeithiau cronol yn Ffigur A25 ond mae hefyd yn bresennol yn y canlyniadau hyn.

Mae'r cyfraniadau a wneir gan y ddau opsiwn creu coetir i'r gostyngiadau allyriadau NTG arfaethedig yn cael eu harchwilio ymhellach yn Nhabl A5, sy'n dangos y canlyniadau ar gyfer detholiad o flynyddoedd (mae'r targedau eisoes wedi'u hystyried yn Nhabl A4). Er enghraifft, mae'r rhes gyntaf yn y tabl yn dangos y targed a osodwyd gan y corff ar gyfer y gostyngiadau mewn allyriadau NTG yn y flwyddyn 2025 (o'i gymharu ag allyriadau NTG yn y flwyddyn 2020). Y targed yn 2025 yw 10% o'r targed i'w gyflawni yn 2070, h.y. 2,500 tC-eq. Rhoddir y cyfraniadau a wneir at darged 2025 gan y ddau opsiwn creu coetir hefyd yn Nhabl A5, a gwelir eu bod yr un peth, sef -324 tC-eq. Mae hyn yn golygu bod y gweithgareddau cychwynnol i greu'r coetiroedd yn arwain at golledion net mewn stociau carbon ac, i ddechrau, mae'r colledion hyn yn tynnu oddi wrth gyflawni'r gostyngiadau allyriadau a dargedir. O ganlyniad, er mwyn cyrraedd y targed, mae angen cyflawni cyfraniadau mwy at ostyngiadau allyriadau NTG trwy weithgareddau lliniaru eraill (nas trafodir yma), fel y dangosir hefyd yn Nhabl A5 (2,500 + 324 = 2 824 tC-eq.).

Mae'r sefyllfa gyffredinol yn dal i fod yn wir yn y flwyddyn 2030, er bod colledion stociau carbon o greu coetir wedi gostwng ac nid oes angen i'r gweithgareddau lliniaru ychwanegol wneud iawn am ddiffyg mor fawr.

Erbyn 2040, mae'r coetiroedd newydd yn gwneud cyfraniad cadarnhaol tuag at gyrraedd y targed ar gyfer lleihau allyriadau NTG, sydd erbyn hyn wedi'i osod ar 10,000 tC-eq. Rhagwelir y bydd dal a storio carbon gan y coetiroedd newydd yn cyfrannu ychydig dros 11% (1143 tC-eq.) o'r gostyngiad gofynnol mewn allyriadau. Mae angen i weithgareddau lliniaru eraill gyfrannu mwyafrif y gostyngiadau gofynnol o hyd (8 857 tC-eq.).

Tabl A5 cyfraniadau a wneir gan ddau opsiwn coetir tuag at dargedau a gynlluniwyd ar gyfer gostyngiadau mewn allyriadau NTG blynyddol mewn rhai blynyddoedd enghreifftiol

Blwyddyn	Targed ar gyfer lleihau allyriadau NTG (tC-eq.)	Cyfraniad gan opsiynau coetir (tC-eq.)		Cyfraniad sydd ei angen gan weithgareddau lliniaru eraill (tC-eq.)	
		Echdynnu gweddillion	Gadael yn y coetir	Echdynnu gweddillion	Gadael yn y coetir
2025	2,500	-428	-428	2,928	2,928
2030	5,000	-292	-292	5,292	5,292
2040	10,000	1,039	1,039	8,961	8,961
2050	15,000	5,532	5,532	9,468	9,468
2060	20,000	12,509	12,509	7,491	7,491
2070	25,000	23,158	23,613	1,842	1,387
2080	25,000	17,462	16,841	7,538	8,159

2090	25,000	15,446	14,569	9,554	10,431
2100	25,000	14,608	13,596	10,392	11,404

Yn 2060, mae mwyafrif y clystyrau sy'n ffurfio'r coetiroedd newydd yng nghyfnod llawn egni'r twf ac mae dal a storio carbon yn cyfrannu mwy na 60% (12 612 tC-eq.) o'r gostyngiadau mewn allyriadau a gynlluniwyd, y mae'r targed ar eu cyfer bellach wedi'i osod ar 20,000 tC-eq.

Yn 2070, mae'r cyfraniad a ragwelir o'r opsiynau coetir yn fwy na 90% o'r targed llawn o 25,000 tC-eq. (mwy na 23,000 tC-eq.).

Ar ôl 2070 (2080 i 2100), mae'r cyfraniad a wneir gan yr opsiynau coetir yn gostwng fel bod ychydig yn fwy na hanner y gostyngiadau mewn allyriadau NTG a dargedir yn cael eu darparu gan y coetir. Mae'r gostyngiad hwn yn digwydd oherwydd dirlawnder (technegol) dal a storio carbon yn y coed (Adran A1.4.1) a deiliach, a dalfa garbon net sy'n gostwng yn raddol mewn cynhyrchion pren a phriddoedd y coetir. Mae'r gostyngiadau mewn allyriadau NTG yn cael eu cynnal yn bennaf trwy amnewid cynnyrch trwy ddefnyddio deunyddiau pren ychwanegol a thanwydd sy'n cael ei gyflenwi gan y coetir sydd wedi'i greu. Mae hefyd yn amlwg yn ystod y cyfnod hwn bod echdynnu'r gweddillion cynaeafu a'u defnyddio i gynhyrchu ynni yn arwain at ostyngiadau mwy mewn allyriadau NTG, o'i gymharu â'r opsiwn o adael y gweddillion i bydru yn y coetir.

Mae'r cyfraniadau llai a wneir at ostyngiadau mewn allyriadau NTG gan yr opsiwn coetir "echdynnu gweddillion" yn 2070 hefyd yn amlwg yn y canlyniadau yn Nhabl A5, yn benodol, yn 2070:

- O dan y senario "echdynnu gweddillion", y gostyngiadau mewn allyriadau NTG a gyfrannir gan y coetir yw 23 156 tC-eq., sy'n golygu bod angen cyfraniad pellach o 1 844 tC-eq. gan weithgareddau lliniaru eraill.
- O dan y senario "gadael yn y coetir", y gostyngiadau mewn allyriadau NTG a gyfrannir gan y coetir yw 23 611 tC-eq., sy'n golygu bod angen cyfraniad pellach o 1 e89 tC-eq gan weithgareddau lliniaru eraill.
- Felly, os yw'r corff yn dewis yr opsiwn o echdynnu'r gweddillion cynaeafu, efallai y bydd angen dod o hyd i 455 tC-eq. arall mewn gostyngiadau trwy weithgareddau lliniaru eraill, na fyddai wedi bod eu hangen pe byddai'r opsiwn o adael y gweddillion i bydru yn y coetir wedi'i ddewis.

Efallai fod y gwahaniaeth hwn o GHG 455 tC-eq. yn ymddangos yn fach ond mae'n cyfateb i bron i 2% o'r targed ar gyfer lleihau allyriadau NTG y mae angen ei ddiwallu yn 2070, ac mae angen i'r gostyngiadau hyn ddod o weithgareddau lliniaru eraill, gan roi baich ar y corff sydd wedi gosod y targed i nodi a chymryd y gweithgareddau ychwanegol hyn. Dylid cofio hefyd bod yr enghraifft hon o echdynnu gweddillion cynaeafu yn cynnwys maint cymharol fach o echdynnu biomas o'r coetir (er enghraifft, o'i gymharu â senarios megis lle mae teneuo ychwanegol yn cael ei wneud, gweler er enghraifft Adrannau A1.6 ac A1.8

Yma, gellir gwneud rhai arsylwadau pwysig iawn:

- Mae'r buddion tymor hwy o echdynnu a defnyddio gweddillion cynaeafu, o ran gostyngiadau net mewn allyriadau NTG, yn amlwg o'r enghraifft hon. Gellir ystyried hyn yn *ffaith*, ar yr amod bod defnyddio'r gweddillion cynaeafu ar gyfer ynni yn osgoi defnyddio ffynonellau ynni sy'n ddwysach o ran NTG (a ddylai fod yn wir o dan yr amodau cyfredol).
- Mae'r effaith tymor byr ar y cyfraniad at ostyngiadau allyriadau NTG (tua 2070), sy'n deillio o newidiadau stoc carbon o ganlyniad i ddeiliach a phridd coetir, hefyd yn glir.
- O ran diwallu'r targedau a osodwyd ar gyfer gostyngiadau allyriadau NTG yn 2070, bydd rheoli'r coetiroedd trwy echdynnu gweddillion cynaeafu ar gyfer ynni yn gwneud cyfraniad llai tuag at y gostyngiadau a dargedir na'r opsiwn o adael y gweddillion i bydru yn y coetir. Mae hyn hefyd yn *ffaith*, heb ystyried a yw'r senario "gadael yn y coetir" yn cael ei ystyried yn senario "gwrthffeithiol" ar gyfer yr opsiwn o echdynnu'r gweddillion ai peidio.
- Mae'n ddiddorol nodi hefyd y ceir y canlyniad hwn, waeth beth yw'r amser y penderfynir echdynnu'r gweddillion cynaeafu i'w defnyddio fel bio-ynni, e.e. fel rhan o'r cynllun gwreiddiol ar gyfer rheoli coetir a wneir nawr (yn 2020), ar yr adeg pan ddechreuir y gwaith clirio yn y coetiroedd (yn 2070), neu ar ryw adeg wedi hynny. Felly, mae hwn yn ganlyniad "absoliwt", h.y. nid yw'n cael ei asesu'n "gymharol" i "flwyddyn sylfaen" a bennir yn oddrychol neu a ragdybir ar gyfer gwneud yr asesiad.

Mae'n dilyn bod gan y corff sy'n anelu at gyflawni'r gostyngiadau a dargedir mewn allyriadau NTG ddewis i'w wneud:

- Gellir dewis yr opsiwn o echdynnu gweddillion ar gyfer ynni, ac os felly rhaid wynebu'r her o ddod o hyd i fwy o ostyngiadau mewn allyriadau NTG trwy fathau eraill o weithgareddau lliniaru am sawl blwyddyn tua 2070
- Gellir dewis yr opsiwn o adael y gweddillion cynaeafu i bydru ar y safle yn y coetir, ac os felly wynebir her tymor hwy o ddod o hyd i fwy o ostyngiadau mewn allyriadau NTG trwy fathau eraill o weithgareddau lliniaru, mor gynnar â 2080, a symud ymlaen.

I gloi, o ystyried y ddau senario ar gyfer rheoli coetir yn y ffordd a gyflwynir yma, mae ystyrllonrwydd nodweddu'r opsiwn "echdynnu gweddillion" fel rhywbeth sy'n tynnu "dyled carbon", y gellir ei briodoli i'r penderfyniad i gynhyrchu rhywfaint o fio-ynni ychwanegol o'r gweddillion cynaeafu, yn ddadleuol. Gwelir bod nodweddu ffynonellau bio-ynni a gynhyrchir o goetiroedd fel "carbon niwtral" bob amser yr un mor amheus.

Gwelir bod gan bob un o'r ddau senario ar gyfer creu/rheoli coetir fanteision ac anfanteision. Byddai'r dewis rhyngddynt yn dibynnu ar ba opsiynau sydd ar gael ar gyfer mathau eraill o weithgareddau lliniaru y gall y corff eu cymryd er mwyn cyrraedd ei dargedau ar gyfer lleihau allyriadau NTG mewn blwyddyn benodol. Mae hyn yn awgrymu na ddylid ystyried defnyddio gweithgareddau creu a rheoli coetir i gyrraedd targedau lliniaru newid yn yr hinsawdd ar wahân i fesurau lliniaru eraill. Yn hytrach, yr her yw datblygu rhaglen o weithgareddau integredig ar gyfer lliniaru newid yn yr hinsawdd sydd, o'u cymryd gyda'i gilydd, yn darparu datrysiad cynaliadwy a chost-ffeithiol dros amserlenni sy'n berthnasol i bolisi, gan gynnwys y tymor hir iawn.

A1.11.5 Ffactorau a materion i'w hystyried

Mae'r dadansoddiad a gyflwynir yn Adrannau A1.11.2 i A.11.4 yn codi nifer o faterion, rhai ohonynt yn berthnasol i fater penodol echdynnu gweddillion a dulliau eraill o gynhyrchu bio-ynni o goetiroedd, a rhai o arwyddocâd mwy cyffredinol i rôl creu a rheoli coetir fel opsiwn ar gyfer lliniaru newid yn yr hinsawdd.

Materion sy'n benodol i gynaeafu gweddillion a echdynnir

Dylid cofio sawl pwynt ychwanegol wrth ystyried y canlyniadau yn Adrannau A1.11.1 i A1.11.4 a'u dehongli:

- Mae'r senario ar gyfer echdynnu gweddillion i'w cynaeafu a ystyrir yn cynnwys ymyrraeth ag effaith gymharol isel, yn yr ystyr bod echdynnu gweddillion wedi'i gyfyngu i doriadau pren canghennau a choesyngau (h.y. ni elldynnir bonion na gwreiddiau), wedi'i gyfyngu ymhellach trwy gyfyngu tynnu pren canghennau a coesyngau i 80% o'r biomas sydd ar gael. Byddai senarios sy'n cynnwys echdynnu gweddillion yn fwy dwys (e.e. 100% o fiomas, gan gynnwys bonion a gwreiddiau o bosibl) yn arwain at effeithiau negyddol mwy ar stociau carbon coetir a chyfnod adfer hwy.
- Mae canlyniadau'r model a gyflwynir uchod yn cynnwys y rhagdybiaeth bod y coetir ar bridd lôm. Mae canlyniadau ar gyfer mathau eraill o bridd yn wahanol, er enghraifft, mae colledion stociau carbon o bridd sy'n gysylltiedig ag echdynnu gweddillion yn debygol o fod yn uwch pan yw priddoedd organig yn gysylltiedig.
- Mae nifer o ffactorau eraill yn dylanwadu ar allyriadau NTG a achosir gan gynhyrchu tanwydd pren, ar wahân i'r rhai sy'n gysylltiedig â newidiadau stoc carbon coetir, gan gynnwys colli biomas ar hyd y gadwyn gyflenwi ac allyriadau cadwyn ar gyfer prosesu biomas (e.e. ynni a ddefnyddir wrth sychu a pheledu coed). Caniatwyd ar gyfer y ffactorau hyn yn y cyfrifiadau a'r canlyniadau yn Adrannau A1.11.1 i A1.11.4 (ac yn fwy cyffredinol yn yr atodiad hwn a'r prif gorff). Fodd bynnag, mae dadansoddiadau yn gyffredinol yn dangos bod y cyfraniad mwyaf at allyriadau o danwydd pren yn deillio o newidiadau cysylltiedig mewn stoc carbon coetir (lle mae'r rhain yn berthnasol).
- Mae effeithlonrwydd llosgi pren hefyd yn ffactor pwysig wrth bennu effeithiau allyriadau NTG. Mae'r cyfrifiadau a'r canlyniadau yn yr atodiad hwn a thestun y prif gorff yn cynnwys rhagdybiaeth bod pren yn cael ei losgi gyda phroses drosi gymharol effeithlon i ynni defnyddiol. O ganlyniad, nid yw'r canlyniadau'n gynrychioliadol o sefyllfaoedd lle mae pren yn cael ei losgi ag effeithlonrwydd gwael, er enghraifft pan losgir boncyffion pren ar dân agored neu pan yw sglodion pren sydd â chynnwys lleithder cymharol uchel yn cael eu llosgi.
- Gall senarios posibl eraill ar gyfer rheoli gweddillion cynaeafu ddigwydd mewn arferion coedwigaeth. Er enghraifft, mewn rhai rhanbarthau, mae'n arfer cyffredin i dynnu gweddillion cynaeafu o safleoedd clirio ac weithiau eu llosgi (heb adfer ynni) fel rhan o gynnal a chadw coetir a pharatoi safleoedd clirio ar gyfer adfywio neu ailblannu naturiol. Hefyd mae rhai sefyllfaoedd lle mae'r arferion hyn yn cael eu cynnal fel rhan o reoli plâu a chlefydau, e.e. i atal heintiau ffwngaid rhag lledaenu a allai gael eu trosglwyddo gan wreiddiau

coed marw. Bydd y senarios hyn yn cynnwys effeithiau tebyg ar stociau carbon coetir i'r rhai a ddisgrifir ar gyfer y senario "echdynnu gweddillion" a ystyrir yn yr adran hon, ond heb y buddion amnewid posibl a ddarperir trwy losgi'r gweddillion i gynhyrchu ynni.

- Mewn rhai sefyllfaoedd, bydd ystyriaethau heblaw effeithiau allyriadau NTG yn bwysicach wrth benderfynu a ddylid elldynnu gweddillion cynaeafu fel ffynhonnell ynni. Rhoddir enghraifft yn uniongyrchol uchod. Fel enghraifft arall, mae cyfyngiadau amgylcheddol yn cynnwys gofynion i beidio â disbyddu statws maethol priddoedd trwy echdynnu gweddillion. Mae angen ystyried risgiau asideiddio pridd a difrod ffisegol i briddoedd yn ystod gweithrediadau coedwig hefyd. Mewn llawer o sefyllfaoedd gall fod yn aneconomaidd i echdynnu gweddillion ar gyfer cynhyrchu bio-ynni. Mae ansawdd porthiant yn ystyriaeth bellach, er enghraifft, mae gweddillion cynaeafu yn eithaf amrywiol o ran priodoleddau a gallant fod wedi'u halogi (e.e. gyda phridd ynghlwm), gan eu gwneud yn llai addas i'w trosi'n gynhyrchion tanwydd pren ag ansawdd cyson (fel pelenni coed).

Materion o berthnasedd ehangach ynghylch cynhyrchu biomas/bio-ynni

Fel y nodwyd eisoes yn Adran A1.11.4, mae patrwm yr effeithiau NTG sy'n gysylltiedig â phenderfyniad i echdynnu gweddillion cynaeafu a'u defnyddio i gynhyrchu ynni yn berthnasol yn fwy cyffredinol i senarios eraill sy'n cynnwys cynhyrchu pren o goetiroedd i ddarparu ynni, ac yn wir i ddarparu deunyddiau. Mae hyn yn cynnwys senarios lle mae rheolaeth ar goetir yn cael ei adael yn ddigymffwrdd, ond mae newidiadau'n cael eu gwneud o ran y ffordd y mae pren wedi'i gynaeafu yn cael ei ddefnyddio, e.e. pan yw pren yn cael ei ddargyfeirio o weithgynhyrchu paneli pren i'w ddefnyddio ar gyfer tanwydd yn lle. Fodd bynnag, gall y manylion ar gyfer senarios unigol amrywio'n sylweddol, o ddim effeithiau i bob pwrpas neu effeithiau cadarnhaol ar stociau carbon coetir, i effeithiau negyddol sylweddol ar stociau carbon coetir neu allyriadau NTG a gynyddir yn barhaol. Gall patrwm yr allyriadau NTG net dros amser (naill ai'n gadarnhaol neu'n negyddol) fod yn amrywiol iawn, yn dibynnu ar y senario. Trafodir y materion hyn ymhellach mewn nifer o astudiaethau ymchwil a gellir gweld enghreifftiau o drafodaethau perthnasol pellach yn yr adolygiadau gan Marelli et al. (2013) a Matthews et al. (2014b).

Materion o berthnasedd ehangach i opsiynau creu/rheoli coetir

Amlinellwyd dull a ddatblygwyd yn rhannol yn betrus yn Adran A1.11.4, a oedd yn cynnwys asesu cyfraniadau posibl dau opsiwn rheoli coetir at liniaru newid yn yr hinsawdd, trwy roi'r asesiad yng nghyd-destun eu cyfraniadau at gyflawni'r targedau a nodir i'r dyfodol ar gyfer lleihau allyriadau NTG. Efallai y bydd gan y dull hwn botensial fel offeryn i asesu opsiynau gwahanol yn fwy cyffredinol ar gyfer creu a/neu reoli coetiroedd o safbwynt lliniaru newid yn yr hinsawdd. Ymddengys fod y dull hwn hefyd yn dod â rhywfaint o eglurder i'r gwerthusiad o effeithiau posibl allyriadau NTG o wahanol opsiynau ar gyfer rheoli coetir ac ar gyfer cynaeafu a defnyddio pren i gynhyrchu ynni a/neu ddeunyddiau.

Mae pwynt pwysig sy'n codi o'r dadansoddiad a gyflwynir yn Adran A1.11.4 (e.e. Tabl A5) yn atgyfnerthu mater sylfaenol a amlygir yn Adrannau 2.3 a 2.5 y prif gorff. Yn benodol, mae dymameg carbon coetir yn amrywiol iawn dros gyfnod o amser ac

mae'n dibynnu ar gyfuniad o brosesau biolegol ac amgylcheddol ac ymyriadau rheoli. Nid yw'r prosesau biolegol ac amgylcheddol o dan reolaeth ddynol yn gyfangwbl. Yn bwysig, mae'r patrwm cyffredinol o ddal a storio carbon dros amser, a arddangosir gan y nifer fawr o enghreifftiau yn yr atodiad hwn ac yn Adran 2.5 y prif gorff, yn nodwedd gynhenid o ddynameg carbon coetir. Yn benodol, gall fod cyfnodau pan all creu neu reoli coetiroedd newydd arwain at gynnydd mewn allyriadau NTG net oherwydd colli stociau carbon (e.e. o bridd, pan aflonyddir ar safleoedd fel rhan o blannu coed a chyn i'r coed ymsefydlu). Gall fod cyfnodau hefyd lle gall dal a storio carbon mewn coetiroedd fod yn arwyddocaol iawn (pan yw coetiroedd yn mynd trwy'r cyfnod twf "llawn egni"). Yn y pen draw, mae dal a storio carbon mewn coetiroedd yn gyffredinol yn "dirlenwi" (Adran 2.7 neu'r prif gorff). Y canlyniad yw bod coetiroedd yn debygol o wneud cyfraniadau amrywiol iawn dros amser tuag at dargedau penodol ar gyfer lleihau allyriadau NTG. Gall hyn gyflwyno heriau wrth geisio datblygu cynlluniau i ddiwallu cyllidebau carbon, sydd fel arfer angen cyflawni gostyngiadau blaengar a ddiffinir yn syml mewn allyriadau NTG dros gyfnod o amser. Arddangosir y pwynt hwn gan yr enghraifft yn Nhabl A5 uchod.

Yn olaf, gan gyffredinolir casgliad y daethpwyd iddo ar ddiwedd Adran A1.11.4, yng nghyd-destun y math o asesiad a awgrymir uchod, gellir nodi bod gwahanol senarios ar gyfer creu a/neu reoli coetiroedd yn gyffredinol yn dangos manteision ac anfanteision, a all hefyd fod yn amrywiadwy dros gyfnod o amser. Fel y sylwyd arno eisoes ond a ddatgenir yn fwy cyffredinol erbyn hyn, mae penderfyniadau am rôl coetiroedd wrth lliniaru newid yn yr hinsawdd, gan gynnwys eu creu a'u rheoli, yn dibynnu ar sut y gall eu cyfraniadau gyfuno â rhai mathau eraill o weithgareddau lliniaru, â'r nod o gyrraedd targedau ar gyfer gostyngiadau mewn allyriadau NTG dros gyfnod o amser. I ailadrodd, mae hyn yn awgrymu na ddylid ystyried defnyddio gweithgareddau creu a rheoli coetir i gyrraedd targedau lliniaru newid yn yr hinsawdd ar wahân i fesurau lliniaru eraill. Yn hytrach, yr her yw datblygu rhaglen o weithgareddau integredig ar gyfer lliniaru newid yn yr hinsawdd sydd, o'u cymryd gyda'i gilydd, yn darparu datrysiad cynaliadwy a chost-effeithiol dros amserlenni sy'n berthnasol i bolisi, gan gynnwys y tymor hir iawn.

A2. Canlyniadau ar gyfer Effeithiau NTG Opsiynau Creu Coetiroedd a Gafwyd o Astudiaeth ERAMMP

Mae tablau A2-2 i A2-17 yn cyflwyno'r newid cyfrifedig yn y stoc carbon sy'n gysylltiedig â phlannu saith rhywogaeth o goed ar dir a oedd gynt yn laswelltir, ar gyfer tri dosbarth pridd gwahanol sy'n berthnasol i Gymru (dosbarth pridd 2 = lôm, dosbarth 3 = glei, a dosbarth 4 = pridd organo-fwynol) , ar gyfer hinsawdd llaith cynnes (parth hinsawdd 7).

Cyflwynir y canlyniadau gan edrych dros orwel amser o 5, 30, 80 a 200 mlynedd ar gyfer pedair cyfundrefn reoli wahanol:

Mae tablau A2-2 i A2-5 yn dangos yr effaith ar gyfer yr opsiwn Gwarchodfa, heb unrhyw deneuo na chwympo

Mae Tablau A2-6 i A2-9 ar gyfer Coedwigaeth Gorchudd Parhaus (CGP)

Mae tablau A2-10 i A2-13 ar gyfer rheoli Teneuo a chwympo confensiynol

Mae tablau A2-14 i A2-17 ar gyfer Coedwigaeth Cylchdro Byr (CCB).

Tabl A2-1: Heb ei ddefnyddio.

Tabl A2-1 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i goedwigaeth Wrth Gefn (dim teneuo, dim cwmpo).
Gorwel amser 5 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	Amherthnasol	2	-0.01	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	2.44
BE	2	Amherthnasol	3	-0.01	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	2.08
BE	2	Amherthnasol	4	-0.01	2.87	0.00	0.00	0.00	0.00	2.87	2.87
BE	6	Amherthnasol	2	-0.02	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43	2.43
BE	6	Amherthnasol	3	-0.02	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	2.03	2.03
BE	6	Amherthnasol	4	-0.02	2.87	0.00	0.00	0.00	0.00	2.85	2.85
OK	2	Amherthnasol	2	-0.02	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	2.42
OK	2	Amherthnasol	3	-0.02	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	2.05	2.05
OK	2	Amherthnasol	4	-0.02	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86	2.86
OK	4	Amherthnasol	2	-0.04	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	2.41
OK	4	Amherthnasol	3	-0.04	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	2.09
OK	4	Amherthnasol	4	-0.04	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	2.87	2.87
OK	6	Amherthnasol	2	-0.13	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	2.30
OK	6	Amherthnasol	3	-0.13	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	1.93	1.93
OK	6	Amherthnasol	4	-0.13	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	2.77	2.77
BI	4	Amherthnasol	2	-0.08	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	2.35

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	4	Amherthnasol	3	-0.08	2.12	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	2.04
BI	4	Amherthnasol	4	-0.08	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	2.83
BI	6	Amherthnasol	2	-0.08	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	2.37
BI	6	Amherthnasol	3	-0.08	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	2.02
BI	6	Amherthnasol	4	-0.08	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	2.83
BI	8	Amherthnasol	2	-0.26	2.49	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22	2.22
BI	8	Amherthnasol	3	-0.26	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84	1.84
BI	8	Amherthnasol	4	-0.26	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00	2.69	2.69
BI	10	Amherthnasol	2	-0.24	2.53	0.00	0.00	0.00	0.00	2.29	2.29
BI	10	Amherthnasol	3	-0.24	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00	1.93	1.93
BI	10	Amherthnasol	4	-0.24	3.01	0.00	0.00	0.00	0.00	2.77	2.77
PO	2	Amherthnasol	3	-0.03	2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	2.18	2.18
PO	2	Amherthnasol	4	-0.03	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	2.92
PO	4	Amherthnasol	2	-0.06	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	2.44
PO	4	Amherthnasol	3	-0.06	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00	2.12	2.12
PO	4	Amherthnasol	4	-0.06	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.91	2.91
PO	6	Amherthnasol	2	-0.06	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	2.58	2.58
PO	6	Amherthnasol	3	-0.06	2.31	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	2.25
PO	6	Amherthnasol	4	-0.06	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	3.09	3.09
PO	8	Amherthnasol	2	-0.20	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	2.58	2.58

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	8	Amherthnasol	3	-0.20	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	2.24	2.24
PO	8	Amherthnasol	4	-0.20	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	3.05	3.05
SP	8	Amherthnasol	2	-0.06	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	2.37
SP	8	Amherthnasol	3	-0.06	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	1.98
SP	8	Amherthnasol	4	-0.06	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	2.81	2.81
SP	10	Amherthnasol	2	-0.18	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	2.29	2.29
SP	10	Amherthnasol	3	-0.18	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88	1.88
SP	10	Amherthnasol	4	-0.18	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	2.71	2.71
SS	12	Amherthnasol	2	-0.15	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27	2.27
SS	12	Amherthnasol	3	-0.15	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	1.91	1.91
SS	12	Amherthnasol	4	-0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	2.74	2.74
SS	20	Amherthnasol	2	-0.09	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	2.36	2.36
SS	20	Amherthnasol	3	-0.09	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	2.02
SS	20	Amherthnasol	4	-0.09	2.87	0.00	0.00	0.00	0.00	2.78	2.78
DF	8	Amherthnasol	2	-0.01	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	2.44
DF	8	Amherthnasol	3	-0.01	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	2.04
DF	8	Amherthnasol	4	-0.01	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	2.92
DF	10	Amherthnasol	2	-0.14	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	2.28	2.28
DF	10	Amherthnasol	3	-0.14	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	1.91	1.91

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	10	Amherthnasol	4	-0.14	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	2.77	2.77
DF	12	Amherthnasol	2	-0.16	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27	2.27
DF	12	Amherthnasol	3	-0.16	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88	1.88
DF	12	Amherthnasol	4	-0.16	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72	2.72

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau a phoplys du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-2 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i goedwigaeth Wrth Gefn (dim teneuo, dim cwmpo).
Gorwel amser 30 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchi n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	Amherthnasol	2	-0.63	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	1.79
BE	2	Amherthnasol	3	-0.63	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84	1.84
BE	2	Amherthnasol	4	-0.63	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	2.42
BE	6	Amherthnasol	2	-3.54	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.13	-1.13
BE	6	Amherthnasol	3	-3.54	2.53	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.01	-1.01
BE	6	Amherthnasol	4	-3.54	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.37	-0.37
OK	2	Amherthnasol	2	-1.31	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	1.26
OK	2	Amherthnasol	3	-1.31	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	1.36
OK	2	Amherthnasol	4	-1.31	3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	1.99	1.99
OK	4	Amherthnasol	2	-2.62	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.25	-0.25
OK	4	Amherthnasol	3	-2.62	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.17	-0.17

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
OK	4	Amherthnasol	4	-2.62	3.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.45
OK	6	Amherthnasol	2	-5.17	2.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.94	-2.94
OK	6	Amherthnasol	3	-5.17	2.35	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.82	-2.82
OK	6	Amherthnasol	4	-5.17	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.17	-2.17
BI	4	Amherthnasol	2	-4.33	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.93	-1.93
BI	4	Amherthnasol	3	-4.33	2.53	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.80	-1.80
BI	4	Amherthnasol	4	-4.33	3.19	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.14	-1.14
BI	6	Amherthnasol	2	-7.27	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.25	-5.25
BI	6	Amherthnasol	3	-7.27	2.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.10	-5.10
BI	6	Amherthnasol	4	-7.27	2.82	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.45	-4.45
BI	8	Amherthnasol	2	-10.19	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.79	-8.79
BI	8	Amherthnasol	3	-10.19	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.72	-8.72

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	8	Amherthnasol	4	-10.19	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.07	-8.07
BI	10	Amherthnasol	2	-12.95	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.07	-12.07
BI	10	Amherthnasol	3	-12.95	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.01	-12.01
BI	10	Amherthnasol	4	-12.95	1.55	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.40	-11.40
PO	2	Amherthnasol	2	-1.68	3.19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	1.51
PO	2	Amherthnasol	3	-1.68	3.46	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78	1.78
PO	2	Amherthnasol	4	-1.68	4.18	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.50
PO	4	Amherthnasol	2	-3.36	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.39	-0.39
PO	4	Amherthnasol	3	-3.36	3.21	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.15	-0.15
PO	4	Amherthnasol	4	-3.36	3.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55
PO	6	Amherthnasol	2	-5.64	2.69	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.95	-2.95
PO	6	Amherthnasol	3	-5.64	2.94	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.70	-2.70

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	6	Amherthnasol	4	-5.64	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.00	-2.00
PO	8	Amherthnasol	2	-7.91	2.27	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.65	-5.65
PO	8	Amherthnasol	3	-7.91	2.48	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.43	-5.43
PO	8	Amherthnasol	4	-7.91	3.18	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.73	-4.73
SP	8	Amherthnasol	2	-4.57	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.27	-2.27
SP	8	Amherthnasol	3	-4.57	2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.18	-2.18
SP	8	Amherthnasol	4	-4.57	3.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.53	-1.53
SP	10	Amherthnasol	2	-6.80	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.81	-4.81
SP	10	Amherthnasol	3	-6.80	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.72	-4.72
SP	10	Amherthnasol	4	-6.80	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.09	-4.09
SS	12	Amherthnasol	2	-7.64	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.74	-5.74
SS	12	Amherthnasol	3	-7.64	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.67	-5.67

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau au coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
SS	12	Amherthnasol	4	-7.64	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.04	-5.04
SS	20	Amherthnasol	2	-16.17	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.55	-15.55
SS	20	Amherthnasol	3	-16.17	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.54	-15.54
SS	20	Amherthnasol	4	-16.17	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.94	-14.94
DF	8	Amherthnasol	2	-4.81	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.72	-2.72
DF	8	Amherthnasol	3	-4.81	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.66	-2.66
DF	8	Amherthnasol	4	-4.81	2.77	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.04	-2.04
DF	10	Amherthnasol	2	-7.00	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.13	-5.13
DF	10	Amherthnasol	3	-7.00	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.05	-5.05
DF	10	Amherthnasol	4	-7.00	2.58	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.41	-4.41
DF	12	Amherthnasol	2	-9.26	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.75	-7.75
DF	12	Amherthnasol	3	-9.26	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.68	-7.68

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau au coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	12	Amherthnasol	4	-9.26	2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.05	-7.05

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau a phoplys du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-3 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i goedwigaeth Wrth Gefn (dim teneuo, dim cwmpo).
Gorwel amser 80 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchi n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediad au coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	Amherthnasol	2	-2.70	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.55	-1.55
BE	2	Amherthnasol	3	-2.70	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.44	-1.44
BE	2	Amherthnasol	4	-2.70	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-1.00
BE	6	Amherthnasol	2	-8.25	-1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.37	-9.37
BE	6	Amherthnasol	3	-8.25	-1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.61	-9.61
BE	6	Amherthnasol	4	-8.25	-1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.30	-9.30
OK	2	Amherthnasol	2	-2.88	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.85	-1.85
OK	2	Amherthnasol	3	-2.88	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.75	-1.75
OK	2	Amherthnasol	4	-2.88	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.32	-1.32
OK	4	Amherthnasol	2	-5.76	-0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.95	-5.95
OK	4	Amherthnasol	3	-5.76	-0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.03	-6.03

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
OK	4	Amherthnasol	4	-5.76	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.67	-5.67
OK	6	Amherthnasol	2	-8.46	-1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.81	-9.81
OK	6	Amherthnasol	3	-8.46	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.06	-10.06
OK	6	Amherthnasol	4	-8.46	-1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.79	-9.79
BI	4	Amherthnasol	2	-4.91	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.16	-5.16
BI	4	Amherthnasol	3	-4.91	-0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.27	-5.27
BI	4	Amherthnasol	4	-4.91	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.92	-4.92
BI	6	Amherthnasol	2	-6.83	-1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.14	-8.14
BI	6	Amherthnasol	3	-6.83	-1.55	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.39	-8.39
BI	6	Amherthnasol	4	-6.83	-1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.14	-8.14
BI	8	Amherthnasol	2	-8.68	-2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.94	-10.94
BI	8	Amherthnasol	3	-8.68	-2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.35	-11.35

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	8	Amherthnasol	4	-8.68	-2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.18	-11.18
BI	10	Amherthnasol	2	-10.40	-2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.18	-13.18
BI	10	Amherthnasol	3	-10.40	-3.27	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.68	-13.68
BI	10	Amherthnasol	4	-10.40	-3.18	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.58	-13.58
PO	2	Amherthnasol	2	-1.93	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.43	-0.43
PO	2	Amherthnasol	3	-1.93	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.25	-0.25
PO	2	Amherthnasol	4	-1.93	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.21
PO	4	Amherthnasol	2	-3.85	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.23	-3.23
PO	4	Amherthnasol	3	-3.85	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.18	-3.18
PO	4	Amherthnasol	4	-3.85	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.78	-2.78
PO	6	Amherthnasol	2	-5.36	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.47	-5.47
PO	6	Amherthnasol	3	-5.36	-0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.52	-5.52

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	6	Amherthnasol	4	-5.36	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.17	-5.17
PO	8	Amherthnasol	2	-6.82	-0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.63	-7.63
PO	8	Amherthnasol	3	-6.82	-0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.79	-7.79
PO	8	Amherthnasol	4	-6.82	-0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.50	-7.50
SP	8	Amherthnasol	2	-9.08	-1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.45	-10.45
SP	8	Amherthnasol	3	-9.08	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.69	-10.69
SP	8	Amherthnasol	4	-9.08	-1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.43	-10.43
SP	10	Amherthnasol	2	-11.09	-1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.08	-13.08
SP	10	Amherthnasol	3	-11.09	-2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.40	-13.40
SP	10	Amherthnasol	4	-11.09	-2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.20	-13.20
SS	12	Amherthnasol	2	-11.38	-2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.48	-13.48
SS	12	Amherthnasol	3	-11.38	-2.46	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.84	-13.84

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
SS	12	Amherthnasol	4	-11.38	-2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.66	-13.66
SS	20	Amherthnasol	2	-17.15	-3.32	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.46	-20.46
SS	20	Amherthnasol	3	-17.15	-3.84	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.99	-20.99
SS	20	Amherthnasol	4	-17.15	-3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.98	-20.98
DF	8	Amherthnasol	2	-8.17	-1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.75	-9.75
DF	8	Amherthnasol	3	-8.17	-1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.02	-10.02
DF	8	Amherthnasol	4	-8.17	-1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.78	-9.78
DF	10	Amherthnasol	2	-9.92	-2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.05	-12.05
DF	10	Amherthnasol	3	-9.92	-2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.37	-12.37
DF	10	Amherthnasol	4	-9.92	-2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.22	-12.22
DF	12	Amherthnasol	2	-11.68	-2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.25	-14.25
DF	12	Amherthnasol	3	-11.68	-2.96	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.64	-14.64

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	12	Amherthnasol	4	-11.68	-2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.53	-14.53

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau a phoplys du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-4 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i goedwigaeth Wrth Gefn (dim teneuo, dim cwmpo).
Gorwel amser 200 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchi n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediad au coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	Amherthnasol	2	-1.97	-0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.41	-2.41
BE	2	Amherthnasol	3	-1.97	-0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.53	-2.53
BE	2	Amherthnasol	4	-1.97	-0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.33	-2.33
BE	6	Amherthnasol	2	-5.56	-2.19	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.75	-7.75
BE	6	Amherthnasol	3	-5.56	-2.72	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.28	-8.28
BE	6	Amherthnasol	4	-5.56	-2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.47	-8.47
OK	2	Amherthnasol	2	-1.90	-0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.30	-2.30
OK	2	Amherthnasol	3	-1.90	-0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.42	-2.42
OK	2	Amherthnasol	4	-1.90	-0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.23	-2.23
OK	4	Amherthnasol	2	-3.78	-1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.51	-5.51
OK	4	Amherthnasol	3	-3.78	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.93	-5.93

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau au coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
OK	4	Amherthnasol	4	-3.78	-2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.99	-5.99
OK	6	Amherthnasol	2	-5.42	-2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.62	-7.62
OK	6	Amherthnasol	3	-5.42	-2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.12	-8.12
OK	6	Amherthnasol	4	-5.42	-2.96	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.38	-8.38
BI	4	Amherthnasol	2	-2.35	-1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.40	-3.40
BI	4	Amherthnasol	3	-2.35	-1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.70	-3.70
BI	4	Amherthnasol	4	-2.35	-1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.67	-3.67
BI	6	Amherthnasol	2	-3.20	-1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.14	-5.14
BI	6	Amherthnasol	3	-3.20	-2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.63	-5.63
BI	6	Amherthnasol	4	-3.20	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.80	-5.80
BI	8	Amherthnasol	2	-4.01	-2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.29	-6.29
BI	8	Amherthnasol	3	-4.01	-2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.86	-6.86

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	8	Amherthnasol	4	-4.01	-3.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.17	-7.17
BI	10	Amherthnasol	2	-4.75	-2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.27	-7.27
BI	10	Amherthnasol	3	-4.75	-3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.88	-7.88
BI	10	Amherthnasol	4	-4.75	-3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.31	-8.31
PO	2	Amherthnasol	3	-0.93	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.28	-0.28
PO	2	Amherthnasol	4	-0.93	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PO	4	Amherthnasol	2	-1.85	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.15	-2.15
PO	4	Amherthnasol	3	-1.85	-0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.26	-2.26
PO	4	Amherthnasol	4	-1.85	-0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.10	-2.10
PO	6	Amherthnasol	2	-2.52	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.44	-3.44
PO	6	Amherthnasol	3	-2.52	-1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.68	-3.68
PO	6	Amherthnasol	4	-2.52	-1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.64	-3.64

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	8	Amherthnasol	2	-3.17	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.67	-4.67
PO	8	Amherthnasol	3	-3.17	-1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.05	-5.05
PO	8	Amherthnasol	4	-3.17	-1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.14	-5.14
SP	8	Amherthnasol	2	-4.75	-2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.97	-6.97
SP	8	Amherthnasol	3	-4.75	-2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.44	-7.44
SP	8	Amherthnasol	4	-4.75	-3.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.77	-7.77
SP	10	Amherthnasol	2	-5.67	-2.51	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.18	-8.18
SP	10	Amherthnasol	3	-5.67	-3.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.71	-8.71
SP	10	Amherthnasol	4	-5.67	-3.49	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.15	-9.15
SS	12	Amherthnasol	2	-5.76	-2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.20	-8.20
SS	12	Amherthnasol	3	-5.76	-3.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.77	-8.77
SS	12	Amherthnasol	4	-5.76	-3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.14	-9.14

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG a liniarir yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG a liniarir dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
SS	20	Amherthnasol	2	-8.28	-3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.41	-11.41
SS	20	Amherthnasol	3	-8.28	-3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.03	-12.03
SS	20	Amherthnasol	4	-8.28	-4.48	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.76	-12.76
DF	8	Amherthnasol	2	-4.44	-2.27	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.71	-6.71
DF	8	Amherthnasol	3	-4.44	-2.76	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.20	-7.20
DF	8	Amherthnasol	4	-4.44	-3.11	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.55	-7.55
DF	10	Amherthnasol	2	-5.29	-2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.86	-7.86
DF	10	Amherthnasol	3	-5.29	-3.08	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.37	-8.37
DF	10	Amherthnasol	4	-5.29	-3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.86	-8.86
DF	12	Amherthnasol	2	-6.18	-2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.03	-9.03
DF	12	Amherthnasol	3	-6.18	-3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.56	-9.56
DF	12	Amherthnasol	4	-6.18	-4.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.19	-10.19

Allwedd: *BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka*

Tabl A2-5 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i Goedwigaeth Gorchudd Parhaus (CCF). Gorwel amser 5 mlynedd

Specie s (see key)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	Amherthnasol	2	-0.01	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.45
BE	2	Amherthnasol	3	-0.01	2.09	0.00	0.01	0.00	0.00	2.08	2.09
BE	2	Amherthnasol	4	-0.01	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.87	2.87
BE	6	Amherthnasol	2	-0.02	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.43	2.43
BE	6	Amherthnasol	3	-0.02	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	2.03	2.03
BE	6	Amherthnasol	4	-0.02	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.85	2.86
OK	2	Amherthnasol	2	-0.02	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.42	2.42
OK	2	Amherthnasol	3	-0.02	2.07	0.00	0.01	0.00	0.00	2.05	2.06
OK	2	Amherthnasol	4	-0.02	2.88	0.00	0.01	0.00	0.00	2.86	2.87
OK	4	Amherthnasol	2	-0.04	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.41	2.42
OK	4	Amherthnasol	3	-0.04	2.13	0.00	0.01	0.00	0.00	2.09	2.09

Species (see key)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ -eq./ha/bl
OK	4	Amherthnasol	4	-0.04	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.87	2.88
OK	6	Amherthnasol	2	-0.13	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.30	2.31
OK	6	Amherthnasol	3	-0.13	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.93	1.94
OK	6	Amherthnasol	4	-0.13	2.90	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.78
BI	4	Amherthnasol	2	-0.08	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.35	2.35
BI	4	Amherthnasol	3	-0.08	2.12	0.00	0.01	0.00	0.00	2.04	2.04
BI	4	Amherthnasol	4	-0.08	2.92	0.00	0.01	0.00	0.00	2.83	2.84
BI	6	Amherthnasol	2	-0.08	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.37	2.38
BI	6	Amherthnasol	3	-0.08	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	2.02	2.02
BI	6	Amherthnasol	4	-0.08	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.83	2.84
BI	8	Amherthnasol	2	-0.26	2.49	0.00	0.01	0.00	0.00	2.22	2.23
BI	8	Amherthnasol	3	-0.26	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	1.84	1.84

Species (see key)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	8	Amherthnasol	4	-0.26	2.96	0.00	0.01	0.00	0.00	2.69	2.70
BI	10	Amherthnasol	2	-0.24	2.53	0.00	0.01	0.00	0.00	2.29	2.29
BI	10	Amherthnasol	3	-0.24	2.18	0.00	0.01	0.00	0.00	1.93	1.94
BI	10	Amherthnasol	4	-0.24	3.01	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.78
PO	2	Amherthnasol	2	-0.03	2.51	0.00	0.01	0.00	0.00	2.47	2.48
PO	2	Amherthnasol	3	-0.03	2.21	0.00	0.01	0.00	0.00	2.18	2.19
PO	2	Amherthnasol	4	-0.03	2.95	0.00	0.01	0.00	0.00	2.92	2.93
PO	4	Amherthnasol	2	-0.06	2.50	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.45
PO	4	Amherthnasol	3	-0.06	2.18	0.00	0.01	0.00	0.00	2.12	2.12
PO	4	Amherthnasol	4	-0.06	2.97	0.00	0.01	0.00	0.00	2.91	2.91
PO	6	Amherthnasol	2	-0.06	2.65	0.00	0.01	0.00	0.00	2.58	2.59
PO	6	Amherthnasol	3	-0.06	2.31	0.00	0.01	0.00	0.00	2.25	2.26

Species (see key)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	6	Amherthnasol	4	-0.06	3.15	0.00	0.01	0.00	0.00	3.09	3.09
PO	8	Amherthnasol	2	-0.20	2.78	0.00	0.01	0.00	0.00	2.58	2.59
PO	8	Amherthnasol	3	-0.20	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.24	2.24
PO	8	Amherthnasol	4	-0.20	3.26	0.00	0.01	0.00	0.00	3.05	3.06
SP	8	Amherthnasol	2	-0.06	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.37	2.37
SP	8	Amherthnasol	3	-0.06	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	1.98	1.99
SP	8	Amherthnasol	4	-0.06	2.88	0.00	0.01	0.00	0.00	2.81	2.82
SP	10	Amherthnasol	2	-0.18	2.47	0.00	0.01	0.00	0.00	2.29	2.29
SP	10	Amherthnasol	3	-0.18	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.88	1.89
SP	10	Amherthnasol	4	-0.18	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.71	2.71
SS	12	Amherthnasol	2	-0.15	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.27	2.28
SS	12	Amherthnasol	3	-0.15	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.91	1.92

Species (see key)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ -eq./ha/bl
SS	12	Amherthnasol	4	-0.15	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.74	2.74
SS	20	Amherthnasol	2	-0.09	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.36	2.36
SS	20	Amherthnasol	3	-0.09	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	2.02	2.02
SS	20	Amherthnasol	4	-0.09	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.78	2.79
DF	8	Amherthnasol	2	-0.01	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.44
DF	8	Amherthnasol	3	-0.01	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	2.04	2.05
DF	8	Amherthnasol	4	-0.01	2.93	0.00	0.01	0.00	0.00	2.92	2.93
DF	10	Amherthnasol	2	-0.14	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.28	2.29
DF	10	Amherthnasol	3	-0.14	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.91	1.92
DF	10	Amherthnasol	4	-0.14	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.77
DF	12	Amherthnasol	2	-0.16	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.27	2.28
DF	12	Amherthnasol	3	-0.16	2.04	0.00	0.01	0.00	0.00	1.88	1.88

Species (see key)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/yr	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	12	Amherthnasol	4	-0.16	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.72	2.73

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-6 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i Goedwigaeth Gorchudd Parhaus (CCF). Gorwel amser 30 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchiol pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	Amherthnasol	2	-0.63	2.41	0.00	0.01	0.00	0.00	1.79	1.79
BE	2	Amherthnasol	3	-0.63	2.47	0.00	0.01	0.00	0.00	1.84	1.85
BE	2	Amherthnasol	4	-0.63	3.05	0.00	0.01	0.00	0.00	2.42	2.43
BE	6	Amherthnasol	2	-3.15	2.41	-0.22	0.01	-0.10	-0.14	-0.96	-1.18
BE	6	Amherthnasol	3	-3.15	2.53	-0.22	0.01	-0.10	-0.14	-0.84	-1.06
BE	6	Amherthnasol	4	-3.15	3.17	-0.22	0.01	-0.10	-0.14	-0.20	-0.42
OK	2	Amherthnasol	2	-1.31	2.57	0.00	0.01	0.00	0.00	1.26	1.27
OK	2	Amherthnasol	3	-1.31	2.67	0.00	0.01	0.00	0.00	1.36	1.37
OK	2	Amherthnasol	4	-1.31	3.29	0.00	0.01	0.00	0.00	1.99	1.99
OK	4	Amherthnasol	2	-2.62	2.37	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.25	-0.24
OK	4	Amherthnasol	3	-2.62	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.17	-0.17

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
OK	4	Amherthnasol	4	-2.62	3.06	0.00	0.01	0.00	0.00	0.45	0.45
OK	6	Amherthnasol	2	-4.16	2.25	-0.51	0.02	-0.20	-0.26	-2.42	-2.87
OK	6	Amherthnasol	3	-4.16	2.37	-0.51	0.02	-0.20	-0.26	-2.30	-2.74
OK	6	Amherthnasol	4	-4.16	3.03	-0.51	0.02	-0.20	-0.26	-1.64	-2.08
BI	4	Amherthnasol	2	-3.26	2.48	-0.40	0.02	-0.24	-0.32	-1.18	-1.72
BI	4	Amherthnasol	3	-3.26	2.63	-0.40	0.02	-0.24	-0.32	-1.03	-1.58
BI	4	Amherthnasol	4	-3.26	3.27	-0.40	0.02	-0.24	-0.32	-0.39	-0.93
BI	6	Amherthnasol	2	-5.03	2.28	-0.77	0.04	-0.51	-0.69	-3.53	-4.69
BI	6	Amherthnasol	3	-5.03	2.42	-0.77	0.04	-0.51	-0.69	-3.38	-4.54
BI	6	Amherthnasol	4	-5.03	3.10	-0.77	0.04	-0.51	-0.69	-2.70	-3.86
BI	8	Amherthnasol	2	-6.61	1.29	-1.27	0.06	-0.84	-1.26	-6.59	-8.62
BI	8	Amherthnasol	3	-6.61	1.33	-1.27	0.06	-0.84	-1.26	-6.55	-8.58

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	8	Amherthnasol	4	-6.61	1.92	-1.27	0.06	-0.84	-1.26	-5.96	-8.00
BI	10	Amherthnasol	2	-8.06	0.92	-1.80	0.07	-1.08	-1.79	-8.94	-11.74
BI	10	Amherthnasol	3	-8.06	0.94	-1.80	0.07	-1.08	-1.79	-8.92	-11.72
BI	10	Amherthnasol	4	-8.06	1.52	-1.80	0.07	-1.08	-1.79	-8.35	-11.15
PO	2	Amherthnasol	2	-1.28	3.21	-0.14	0.01	-0.09	-0.11	1.78	1.60
PO	2	Amherthnasol	3	-1.28	3.48	-0.14	0.01	-0.09	-0.11	2.06	1.87
PO	2	Amherthnasol	4	-1.28	4.21	-0.14	0.01	-0.09	-0.11	2.78	2.59
PO	4	Amherthnasol	2	-2.57	3.01	-0.29	0.02	-0.18	-0.23	0.16	-0.23
PO	4	Amherthnasol	3	-2.57	3.25	-0.29	0.02	-0.18	-0.23	0.39	0.01
PO	4	Amherthnasol	4	-2.57	3.97	-0.29	0.02	-0.18	-0.23	1.11	0.73
PO	6	Amherthnasol	2	-3.98	2.84	-0.55	0.04	-0.37	-0.49	-1.69	-2.52
PO	6	Amherthnasol	3	-3.98	3.09	-0.55	0.04	-0.37	-0.49	-1.44	-2.27

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	6	Amherthnasol	4	-3.98	3.80	-0.55	0.04	-0.37	-0.49	-0.73	-1.55
PO	8	Amherthnasol	2	-5.25	2.57	-0.90	0.05	-0.61	-0.90	-3.58	-5.03
PO	8	Amherthnasol	3	-5.25	2.81	-0.90	0.05	-0.61	-0.90	-3.34	-4.80
PO	8	Amherthnasol	4	-5.25	3.52	-0.90	0.05	-0.61	-0.90	-2.63	-4.09
SP	8	Amherthnasol	2	-3.79	2.30	-0.44	0.02	-0.15	-0.18	-1.93	-2.24
SP	8	Amherthnasol	3	-3.79	2.40	-0.44	0.02	-0.15	-0.18	-1.83	-2.14
SP	8	Amherthnasol	4	-3.79	3.05	-0.44	0.02	-0.15	-0.18	-1.18	-1.49
SP	10	Amherthnasol	2	-4.78	2.07	-0.71	0.04	-0.41	-0.53	-3.43	-4.33
SP	10	Amherthnasol	3	-4.78	2.17	-0.71	0.04	-0.41	-0.53	-3.32	-4.23
SP	10	Amherthnasol	4	-4.78	2.80	-0.71	0.04	-0.41	-0.53	-2.69	-3.60
SS	12	Amherthnasol	2	-5.64	2.00	-0.76	0.05	-0.43	-0.69	-4.39	-5.47
SS	12	Amherthnasol	3	-5.64	2.09	-0.76	0.05	-0.43	-0.69	-4.31	-5.39

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
SS	12	Amherthnasol	4	-5.64	2.71	-0.76	0.05	-0.43	-0.69	-3.69	-4.77
SS	20	Amherthnasol	2	-10.95	1.16	-1.90	0.10	-1.06	-1.87	-11.70	-14.53
SS	20	Amherthnasol	3	-10.95	1.20	-1.90	0.10	-1.06	-1.87	-11.65	-14.48
SS	20	Amherthnasol	4	-10.95	1.82	-1.90	0.10	-1.06	-1.87	-11.04	-13.86
DF	8	Amherthnasol	2	-4.05	2.11	-0.40	0.02	-0.15	-0.23	-2.33	-2.69
DF	8	Amherthnasol	3	-4.05	2.18	-0.40	0.02	-0.15	-0.23	-2.27	-2.63
DF	8	Amherthnasol	4	-4.05	2.80	-0.40	0.02	-0.15	-0.23	-1.65	-2.00
DF	10	Amherthnasol	2	-5.12	1.95	-0.78	0.04	-0.36	-0.57	-3.94	-4.84
DF	10	Amherthnasol	3	-5.12	2.04	-0.78	0.04	-0.36	-0.57	-3.86	-4.76
DF	10	Amherthnasol	4	-5.12	2.68	-0.78	0.04	-0.36	-0.57	-3.22	-4.11
DF	12	Amherthnasol	2	-6.88	1.72	-0.94	0.05	-0.45	-0.72	-6.09	-7.22
DF	12	Amherthnasol	3	-6.88	1.81	-0.94	0.05	-0.45	-0.72	-6.01	-7.14

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	12	Amherthnasol	4	-6.88	2.45	-0.94	0.05	-0.45	-0.72	-5.37	-6.50

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-7 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i Goedwigaeth Gorchudd Parhaus (CCF). Gorwel amser 80 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchiol pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	Amherthnasol	2	-1.76	1.35	-0.28	0.02	-0.22	-0.35	-0.69	-1.25
BE	2	Amherthnasol	3	-1.76	1.48	-0.28	0.02	-0.22	-0.35	-0.57	-1.12
BE	2	Amherthnasol	4	-1.76	1.92	-0.28	0.02	-0.22	-0.35	-0.13	-0.68
BE	6	Amherthnasol	2	-5.29	-0.14	-0.94	0.05	-0.71	-1.20	-6.37	-8.24
BE	6	Amherthnasol	3	-5.29	-0.23	-0.94	0.05	-0.71	-1.20	-6.46	-8.32
BE	6	Amherthnasol	4	-5.29	0.14	-0.94	0.05	-0.71	-1.20	-6.09	-7.96
OK	2	Amherthnasol	2	-1.90	1.37	-0.26	0.02	-0.21	-0.32	-0.79	-1.30
OK	2	Amherthnasol	3	-1.90	1.50	-0.26	0.02	-0.21	-0.32	-0.65	-1.16
OK	2	Amherthnasol	4	-1.90	1.95	-0.26	0.02	-0.21	-0.32	-0.21	-0.71
OK	4	Amherthnasol	2	-3.79	0.47	-0.52	0.03	-0.43	-0.63	-3.84	-4.87
OK	4	Amherthnasol	3	-3.79	0.48	-0.52	0.03	-0.43	-0.63	-3.83	-4.86

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
OK	4	Amherthnasol	4	-3.79	0.87	-0.52	0.03	-0.43	-0.63	-3.44	-4.47
OK	6	Amherthnasol	2	-5.22	-0.28	-0.92	0.05	-0.71	-1.19	-6.42	-8.27
OK	6	Amherthnasol	3	-5.22	-0.39	-0.92	0.05	-0.71	-1.19	-6.53	-8.38
OK	6	Amherthnasol	4	-5.22	-0.04	-0.92	0.05	-0.71	-1.19	-6.18	-8.03
BI	4	Amherthnasol	2	-2.18	0.43	-0.58	0.04	-0.52	-0.83	-2.33	-3.64
BI	4	Amherthnasol	3	-2.18	0.42	-0.58	0.04	-0.52	-0.83	-2.35	-3.66
BI	4	Amherthnasol	4	-2.18	0.76	-0.58	0.04	-0.52	-0.83	-2.00	-3.31
BI	6	Amherthnasol	2	-2.63	0.00	-0.92	0.06	-0.79	-1.40	-3.54	-5.67
BI	6	Amherthnasol	3	-2.63	-0.09	-0.92	0.06	-0.79	-1.40	-3.64	-5.77
BI	6	Amherthnasol	4	-2.63	0.24	-0.92	0.06	-0.79	-1.40	-3.30	-5.43
BI	8	Amherthnasol	2	-3.05	-1.06	-1.09	0.08	-0.88	-2.37	-5.20	-8.37
BI	8	Amherthnasol	3	-3.05	-1.37	-1.09	0.08	-0.88	-2.37	-5.51	-8.68

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	8	Amherthnasol	4	-3.05	-1.16	-1.09	0.08	-0.88	-2.37	-5.30	-8.47
BI	10	Amherthnasol	2	-3.50	-1.33	-1.32	0.10	-1.09	-3.09	-6.15	-10.23
BI	10	Amherthnasol	3	-3.50	-1.71	-1.32	0.10	-1.09	-3.09	-6.53	-10.61
BI	10	Amherthnasol	4	-3.50	-1.55	-1.32	0.10	-1.09	-3.09	-6.37	-10.45
PO	2	Amherthnasol	2	-0.88	1.86	-0.21	0.02	-0.19	-0.29	0.78	0.31
PO	2	Amherthnasol	3	-0.88	2.07	-0.21	0.02	-0.19	-0.29	0.99	0.52
PO	2	Amherthnasol	4	-0.88	2.56	-0.21	0.02	-0.19	-0.29	1.47	1.01
PO	4	Amherthnasol	2	-1.76	1.35	-0.42	0.04	-0.39	-0.59	-0.82	-1.76
PO	4	Amherthnasol	3	-1.76	1.48	-0.42	0.04	-0.39	-0.59	-0.69	-1.63
PO	4	Amherthnasol	4	-1.76	1.93	-0.42	0.04	-0.39	-0.59	-0.24	-1.18
PO	6	Amherthnasol	2	-2.13	0.95	-0.65	0.06	-0.58	-1.00	-1.83	-3.36
PO	6	Amherthnasol	3	-2.13	1.03	-0.65	0.06	-0.58	-1.00	-1.75	-3.28

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	6	Amherthnasol	4	-2.13	1.45	-0.65	0.06	-0.58	-1.00	-1.33	-2.86
PO	8	Amherthnasol	2	-2.49	0.22	-0.78	0.08	-0.66	-1.69	-3.05	-5.32
PO	8	Amherthnasol	3	-2.49	0.18	-0.78	0.08	-0.66	-1.69	-3.09	-5.36
PO	8	Amherthnasol	4	-2.49	0.53	-0.78	0.08	-0.66	-1.69	-2.74	-5.01
SP	8	Amherthnasol	2	-5.71	-0.32	-0.98	0.06	-0.59	-1.38	-7.02	-8.92
SP	8	Amherthnasol	3	-5.71	-0.42	-0.98	0.06	-0.59	-1.38	-7.11	-9.02
SP	8	Amherthnasol	4	-5.71	-0.08	-0.98	0.06	-0.59	-1.38	-6.78	-8.68
SP	10	Amherthnasol	2	-6.59	-0.87	-1.20	0.08	-0.73	-2.05	-8.67	-11.37
SP	10	Amherthnasol	3	-6.59	-1.04	-1.20	0.08	-0.73	-2.05	-8.84	-11.54
SP	10	Amherthnasol	4	-6.59	-0.76	-1.20	0.08	-0.73	-2.05	-8.55	-11.26
SS	12	Amherthnasol	2	-6.05	-0.74	-1.22	0.09	-0.70	-2.06	-8.02	-10.68
SS	12	Amherthnasol	3	-6.05	-0.93	-1.22	0.09	-0.70	-2.06	-8.21	-10.87

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
SS	12	Amherthnasol	4	-6.05	-0.64	-1.22	0.09	-0.70	-2.06	-7.91	-10.58
SS	20	Amherthnasol	2	-7.89	-2.14	-1.91	0.16	-1.12	-3.97	-11.95	-16.88
SS	20	Amherthnasol	3	-7.89	-2.56	-1.91	0.16	-1.12	-3.97	-12.37	-17.30
SS	20	Amherthnasol	4	-7.89	-2.41	-1.91	0.16	-1.12	-3.97	-12.22	-17.15
DF	8	Amherthnasol	2	-4.77	-0.37	-0.82	0.06	-0.51	-1.33	-5.96	-7.74
DF	8	Amherthnasol	3	-4.77	-0.48	-0.82	0.06	-0.51	-1.33	-6.07	-7.85
DF	8	Amherthnasol	4	-4.77	-0.16	-0.82	0.06	-0.51	-1.33	-5.75	-7.53
DF	10	Amherthnasol	2	-5.38	-0.88	-1.20	0.08	-0.64	-1.93	-7.46	-9.96
DF	10	Amherthnasol	3	-5.38	-1.07	-1.20	0.08	-0.64	-1.93	-7.65	-10.14
DF	10	Amherthnasol	4	-5.38	-0.78	-1.20	0.08	-0.64	-1.93	-7.36	-9.85
DF	12	Amherthnasol	2	-6.24	-1.38	-1.17	0.10	-0.74	-2.39	-8.79	-11.83
DF	12	Amherthnasol	3	-6.24	-1.65	-1.17	0.10	-0.74	-2.39	-9.05	-12.09

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau au coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	12	Amherthnasol	4	-6.24	-1.42	-1.17	0.10	-0.74	-2.39	-8.82	-11.86

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-8 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i Goedwigaeth Gorchudd Parhaus (CCF). Gorwel amser 200 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchiwn pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	Amherthnasol	2	-0.67	-0.03	-0.13	0.03	-0.23	-0.65	-0.82	-1.68
BE	2	Amherthnasol	3	-0.67	-0.09	-0.13	0.03	-0.23	-0.65	-0.89	-1.74
BE	2	Amherthnasol	4	-0.67	0.13	-0.13	0.03	-0.23	-0.65	-0.67	-1.53
BE	6	Amherthnasol	2	-1.52	-1.32	-0.40	0.06	-0.70	-2.03	-3.24	-5.91
BE	6	Amherthnasol	3	-1.52	-1.72	-0.40	0.06	-0.70	-2.03	-3.64	-6.31
BE	6	Amherthnasol	4	-1.52	-1.71	-0.40	0.06	-0.70	-2.03	-3.63	-6.30
OK	2	Amherthnasol	2	-0.35	0.17	-0.13	0.03	-0.23	-0.59	-0.31	-1.10
OK	2	Amherthnasol	3	-0.35	0.15	-0.13	0.03	-0.23	-0.59	-0.33	-1.12
OK	2	Amherthnasol	4	-0.35	0.38	-0.13	0.03	-0.23	-0.59	-0.10	-0.89
OK	4	Amherthnasol	2	-0.71	-0.53	-0.25	0.04	-0.47	-1.17	-1.48	-3.08
OK	4	Amherthnasol	3	-0.71	-0.73	-0.25	0.04	-0.47	-1.17	-1.69	-3.29

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
OK	4	Amherthnasol	4	-0.71	-0.62	-0.25	0.04	-0.47	-1.17	-1.57	-3.17
OK	6	Amherthnasol	2	-0.96	-0.76	-0.38	0.06	-0.68	-1.94	-2.10	-4.65
OK	6	Amherthnasol	3	-0.96	-1.07	-0.38	0.06	-0.68	-1.94	-2.41	-4.96
OK	6	Amherthnasol	4	-0.96	-1.03	-0.38	0.06	-0.68	-1.94	-2.37	-4.92
BI	4	Amherthnasol	2	-0.51	0.14	-0.24	0.05	-0.60	-1.15	-0.61	-2.31
BI	4	Amherthnasol	3	-0.51	0.07	-0.24	0.05	-0.60	-1.15	-0.68	-2.37
BI	4	Amherthnasol	4	-0.51	0.26	-0.24	0.05	-0.60	-1.15	-0.49	-2.18
BI	6	Amherthnasol	2	-1.23	0.01	-0.35	0.08	-0.97	-1.91	-1.57	-4.37
BI	6	Amherthnasol	3	-1.23	-0.08	-0.35	0.08	-0.97	-1.91	-1.66	-4.46
BI	6	Amherthnasol	4	-1.23	0.09	-0.35	0.08	-0.97	-1.91	-1.48	-4.29
BI	8	Amherthnasol	2	-1.70	-0.69	-0.57	0.10	-1.14	-3.05	-2.96	-7.05
BI	8	Amherthnasol	3	-1.70	-0.95	-0.57	0.10	-1.14	-3.05	-3.23	-7.32

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	8	Amherthnasol	4	-1.70	-0.91	-0.57	0.10	-1.14	-3.05	-3.19	-7.28
BI	10	Amherthnasol	2	-1.96	-1.08	-0.74	0.13	-1.43	-3.98	-3.78	-9.06
BI	10	Amherthnasol	3	-1.96	-1.44	-0.74	0.13	-1.43	-3.98	-4.14	-9.42
BI	10	Amherthnasol	4	-1.96	-1.48	-0.74	0.13	-1.43	-3.98	-4.18	-9.46
PO	2	Amherthnasol	3	-0.21	1.11	-0.09	0.03	-0.22	-0.41	0.81	0.21
PO	2	Amherthnasol	4	-0.21	1.43	-0.09	0.03	-0.22	-0.41	1.14	0.54
PO	4	Amherthnasol	2	-0.42	0.64	-0.17	0.05	-0.44	-0.82	0.05	-1.16
PO	4	Amherthnasol	3	-0.42	0.72	-0.17	0.05	-0.44	-0.82	0.13	-1.09
PO	4	Amherthnasol	4	-0.42	1.00	-0.17	0.05	-0.44	-0.82	0.40	-0.81
PO	6	Amherthnasol	2	-0.99	0.47	-0.25	0.08	-0.72	-1.36	-0.76	-2.77
PO	6	Amherthnasol	3	-0.99	0.52	-0.25	0.08	-0.72	-1.36	-0.72	-2.73
PO	6	Amherthnasol	4	-0.99	0.77	-0.25	0.08	-0.72	-1.36	-0.47	-2.48

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	8	Amherthnasol	2	-1.37	0.18	-0.41	0.10	-0.85	-2.18	-1.60	-4.53
PO	8	Amherthnasol	3	-1.37	0.15	-0.41	0.10	-0.85	-2.18	-1.63	-4.56
PO	8	Amherthnasol	4	-1.37	0.36	-0.41	0.10	-0.85	-2.18	-1.42	-4.35
SP	8	Amherthnasol	2	-1.92	-0.36	-0.38	0.08	-0.68	-1.97	-2.66	-5.23
SP	8	Amherthnasol	3	-1.92	-0.54	-0.38	0.08	-0.68	-1.97	-2.84	-5.41
SP	8	Amherthnasol	4	-1.92	-0.45	-0.38	0.08	-0.68	-1.97	-2.75	-5.32
SP	10	Amherthnasol	2	-2.54	-0.78	-0.59	0.11	-0.86	-2.72	-3.91	-7.37
SP	10	Amherthnasol	3	-2.54	-1.04	-0.59	0.11	-0.86	-2.72	-4.17	-7.64
SP	10	Amherthnasol	4	-2.54	-1.03	-0.59	0.11	-0.86	-2.72	-4.16	-7.63
SS	12	Amherthnasol	2	-2.32	-0.71	-0.43	0.12	-0.79	-2.73	-3.47	-6.86
SS	12	Amherthnasol	3	-2.32	-0.96	-0.43	0.12	-0.79	-2.73	-3.71	-7.11
SS	12	Amherthnasol	4	-2.32	-0.89	-0.43	0.12	-0.79	-2.73	-3.64	-7.04

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
SS	20	Amherthnasol	2	-2.43	-1.50	-0.80	0.21	-1.34	-5.12	-4.73	-10.98
SS	20	Amherthnasol	3	-2.43	-1.97	-0.80	0.21	-1.34	-5.12	-5.21	-11.45
SS	20	Amherthnasol	4	-2.43	-2.13	-0.80	0.21	-1.34	-5.12	-5.37	-11.61
DF	8	Amherthnasol	2	-1.99	-0.42	-0.38	0.08	-0.57	-1.90	-2.79	-5.19
DF	8	Amherthnasol	3	-1.99	-0.60	-0.38	0.08	-0.57	-1.90	-2.97	-5.36
DF	8	Amherthnasol	4	-1.99	-0.51	-0.38	0.08	-0.57	-1.90	-2.87	-5.27
DF	10	Amherthnasol	2	-2.20	-0.77	-0.57	0.10	-0.71	-2.58	-3.54	-6.73
DF	10	Amherthnasol	3	-2.20	-1.02	-0.57	0.10	-0.71	-2.58	-3.79	-6.98
DF	10	Amherthnasol	4	-2.20	-0.99	-0.57	0.10	-0.71	-2.58	-3.76	-6.95
DF	12	Amherthnasol	2	-2.53	-1.14	-0.49	0.12	-0.84	-3.17	-4.17	-8.06
DF	12	Amherthnasol	3	-2.53	-1.47	-0.49	0.12	-0.84	-3.17	-4.50	-8.39
DF	12	Amherthnasol	4	-2.53	-1.53	-0.49	0.12	-0.84	-3.17	-4.56	-8.44

Allwedd: *BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka*

Tabl A2-9 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i goedwigaeth Teneuo a Chwyrmpo gonfensiynol. Gorwel amser 5 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchi n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediad au coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	100	2	-0.01	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.45
BE	2	100	3	-0.01	2.09	0.00	0.01	0.00	0.00	2.08	2.09
BE	2	100	4	-0.01	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.87	2.87
BE	6	100	2	-0.02	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.43	2.43
BE	6	100	3	-0.02	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	2.03	2.03
BE	6	100	4	-0.02	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.85	2.86
OK	2	120	2	-0.02	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.42	2.42
OK	2	120	3	-0.02	2.07	0.00	0.01	0.00	0.00	2.05	2.06
OK	2	120	4	-0.02	2.88	0.00	0.01	0.00	0.00	2.86	2.87
OK	4	120	2	-0.04	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.41	2.42
OK	4	120	3	-0.04	2.13	0.00	0.01	0.00	0.00	2.09	2.09
OK	4	120	4	-0.04	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.87	2.88
OK	6	120	2	-0.13	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.30	2.31
OK	6	120	3	-0.13	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.93	1.94
OK	6	120	4	-0.13	2.90	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.78
BI	4	100	2	-0.08	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.35	2.35

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	4	100	3	-0.08	2.12	0.00	0.01	0.00	0.00	2.04	2.04
BI	4	100	4	-0.08	2.92	0.00	0.01	0.00	0.00	2.83	2.84
BI	6	100	2	-0.08	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.37	2.38
BI	6	100	3	-0.08	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	2.02	2.02
BI	6	100	4	-0.08	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.83	2.84
BI	8	100	2	-0.26	2.49	0.00	0.01	0.00	0.00	2.22	2.23
BI	8	100	3	-0.26	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	1.84	1.84
BI	8	100	4	-0.26	2.96	0.00	0.01	0.00	0.00	2.69	2.70
BI	10	100	2	-0.24	2.53	0.00	0.01	0.00	0.00	2.29	2.29
BI	10	100	3	-0.24	2.18	0.00	0.01	0.00	0.00	1.93	1.94
BI	10	100	4	-0.24	3.01	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.78
PO	2	50	3	-0.03	2.21	0.00	0.01	0.00	0.00	2.18	2.19
PO	2	50	4	-0.03	2.95	0.00	0.01	0.00	0.00	2.92	2.93
PO	4	50	2	-0.06	2.50	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.45
PO	4	50	3	-0.06	2.18	0.00	0.01	0.00	0.00	2.12	2.12
PO	4	50	4	-0.06	2.97	0.00	0.01	0.00	0.00	2.91	2.91
PO	6	50	2	-0.06	2.65	0.00	0.01	0.00	0.00	2.58	2.59
PO	6	50	3	-0.06	2.31	0.00	0.01	0.00	0.00	2.25	2.26
PO	6	50	4	-0.06	3.15	0.00	0.01	0.00	0.00	3.09	3.09

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	8	50	2	-0.20	2.78	0.00	0.01	0.00	0.00	2.58	2.59
PO	8	50	3	-0.20	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.24	2.24
PO	8	50	4	-0.20	3.26	0.00	0.01	0.00	0.00	3.05	3.06
SP	8	70	2	-0.06	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.37	2.37
SP	8	70	3	-0.06	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	1.98	1.99
SP	8	70	4	-0.06	2.88	0.00	0.01	0.00	0.00	2.81	2.82
SP	10	70	2	-0.18	2.47	0.00	0.01	0.00	0.00	2.29	2.29
SP	10	70	3	-0.18	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.88	1.89
SP	10	70	4	-0.18	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.71	2.71
SS	12	50	2	-0.15	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.27	2.28
SS	12	50	3	-0.15	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.91	1.92
SS	12	50	4	-0.15	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.74	2.74
SS	20	50	2	-0.09	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.36	2.36
SS	20	50	3	-0.09	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	2.02	2.02
SS	20	50	4	-0.09	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.78	2.79
DF	8	70	2	-0.01	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.44
DF	8	70	3	-0.01	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	2.04	2.05

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	8	70	4	-0.01	2.93	0.00	0.01	0.00	0.00	2.92	2.93
DF	10	70	2	-0.14	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.28	2.29
DF	10	70	3	-0.14	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.91	1.92
DF	10	70	4	-0.14	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.77
DF	12	70	2	-0.16	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.27	2.28
DF	12	70	3	-0.16	2.04	0.00	0.01	0.00	0.00	1.88	1.88
DF	12	70	4	-0.16	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.72	2.73

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-10 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i goedwigaeth Teneuo a Chwmpo gonfensiynol. Gorwel amser 30 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediad au coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	100	2	-0.63	2.41	0.00	0.01	0.00	0.00	1.79	1.79
BE	2	100	3	-0.63	2.47	0.00	0.01	0.00	0.00	1.84	1.85
BE	2	100	4	-0.63	3.05	0.00	0.01	0.00	0.00	2.42	2.43
BE	6	100	2	-3.15	2.41	-0.22	0.01	-0.10	-0.14	-0.96	-1.18
BE	6	100	3	-3.15	2.53	-0.22	0.01	-0.10	-0.14	-0.84	-1.06
BE	6	100	4	-3.15	3.17	-0.22	0.01	-0.10	-0.14	-0.20	-0.42
OK	2	120	2	-1.31	2.57	0.00	0.01	0.00	0.00	1.26	1.27
OK	2	120	3	-1.31	2.67	0.00	0.01	0.00	0.00	1.36	1.37
OK	2	120	4	-1.31	3.29	0.00	0.01	0.00	0.00	1.99	1.99
OK	4	120	2	-2.62	2.37	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.25	-0.24
OK	4	120	3	-2.62	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.17	-0.17
OK	4	120	4	-2.62	3.06	0.00	0.01	0.00	0.00	0.45	0.45
OK	6	120	2	-4.16	2.25	-0.51	0.02	-0.20	-0.26	-2.42	-2.87
OK	6	120	3	-4.16	2.37	-0.51	0.02	-0.20	-0.26	-2.30	-2.74
OK	6	120	4	-4.16	3.03	-0.51	0.02	-0.20	-0.26	-1.64	-2.08
BI	4	100	2	-3.26	2.48	-0.40	0.02	-0.24	-0.32	-1.18	-1.72

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	4	100	3	-3.26	2.63	-0.40	0.02	-0.24	-0.32	-1.03	-1.58
BI	4	100	4	-3.26	3.27	-0.40	0.02	-0.24	-0.32	-0.39	-0.93
BI	6	100	2	-5.03	2.28	-0.77	0.04	-0.51	-0.69	-3.53	-4.69
BI	6	100	3	-5.03	2.42	-0.77	0.04	-0.51	-0.69	-3.38	-4.54
BI	6	100	4	-5.03	3.10	-0.77	0.04	-0.51	-0.69	-2.70	-3.86
BI	8	100	2	-6.61	1.89	-1.21	0.06	-0.84	-1.20	-5.93	-7.92
BI	8	100	3	-6.61	2.02	-1.21	0.06	-0.84	-1.20	-5.81	-7.80
BI	8	100	4	-6.61	2.68	-1.21	0.06	-0.84	-1.20	-5.15	-7.14
BI	10	100	2	-8.06	1.63	-1.66	0.07	-1.16	-1.65	-8.09	-10.83
BI	10	100	3	-8.06	1.75	-1.66	0.07	-1.16	-1.65	-7.97	-10.71
BI	10	100	4	-8.06	2.41	-1.66	0.07	-1.16	-1.65	-7.32	-10.06
PO	2	50	2	-1.28	3.21	-0.14	0.01	-0.09	-0.11	1.78	1.60
PO	2	50	3	-1.28	3.48	-0.14	0.01	-0.09	-0.11	2.06	1.87
PO	2	50	4	-1.28	4.21	-0.14	0.01	-0.09	-0.11	2.78	2.59
PO	4	50	2	-2.57	3.01	-0.29	0.02	-0.18	-0.23	0.16	-0.23
PO	4	50	3	-2.57	3.25	-0.29	0.02	-0.18	-0.23	0.39	0.01
PO	4	50	4	-2.57	3.97	-0.29	0.02	-0.18	-0.23	1.11	0.73
PO	6	50	2	-3.98	2.84	-0.55	0.04	-0.37	-0.49	-1.69	-2.52
PO	6	50	3	-3.98	3.09	-0.55	0.04	-0.37	-0.49	-1.44	-2.27

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	6	50	4	-3.98	3.80	-0.55	0.04	-0.37	-0.49	-0.73	-1.55
PO	8	50	2	-5.25	2.57	-0.86	0.05	-0.62	-0.85	-3.53	-4.95
PO	8	50	3	-5.25	2.81	-0.86	0.05	-0.62	-0.85	-3.30	-4.72
PO	8	50	4	-5.25	3.52	-0.86	0.05	-0.62	-0.85	-2.59	-4.01
SP	8	70	2	-3.79	2.30	-0.44	0.02	-0.15	-0.18	-1.93	-2.24
SP	8	70	3	-3.79	2.40	-0.44	0.02	-0.15	-0.18	-1.83	-2.14
SP	8	70	4	-3.79	3.05	-0.44	0.02	-0.15	-0.18	-1.18	-1.49
SP	10	70	2	-4.78	2.07	-0.71	0.04	-0.41	-0.53	-3.43	-4.33
SP	10	70	3	-4.78	2.17	-0.71	0.04	-0.41	-0.53	-3.32	-4.23
SP	10	70	4	-4.78	2.80	-0.71	0.04	-0.41	-0.53	-2.69	-3.60
SS	12	50	2	-5.64	2.00	-0.76	0.05	-0.43	-0.69	-4.39	-5.47
SS	12	50	3	-5.64	2.09	-0.76	0.05	-0.43	-0.69	-4.31	-5.39
SS	12	50	4	-5.64	2.71	-0.76	0.05	-0.43	-0.69	-3.69	-4.77
SS	20	50	2	-10.95	1.16	-1.90	0.10	-1.06	-1.87	-11.70	-14.53
SS	20	50	3	-10.95	1.20	-1.90	0.10	-1.06	-1.87	-11.65	-14.48
SS	20	50	4	-10.95	1.82	-1.90	0.10	-1.06	-1.87	-11.04	-13.86
DF	8	70	2	-4.05	2.11	-0.40	0.02	-0.15	-0.23	-2.33	-2.69

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchio n pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/ bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	8	70	3	-4.05	2.18	-0.40	0.02	-0.15	-0.23	-2.27	-2.63
DF	8	70	4	-4.05	2.80	-0.40	0.02	-0.15	-0.23	-1.65	-2.00
DF	10	70	2	-5.12	1.95	-0.78	0.04	-0.36	-0.57	-3.94	-4.84
DF	10	70	3	-5.12	2.04	-0.78	0.04	-0.36	-0.57	-3.86	-4.76
DF	10	70	4	-5.12	2.68	-0.78	0.04	-0.36	-0.57	-3.22	-4.11
DF	12	70	2	-6.88	1.72	-0.94	0.05	-0.45	-0.72	-6.09	-7.22
DF	12	70	3	-6.88	1.81	-0.94	0.05	-0.45	-0.72	-6.01	-7.14
DF	12	70	4	-6.88	2.45	-0.94	0.05	-0.45	-0.72	-5.37	-6.50

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-11 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i goedwigaeth Teneuo a Chwmpo gonfensiynol. Gorwel amser 80 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	100	2	-1.76	1.47	-0.27	0.02	-0.22	-0.34	-0.56	-1.10
BE	2	100	3	-1.76	1.61	-0.27	0.02	-0.22	-0.34	-0.42	-0.95
BE	2	100	4	-1.76	2.07	-0.27	0.02	-0.22	-0.34	0.04	-0.50
BE	6	100	2	-5.29	-0.14	-0.92	0.05	-0.72	-1.17	-6.35	-8.20
BE	6	100	3	-5.29	-0.23	-0.92	0.05	-0.72	-1.17	-6.44	-8.29
BE	6	100	4	-5.29	0.14	-0.92	0.05	-0.72	-1.17	-6.07	-7.92
OK	2	120	2	-1.90	1.37	-0.26	0.02	-0.21	-0.32	-0.79	-1.30
OK	2	120	3	-1.90	1.50	-0.26	0.02	-0.21	-0.32	-0.65	-1.16
OK	2	120	4	-1.90	1.95	-0.26	0.02	-0.21	-0.32	-0.21	-0.71
OK	4	120	2	-3.79	0.47	-0.52	0.03	-0.43	-0.63	-3.84	-4.87
OK	4	120	3	-3.79	0.48	-0.52	0.03	-0.43	-0.63	-3.83	-4.86
OK	4	120	4	-3.79	0.87	-0.52	0.03	-0.43	-0.63	-3.44	-4.47
OK	6	120	2	-5.22	-0.28	-0.92	0.05	-0.71	-1.19	-6.42	-8.27
OK	6	120	3	-5.22	-0.39	-0.92	0.05	-0.71	-1.19	-6.53	-8.38
OK	6	120	4	-5.22	-0.04	-0.92	0.05	-0.71	-1.19	-6.18	-8.03
BI	4	100	2	-3.11	0.52	-0.32	0.03	-0.37	-0.54	-2.90	-3.78

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	4	100	3	-3.11	0.54	-0.32	0.03	-0.37	-0.54	-2.89	-3.77
BI	4	100	4	-3.11	0.91	-0.32	0.03	-0.37	-0.54	-2.51	-3.39
BI	6	100	2	-4.27	-0.01	-0.47	0.04	-0.57	-0.87	-4.75	-6.15
BI	6	100	3	-4.27	-0.09	-0.47	0.04	-0.57	-0.87	-4.83	-6.23
BI	6	100	4	-4.27	0.26	-0.47	0.04	-0.57	-0.87	-4.48	-5.88
BI	8	100	2	-5.39	-0.99	-0.58	0.06	-0.71	-1.40	-6.96	-9.01
BI	8	100	3	-5.39	-1.25	-0.58	0.06	-0.71	-1.40	-7.21	-9.27
BI	8	100	4	-5.39	-0.99	-0.58	0.06	-0.71	-1.40	-6.95	-9.01
BI	10	100	2	-6.45	-1.48	-0.69	0.07	-0.89	-1.81	-8.63	-11.26
BI	10	100	3	-6.45	-1.80	-0.69	0.07	-0.89	-1.81	-8.94	-11.58
BI	10	100	4	-6.45	-1.58	-0.69	0.07	-0.89	-1.81	-8.72	-11.35
PO	2	50	2	-0.62	1.89	-0.25	0.03	-0.27	-0.38	1.02	0.41
PO	2	50	3	-0.62	2.08	-0.25	0.03	-0.27	-0.38	1.21	0.60
PO	2	50	4	-0.62	2.55	-0.25	0.03	-0.27	-0.38	1.68	1.07
PO	4	50	2	-1.25	1.62	-0.49	0.05	-0.53	-0.75	-0.13	-1.36
PO	4	50	3	-1.25	1.76	-0.49	0.05	-0.53	-0.75	0.01	-1.22
PO	4	50	4	-1.25	2.20	-0.49	0.05	-0.53	-0.75	0.46	-0.78
PO	6	50	2	-1.90	1.39	-0.69	0.07	-0.80	-1.25	-1.20	-3.17
PO	6	50	3	-1.90	1.50	-0.69	0.07	-0.80	-1.25	-1.09	-3.05

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	6	50	4	-1.90	1.93	-0.69	0.07	-0.80	-1.25	-0.66	-2.62
PO	8	50	2	-2.50	1.12	-0.73	0.10	-0.97	-1.97	-2.10	-4.95
PO	8	50	3	-2.50	1.21	-0.73	0.10	-0.97	-1.97	-2.02	-4.87
PO	8	50	4	-2.50	1.61	-0.73	0.10	-0.97	-1.97	-1.61	-4.46
SP	8	70	2	-1.27	-0.08	-2.33	0.11	-0.94	-2.77	-3.68	-7.28
SP	8	70	3	-1.27	-0.18	-2.33	0.11	-0.94	-2.77	-3.78	-7.38
SP	8	70	4	-1.27	0.12	-2.33	0.11	-0.94	-2.77	-3.48	-7.08
SP	10	70	2	-1.57	-0.49	-2.76	0.14	-1.12	-3.65	-4.83	-9.46
SP	10	70	3	-1.57	-0.66	-2.76	0.14	-1.12	-3.65	-5.00	-9.63
SP	10	70	4	-1.57	-0.41	-2.76	0.14	-1.12	-3.65	-4.74	-9.38
SS	12	50	2	-2.87	0.55	-0.95	0.12	-0.96	-2.66	-3.27	-6.77
SS	12	50	3	-2.87	0.49	-0.95	0.12	-0.96	-2.66	-3.33	-6.83
SS	12	50	4	-2.87	0.83	-0.95	0.12	-0.96	-2.66	-2.99	-6.49
SS	20	50	2	-5.35	-0.46	-1.56	0.22	-1.61	-5.09	-7.37	-13.85
SS	20	50	3	-5.35	-0.67	-1.56	0.22	-1.61	-5.09	-7.58	-14.06
SS	20	50	4	-5.35	-0.41	-1.56	0.22	-1.61	-5.09	-7.32	-13.81
DF	8	70	2	-1.04	-0.18	-2.17	0.11	-0.78	-2.69	-3.39	-6.76

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	8	70	3	-1.04	-0.31	-2.17	0.11	-0.78	-2.69	-3.51	-6.88
DF	8	70	4	-1.04	-0.02	-2.17	0.11	-0.78	-2.69	-3.22	-6.59
DF	10	70	2	-1.30	-0.60	-2.71	0.13	-0.92	-3.46	-4.61	-8.85
DF	10	70	3	-1.30	-0.78	-2.71	0.13	-0.92	-3.46	-4.80	-9.04
DF	10	70	4	-1.30	-0.53	-2.71	0.13	-0.92	-3.46	-4.55	-8.79
DF	12	70	2	-1.51	-0.99	-3.01	0.15	-1.07	-4.19	-5.51	-10.62
DF	12	70	3	-1.51	-1.24	-3.01	0.15	-1.07	-4.19	-5.76	-10.87
DF	12	70	4	-1.51	-1.04	-3.01	0.15	-1.07	-4.19	-5.56	-10.67

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-12 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i goedwigaeth Teneuo a Chwmpo gonfensiynol. Gorwel amser 200 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carb + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dr orwel amser
		Blynyddoedd		tCO₂/ha/bl	tCO₂/ha/bl	tCO₂/ha/bl	tCO₂- eq./ha/bl	tCO₂- eq./ha/bl	tCO₂- eq./ha/bl	tCO₂/ha/bl	tCO₂-eq./ha/bl
BE	2	100	2	-0.38	0.63	-0.47	0.04	-0.44	-1.00	-0.21	-1.62
BE	2	100	3	-0.38	0.73	-0.47	0.04	-0.44	-1.00	-0.11	-1.52
BE	2	100	4	-0.38	1.04	-0.47	0.04	-0.44	-1.00	0.20	-1.21
BE	6	100	2	-1.09	-0.62	-1.41	0.10	-1.22	-3.21	-3.12	-7.45
BE	6	100	3	-1.09	-0.81	-1.41	0.10	-1.22	-3.21	-3.31	-7.64
BE	6	100	4	-1.09	-0.64	-1.41	0.10	-1.22	-3.21	-3.15	-7.48
OK	2	120	2	-0.78	0.66	-0.14	0.03	-0.32	-0.68	-0.26	-1.22
OK	2	120	3	-0.78	0.75	-0.14	0.03	-0.32	-0.68	-0.17	-1.14
OK	2	120	4	-0.78	1.04	-0.14	0.03	-0.32	-0.68	0.12	-0.84
OK	4	120	2	-1.57	0.03	-0.28	0.05	-0.63	-1.36	-1.82	-3.75
OK	4	120	3	-1.57	-0.03	-0.28	0.05	-0.63	-1.36	-1.88	-3.82
OK	4	120	4	-1.57	0.17	-0.28	0.05	-0.63	-1.36	-1.68	-3.62
OK	6	120	2	-2.16	-0.45	-0.48	0.07	-0.90	-2.18	-3.09	-6.09
OK	6	120	3	-2.16	-0.65	-0.48	0.07	-0.90	-2.18	-3.29	-6.29
OK	6	120	4	-2.16	-0.52	-0.48	0.07	-0.90	-2.18	-3.15	-6.16
BI	4	100	2	-0.58	0.04	-0.54	0.05	-0.65	-1.31	-1.09	-3.01
BI	4	100	3	-0.58	0.00	-0.54	0.05	-0.65	-1.31	-1.13	-3.04

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carb + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dr orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	4	100	4	-0.58	0.20	-0.54	0.05	-0.65	-1.31	-0.93	-2.84
BI	6	100	2	-0.80	-0.33	-0.78	0.07	-0.88	-1.99	-1.91	-4.71
BI	6	100	3	-0.80	-0.47	-0.78	0.07	-0.88	-1.99	-2.04	-4.84
BI	6	100	4	-0.80	-0.31	-0.78	0.07	-0.88	-1.99	-1.88	-4.68
BI	8	100	2	-1.01	-0.97	-1.00	0.09	-1.05	-2.85	-2.97	-6.78
BI	8	100	3	-1.01	-1.26	-1.00	0.09	-1.05	-2.85	-3.27	-7.08
BI	8	100	4	-1.01	-1.23	-1.00	0.09	-1.05	-2.85	-3.23	-7.04
BI	10	100	2	-1.20	-1.31	-1.20	0.11	-1.28	-3.53	-3.71	-8.40
BI	10	100	3	-1.20	-1.68	-1.20	0.11	-1.28	-3.53	-4.08	-8.77
BI	10	100	4	-1.20	-1.70	-1.20	0.11	-1.28	-3.53	-4.10	-8.80
PO	2	50	3	-0.22	1.20	-0.19	0.04	-0.37	-0.54	0.80	-0.07
PO	2	50	4	-0.22	1.54	-0.19	0.04	-0.37	-0.54	1.13	0.27
PO	4	50	2	-0.43	0.77	-0.38	0.07	-0.75	-1.07	-0.04	-1.79
PO	4	50	3	-0.43	0.90	-0.38	0.07	-0.75	-1.07	0.08	-1.66
PO	4	50	4	-0.43	1.20	-0.38	0.07	-0.75	-1.07	0.39	-1.36
PO	6	50	2	-0.62	0.57	-0.55	0.10	-1.05	-1.70	-0.59	-3.25
PO	6	50	3	-0.62	0.66	-0.55	0.10	-1.05	-1.70	-0.51	-3.16
PO	6	50	4	-0.62	0.93	-0.55	0.10	-1.05	-1.70	-0.23	-2.89
PO	8	50	2	-0.80	0.37	-0.75	0.12	-1.19	-2.65	-1.18	-4.89
PO	8	50	3	-0.80	0.41	-0.75	0.12	-1.19	-2.65	-1.14	-4.85

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carb + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dr orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	8	50	4	-0.80	0.65	-0.75	0.12	-1.19	-2.65	-0.90	-4.61
SP	8	70	2	-1.86	0.03	-0.42	0.10	-0.92	-2.52	-2.26	-5.60
SP	8	70	3	-1.86	-0.04	-0.42	0.10	-0.92	-2.52	-2.32	-5.66
SP	8	70	4	-1.86	0.14	-0.42	0.10	-0.92	-2.52	-2.14	-5.48
SP	10	70	2	-2.26	-0.27	-0.61	0.13	-1.11	-3.42	-3.14	-7.54
SP	10	70	3	-2.26	-0.40	-0.61	0.13	-1.11	-3.42	-3.28	-7.68
SP	10	70	4	-2.26	-0.28	-0.61	0.13	-1.11	-3.42	-3.15	-7.55
SS	12	50	2	-1.16	-0.07	-1.17	0.17	-1.27	-3.85	-2.40	-7.34
SS	12	50	3	-1.16	-0.16	-1.17	0.17	-1.27	-3.85	-2.48	-7.43
SS	12	50	4	-1.16	0.02	-1.17	0.17	-1.27	-3.85	-2.31	-7.25
SS	20	50	2	-1.90	-0.91	-2.02	0.29	-1.94	-7.02	-4.82	-13.50
SS	20	50	3	-1.90	-1.19	-2.02	0.29	-1.94	-7.02	-5.10	-13.78
SS	20	50	4	-1.90	-1.16	-2.02	0.29	-1.94	-7.02	-5.08	-13.75
DF	8	70	2	-1.78	-0.07	-0.38	0.10	-0.77	-2.45	-2.23	-5.35
DF	8	70	3	-1.78	-0.16	-0.38	0.10	-0.77	-2.45	-2.32	-5.44
DF	8	70	4	-1.78	0.00	-0.38	0.10	-0.77	-2.45	-2.16	-5.28
DF	10	70	2	-2.12	-0.36	-0.55	0.13	-0.93	-3.21	-3.04	-7.06
DF	10	70	3	-2.12	-0.52	-0.55	0.13	-0.93	-3.21	-3.20	-7.21
DF	10	70	4	-2.12	-0.42	-0.55	0.13	-0.93	-3.21	-3.09	-7.11

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carb + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dr orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	12	70	2	-2.51	-0.65	-0.62	0.15	-1.08	-3.92	-3.78	-8.63
DF	12	70	3	-2.51	-0.87	-0.62	0.15	-1.08	-3.92	-4.00	-8.85
DF	12	70	4	-2.51	-0.83	-0.62	0.15	-1.08	-3.92	-3.96	-8.81

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-13 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i Goedwigaeth Cylchdro Byr (SRF). Gorwel amser 5 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	25	2	-0.01	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.45
BE	2	25	3	-0.01	2.09	0.00	0.01	0.00	0.00	2.08	2.09
BE	2	25	4	-0.01	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.87	2.87
BE	6	25	2	-0.02	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.43	2.43
BE	6	25	3	-0.02	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	2.03	2.03
BE	6	25	4	-0.02	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.85	2.86
OK	2	25	2	-0.02	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.42	2.42
OK	2	25	3	-0.02	2.07	0.00	0.01	0.00	0.00	2.05	2.06
OK	2	25	4	-0.02	2.88	0.00	0.01	0.00	0.00	2.86	2.87
OK	4	25	2	-0.04	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.41	2.42
OK	4	25	3	-0.04	2.13	0.00	0.01	0.00	0.00	2.09	2.09
OK	4	25	4	-0.04	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.87	2.88
OK	6	25	2	-0.13	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.30	2.31
OK	6	25	3	-0.13	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.93	1.94
OK	6	25	4	-0.13	2.90	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.78
BI	4	25	2	-0.08	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.35	2.35
BI	4	25	3	-0.08	2.12	0.00	0.01	0.00	0.00	2.04	2.04
BI	4	25	4	-0.08	2.92	0.00	0.01	0.00	0.00	2.83	2.84

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru o orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	6	25	2	-0.08	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.37	2.38
BI	6	25	3	-0.08	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	2.02	2.02
BI	6	25	4	-0.08	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.83	2.84
BI	8	25	2	-0.26	2.49	0.00	0.01	0.00	0.00	2.22	2.23
BI	8	25	3	-0.26	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	1.84	1.84
BI	8	25	4	-0.26	2.96	0.00	0.01	0.00	0.00	2.69	2.70
BI	10	25	2	-0.24	2.53	0.00	0.01	0.00	0.00	2.29	2.29
BI	10	25	3	-0.24	2.18	0.00	0.01	0.00	0.00	1.93	1.94
BI	10	25	4	-0.24	3.01	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.78
PO	2	25	3	-0.03	2.21	0.00	0.01	0.00	0.00	2.18	2.19
PO	2	25	4	-0.03	2.95	0.00	0.01	0.00	0.00	2.92	2.93
PO	4	25	2	-0.06	2.50	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.45
PO	4	25	3	-0.06	2.18	0.00	0.01	0.00	0.00	2.12	2.12
PO	4	25	4	-0.06	2.97	0.00	0.01	0.00	0.00	2.91	2.91
PO	6	25	2	-0.06	2.65	0.00	0.01	0.00	0.00	2.58	2.59
PO	6	25	3	-0.06	2.31	0.00	0.01	0.00	0.00	2.25	2.26
PO	6	25	4	-0.06	3.15	0.00	0.01	0.00	0.00	3.09	3.09
PO	8	25	2	-0.20	2.78	0.00	0.01	0.00	0.00	2.58	2.59
PO	8	25	3	-0.20	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.24	2.24
PO	8	25	4	-0.20	3.26	0.00	0.01	0.00	0.00	3.05	3.06

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru o dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
SP	8	25	2	-0.06	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.37	2.37
SP	8	25	3	-0.06	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	1.98	1.99
SP	8	25	4	-0.06	2.88	0.00	0.01	0.00	0.00	2.81	2.82
SP	10	25	2	-0.18	2.47	0.00	0.01	0.00	0.00	2.29	2.29
SP	10	25	3	-0.18	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.88	1.89
SP	10	25	4	-0.18	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.71	2.71
SS	12	25	2	-0.15	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.27	2.28
SS	12	25	3	-0.15	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.91	1.92
SS	12	25	4	-0.15	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.74	2.74
SS	20	25	2	-0.09	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.36	2.36
SS	20	25	3	-0.09	2.10	0.00	0.01	0.00	0.00	2.02	2.02
SS	20	25	4	-0.09	2.87	0.00	0.01	0.00	0.00	2.78	2.79
DF	8	25	2	-0.01	2.45	0.00	0.01	0.00	0.00	2.44	2.44
DF	8	25	3	-0.01	2.05	0.00	0.01	0.00	0.00	2.04	2.05
DF	8	25	4	-0.01	2.93	0.00	0.01	0.00	0.00	2.92	2.93
DF	10	25	2	-0.14	2.43	0.00	0.01	0.00	0.00	2.28	2.29
DF	10	25	3	-0.14	2.06	0.00	0.01	0.00	0.00	1.91	1.92
DF	10	25	4	-0.14	2.91	0.00	0.01	0.00	0.00	2.77	2.77
DF	12	25	2	-0.16	2.44	0.00	0.01	0.00	0.00	2.27	2.28
DF	12	25	3	-0.16	2.04	0.00	0.01	0.00	0.00	1.88	1.88

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	12	25	4	-0.16	2.89	0.00	0.01	0.00	0.00	2.72	2.73

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-14 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i Goedwigaeth Cylchdro Byr (SRF). Gorwel amser 30 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carb + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dr orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	25	2	-0.07	1.51	0.00	0.02	-0.18	0.00	1.44	1.28
BE	2	25	3	-0.07	1.48	0.00	0.02	-0.18	0.00	1.42	1.26
BE	2	25	4	-0.07	1.99	0.00	0.02	-0.18	0.00	1.92	1.76
BE	6	25	2	-0.36	1.76	0.00	0.04	-0.96	0.00	1.40	0.47
BE	6	25	3	-0.36	1.81	0.00	0.04	-0.96	0.00	1.45	0.52
BE	6	25	4	-0.36	2.38	0.00	0.04	-0.96	0.00	2.02	1.10
OK	2	25	2	-0.14	1.70	0.00	0.02	-0.37	0.00	1.56	1.22
OK	2	25	3	-0.14	1.71	0.00	0.02	-0.37	0.00	1.57	1.23
OK	2	25	4	-0.14	2.28	0.00	0.02	-0.37	0.00	2.14	1.79
OK	4	25	2	-0.28	1.62	0.00	0.03	-0.74	0.00	1.34	0.63
OK	4	25	3	-0.28	1.62	0.00	0.03	-0.74	0.00	1.34	0.63
OK	4	25	4	-0.28	2.16	0.00	0.03	-0.74	0.00	1.88	1.18
OK	6	25	2	-0.67	1.71	0.00	0.06	-1.71	0.00	1.03	-0.63
OK	6	25	3	-0.67	1.76	0.00	0.06	-1.71	0.00	1.08	-0.58
OK	6	25	4	-0.67	2.36	0.00	0.06	-1.71	0.00	1.69	0.03
BI	4	25	2	-0.53	1.82	0.00	0.05	-1.28	0.00	1.29	0.06
BI	4	25	3	-0.53	1.89	0.00	0.05	-1.28	0.00	1.37	0.14

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carb + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dr orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	4	25	4	-0.53	2.48	0.00	0.05	-1.28	0.00	1.96	0.73
BI	6	25	2	-1.00	1.73	0.00	0.08	-2.42	0.00	0.73	-1.61
BI	6	25	3	-1.00	1.81	0.00	0.08	-2.42	0.00	0.82	-1.53
BI	6	25	4	-1.00	2.42	0.00	0.08	-2.42	0.00	1.42	-0.92
BI	8	25	2	-1.52	1.38	0.00	0.11	-3.55	0.00	-0.14	-3.59
BI	8	25	3	-1.52	1.43	0.00	0.11	-3.55	0.00	-0.09	-3.54
BI	8	25	4	-1.52	2.03	0.00	0.11	-3.55	0.00	0.51	-2.94
BI	10	25	2	-2.01	1.13	0.00	0.13	-4.66	0.00	-0.88	-5.40
BI	10	25	3	-2.01	1.16	0.00	0.13	-4.66	0.00	-0.84	-5.37
BI	10	25	4	-2.01	1.74	0.00	0.13	-4.66	0.00	-0.26	-4.79
PO	2	25	2	-0.24	2.34	0.00	0.03	-0.47	0.00	2.10	1.67
PO	2	25	3	-0.24	2.53	0.00	0.03	-0.47	0.00	2.29	1.86
PO	2	25	4	-0.24	3.19	0.00	0.03	-0.47	0.00	2.95	2.51
PO	4	25	2	-0.48	2.24	0.00	0.05	-0.93	0.00	1.76	0.87
PO	4	25	3	-0.48	2.40	0.00	0.05	-0.93	0.00	1.92	1.03
PO	4	25	4	-0.48	3.05	0.00	0.05	-0.93	0.00	2.57	1.68
PO	6	25	2	-0.91	2.16	0.00	0.07	-1.77	0.00	1.25	-0.44
PO	6	25	3	-0.91	2.34	0.00	0.07	-1.77	0.00	1.43	-0.27
PO	6	25	4	-0.91	3.00	0.00	0.07	-1.77	0.00	2.09	0.39
PO	8	25	2	-1.38	1.93	0.00	0.10	-2.60	0.00	0.55	-1.95

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carb + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dr orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	8	25	3	-1.38	2.09	0.00	0.10	-2.60	0.00	0.71	-1.79
PO	8	25	4	-1.38	2.73	0.00	0.10	-2.60	0.00	1.35	-1.15
SP	8	25	2	-0.53	1.67	0.00	0.06	-1.36	0.00	1.14	-0.16
SP	8	25	3	-0.53	1.69	0.00	0.06	-1.36	0.00	1.17	-0.14
SP	8	25	4	-0.53	2.28	0.00	0.06	-1.36	0.00	1.76	0.45
SP	10	25	2	-0.84	1.53	0.00	0.08	-2.11	0.00	0.69	-1.34
SP	10	25	3	-0.84	1.56	0.00	0.08	-2.11	0.00	0.72	-1.31
SP	10	25	4	-0.84	2.14	0.00	0.08	-2.11	0.00	1.30	-0.73
SS	12	25	2	-1.16	1.44	0.00	0.09	-2.03	0.00	0.28	-1.66
SS	12	25	3	-1.16	1.46	0.00	0.09	-2.03	0.00	0.30	-1.64
SS	12	25	4	-1.16	2.02	0.00	0.09	-2.03	0.00	0.86	-1.08
SS	20	25	2	-2.69	0.76	0.00	0.19	-4.69	0.00	-1.93	-6.44
SS	20	25	3	-2.69	0.74	0.00	0.19	-4.69	0.00	-1.95	-6.46
SS	20	25	4	-2.69	1.29	0.00	0.19	-4.69	0.00	-1.40	-5.90
DF	8	25	2	-0.45	1.51	0.00	0.06	-1.31	0.00	1.06	-0.19
DF	8	25	3	-0.45	1.50	0.00	0.06	-1.31	0.00	1.05	-0.20
DF	8	25	4	-0.45	2.07	0.00	0.06	-1.31	0.00	1.62	0.37
DF	10	25	2	-0.75	1.48	0.00	0.08	-2.08	0.00	0.72	-1.28

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carb + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dr orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	10	25	3	-0.75	1.50	0.00	0.08	-2.08	0.00	0.75	-1.26
DF	10	25	4	-0.75	2.08	0.00	0.08	-2.08	0.00	1.33	-0.67
DF	12	25	2	-1.04	1.31	0.00	0.11	-2.89	0.00	0.27	-2.52
DF	12	25	3	-1.04	1.33	0.00	0.11	-2.89	0.00	0.28	-2.50
DF	12	25	4	-1.04	1.90	0.00	0.11	-2.89	0.00	0.86	-1.93

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-15 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i Goedwigaeth Cylchdro Byr (SRF). Gorwel amser 80 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	25	2	-0.04	0.96	0.00	0.02	-0.20	0.00	0.92	0.74
BE	2	25	3	-0.04	0.95	0.00	0.02	-0.20	0.00	0.91	0.73
BE	2	25	4	-0.04	1.31	0.00	0.02	-0.20	0.00	1.26	1.08
BE	6	25	2	-0.23	1.11	0.00	0.04	-1.08	0.00	0.89	-0.15
BE	6	25	3	-0.23	1.15	0.00	0.04	-1.08	0.00	0.93	-0.11
BE	6	25	4	-0.23	1.54	0.00	0.04	-1.08	0.00	1.31	0.27
OK	2	25	2	-0.09	1.09	0.00	0.03	-0.42	0.00	1.00	0.61
OK	2	25	3	-0.09	1.11	0.00	0.03	-0.42	0.00	1.02	0.63
OK	2	25	4	-0.09	1.49	0.00	0.03	-0.42	0.00	1.40	1.01
OK	4	25	2	-0.17	1.02	0.00	0.04	-0.83	0.00	0.84	0.05
OK	4	25	3	-0.17	1.03	0.00	0.04	-0.83	0.00	0.85	0.06
OK	4	25	4	-0.17	1.40	0.00	0.04	-0.83	0.00	1.22	0.43
OK	6	25	2	-0.42	1.06	0.00	0.06	-1.93	0.00	0.64	-1.23
OK	6	25	3	-0.42	1.10	0.00	0.06	-1.93	0.00	0.68	-1.19
OK	6	25	4	-0.42	1.48	0.00	0.06	-1.93	0.00	1.07	-0.80
BI	4	25	2	-0.33	1.15	0.00	0.05	-1.44	0.00	0.82	-0.56
BI	4	25	3	-0.33	1.21	0.00	0.05	-1.44	0.00	0.88	-0.51
BI	4	25	4	-0.33	1.59	0.00	0.05	-1.44	0.00	1.27	-0.12

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc car + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru o orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	6	25	2	-0.62	1.06	0.00	0.09	-2.72	0.00	0.44	-2.20
BI	6	25	3	-0.62	1.12	0.00	0.09	-2.72	0.00	0.50	-2.14
BI	6	25	4	-0.62	1.51	0.00	0.09	-2.72	0.00	0.89	-1.75
BI	8	25	2	-0.94	0.77	0.00	0.12	-4.00	0.00	-0.17	-4.05
BI	8	25	3	-0.94	0.77	0.00	0.12	-4.00	0.00	-0.17	-4.05
BI	8	25	4	-0.94	1.15	0.00	0.12	-4.00	0.00	0.21	-3.67
BI	10	25	2	-1.25	0.56	0.00	0.15	-5.24	0.00	-0.69	-5.78
BI	10	25	3	-1.25	0.54	0.00	0.15	-5.24	0.00	-0.71	-5.80
BI	10	25	4	-1.25	0.90	0.00	0.15	-5.24	0.00	-0.35	-5.44
PO	2	25	2	-0.15	1.57	0.00	0.03	-0.53	0.00	1.42	0.93
PO	2	25	3	-0.15	1.72	0.00	0.03	-0.53	0.00	1.57	1.08
PO	2	25	4	-0.15	2.16	0.00	0.03	-0.53	0.00	2.01	1.52
PO	4	25	2	-0.30	1.48	0.00	0.05	-1.05	0.00	1.18	0.18
PO	4	25	3	-0.30	1.61	0.00	0.05	-1.05	0.00	1.31	0.31
PO	4	25	4	-0.30	2.05	0.00	0.05	-1.05	0.00	1.75	0.75
PO	6	25	2	-0.57	1.39	0.00	0.08	-1.99	0.00	0.82	-1.09
PO	6	25	3	-0.57	1.52	0.00	0.08	-1.99	0.00	0.95	-0.96
PO	6	25	4	-0.57	1.96	0.00	0.08	-1.99	0.00	1.39	-0.52
PO	8	25	2	-0.86	1.18	0.00	0.11	-2.92	0.00	0.32	-2.49
PO	8	25	3	-0.86	1.28	0.00	0.11	-2.92	0.00	0.42	-2.39
PO	8	25	4	-0.86	1.70	0.00	0.11	-2.92	0.00	0.84	-1.97

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc car + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru o orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
SP	8	25	2	-0.33	1.03	0.00	0.06	-1.53	0.00	0.71	-0.76
SP	8	25	3	-0.33	1.06	0.00	0.06	-1.53	0.00	0.73	-0.73
SP	8	25	4	-0.33	1.44	0.00	0.06	-1.53	0.00	1.11	-0.36
SP	10	25	2	-0.52	0.91	0.00	0.09	-2.37	0.00	0.39	-1.89
SP	10	25	3	-0.52	0.93	0.00	0.09	-2.37	0.00	0.41	-1.88
SP	10	25	4	-0.52	1.30	0.00	0.09	-2.37	0.00	0.78	-1.51
SS	12	25	2	-0.72	0.83	0.00	0.10	-2.28	0.00	0.11	-2.08
SS	12	25	3	-0.72	0.82	0.00	0.10	-2.28	0.00	0.10	-2.08
SS	12	25	4	-0.72	1.18	0.00	0.10	-2.28	0.00	0.46	-1.72
SS	20	25	2	-1.68	0.22	0.00	0.21	-5.28	0.00	-1.45	-6.52
SS	20	25	3	-1.68	0.14	0.00	0.21	-5.28	0.00	-1.54	-6.61
SS	20	25	4	-1.68	0.46	0.00	0.21	-5.28	0.00	-1.22	-6.29
DF	8	25	2	-0.28	0.92	0.00	0.06	-1.47	0.00	0.64	-0.77
DF	8	25	3	-0.28	0.93	0.00	0.06	-1.47	0.00	0.65	-0.77
DF	8	25	4	-0.28	1.29	0.00	0.06	-1.47	0.00	1.01	-0.40
DF	10	25	2	-0.46	0.88	0.00	0.09	-2.34	0.00	0.42	-1.84
DF	10	25	3	-0.46	0.89	0.00	0.09	-2.34	0.00	0.43	-1.83
DF	10	25	4	-0.46	1.26	0.00	0.09	-2.34	0.00	0.80	-1.46
DF	12	25	2	-0.64	0.74	0.00	0.12	-3.25	0.00	0.09	-3.04

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	12	25	3	-0.64	0.73	0.00	0.12	-3.25	0.00	0.08	-3.05
DF	12	25	4	-0.64	1.09	0.00	0.12	-3.25	0.00	0.44	-2.69

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aaethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

Tabl A2-16 Newid wedi'i gyfrifo mewn stociau carbon ac allyriadau NTG sy'n gysylltiedig â newid yn nefnydd tir o laswelltir i Goedwigaeth Cylchdro Byr (SRF). Gorwel amser 200 mlynedd

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BE	2	25	2	-0.02	0.57	0.00	0.02	-0.22	0.00	0.55	0.35
BE	2	25	3	-0.02	0.60	0.00	0.02	-0.22	0.00	0.58	0.38
BE	2	25	4	-0.02	0.85	0.00	0.02	-0.22	0.00	0.83	0.63
BE	6	25	2	-0.12	0.69	0.00	0.04	-1.16	0.00	0.57	-0.55
BE	6	25	3	-0.12	0.75	0.00	0.04	-1.16	0.00	0.63	-0.48
BE	6	25	4	-0.12	1.02	0.00	0.04	-1.16	0.00	0.90	-0.21
OK	2	25	2	-0.05	0.66	0.00	0.03	-0.44	0.00	0.62	0.20
OK	2	25	3	-0.05	0.72	0.00	0.03	-0.44	0.00	0.67	0.26
OK	2	25	4	-0.05	0.98	0.00	0.03	-0.44	0.00	0.94	0.52
OK	4	25	2	-0.09	0.61	0.00	0.04	-0.89	0.00	0.52	-0.33
OK	4	25	3	-0.09	0.66	0.00	0.04	-0.89	0.00	0.56	-0.28
OK	4	25	4	-0.09	0.92	0.00	0.04	-0.89	0.00	0.82	-0.02
OK	6	25	2	-0.22	0.65	0.00	0.07	-2.06	0.00	0.43	-1.57
OK	6	25	3	-0.22	0.71	0.00	0.07	-2.06	0.00	0.49	-1.50
OK	6	25	4	-0.22	0.98	0.00	0.07	-2.06	0.00	0.76	-1.23
BI	4	25	2	-0.17	0.71	0.00	0.06	-1.53	0.00	0.54	-0.94
BI	4	25	3	-0.17	0.79	0.00	0.06	-1.53	0.00	0.62	-0.86

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
BI	4	25	4	-0.17	1.07	0.00	0.06	-1.53	0.00	0.90	-0.58
BI	6	25	2	-0.33	0.65	0.00	0.09	-2.90	0.00	0.32	-2.49
BI	6	25	3	-0.33	0.72	0.00	0.09	-2.90	0.00	0.39	-2.42
BI	6	25	4	-0.33	1.01	0.00	0.09	-2.90	0.00	0.68	-2.14
BI	8	25	2	-0.50	0.45	0.00	0.13	-4.27	0.00	-0.05	-4.19
BI	8	25	3	-0.50	0.47	0.00	0.13	-4.27	0.00	-0.03	-4.17
BI	8	25	4	-0.50	0.73	0.00	0.13	-4.27	0.00	0.23	-3.91
BI	10	25	2	-0.66	0.29	0.00	0.16	-5.59	0.00	-0.37	-5.79
BI	10	25	3	-0.66	0.29	0.00	0.16	-5.59	0.00	-0.37	-5.80
BI	10	25	4	-0.66	0.54	0.00	0.16	-5.59	0.00	-0.13	-5.55
PO	2	25	3	-0.08	1.17	0.00	0.04	-0.56	0.00	1.09	0.57
PO	2	25	4	-0.08	1.50	0.00	0.04	-0.56	0.00	1.42	0.89
PO	4	25	2	-0.16	0.95	0.00	0.05	-1.12	0.00	0.79	-0.28
PO	4	25	3	-0.16	1.09	0.00	0.05	-1.12	0.00	0.94	-0.13
PO	4	25	4	-0.16	1.41	0.00	0.05	-1.12	0.00	1.25	0.19
PO	6	25	2	-0.30	0.88	0.00	0.09	-2.12	0.00	0.58	-1.46
PO	6	25	3	-0.30	1.01	0.00	0.09	-2.12	0.00	0.71	-1.32
PO	6	25	4	-0.30	1.33	0.00	0.09	-2.12	0.00	1.03	-1.00
PO	8	25	2	-0.45	0.73	0.00	0.12	-3.12	0.00	0.28	-2.72
PO	8	25	3	-0.45	0.83	0.00	0.12	-3.12	0.00	0.38	-2.62

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
PO	8	25	4	-0.45	1.14	0.00	0.12	-3.12	0.00	0.68	-2.32
SP	8	25	2	-0.18	0.63	0.00	0.07	-1.63	0.00	0.45	-1.11
SP	8	25	3	-0.18	0.68	0.00	0.07	-1.63	0.00	0.50	-1.06
SP	8	25	4	-0.18	0.95	0.00	0.07	-1.63	0.00	0.77	-0.80
SP	10	25	2	-0.29	0.55	0.00	0.09	-2.53	0.00	0.26	-2.18
SP	10	25	3	-0.29	0.59	0.00	0.09	-2.53	0.00	0.30	-2.14
SP	10	25	4	-0.29	0.84	0.00	0.09	-2.53	0.00	0.55	-1.88
SS	12	25	2	-0.40	0.49	0.00	0.11	-2.44	0.00	0.09	-2.24
SS	12	25	3	-0.40	0.51	0.00	0.11	-2.44	0.00	0.11	-2.22
SS	12	25	4	-0.40	0.75	0.00	0.11	-2.44	0.00	0.35	-1.98
SS	20	25	2	-0.95	0.08	0.00	0.23	-5.63	0.00	-0.86	-6.27
SS	20	25	3	-0.95	0.01	0.00	0.23	-5.63	0.00	-0.93	-6.34
SS	20	25	4	-0.95	0.21	0.00	0.23	-5.63	0.00	-0.73	-6.14
DF	8	25	2	-0.17	0.56	0.00	0.07	-1.57	0.00	0.39	-1.12
DF	8	25	3	-0.17	0.59	0.00	0.07	-1.57	0.00	0.42	-1.09
DF	8	25	4	-0.17	0.84	0.00	0.07	-1.57	0.00	0.67	-0.84
DF	10	25	2	-0.27	0.53	0.00	0.10	-2.50	0.00	0.26	-2.14
DF	10	25	3	-0.27	0.56	0.00	0.10	-2.50	0.00	0.29	-2.11

Rhywogaeth (gweler yr allwedd)	Dosbarth cynnyrch	Cylchdro	Dosbarth pridd	Newid mewn stoc carbon mewn coed + pren marw a deiliach dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn pridd dros orwel amser	Newid mewn stoc carbon mewn cynhyrchion pren wedi'u cynaeafu dros orwel amser	Allyriadau NTG o weithrediadau coedwig	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector ynni dros orwel amser	Allyriadau NTG wedi'u lliniaru yn y sector adeiladu dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon dros orwel amser	Cyfanswm newid mewn stoc carbon + cyfanswm allyriadau NTG wedi'u lliniaru dros orwel amser
		Blynyddoedd		tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ - eq./ha/bl	tCO ₂ /ha/bl	tCO ₂ -eq./ha/bl
DF	10	25	4	-0.27	0.81	0.00	0.10	-2.50	0.00	0.54	-1.86
DF	12	25	2	-0.38	0.44	0.00	0.13	-3.47	0.00	0.06	-3.29
DF	12	25	3	-0.38	0.45	0.00	0.13	-3.47	0.00	0.07	-3.27
DF	12	25	4	-0.38	0.69	0.00	0.13	-3.47	0.00	0.31	-3.03

Allwedd: BE = Ffawydd; BI = Bedw arian a bedw; DF = Ffynidwydd Douglas; OK = Derw; PO = Aethnennau ac Aethnennau du; SP = Pinwydd yr Alban; SS = Pefrwydd Sitka

A3.Cyfeiriadau ar gyfer Atodiad-4

Achat, D.L., Deleuze, C., Landmann, G., Pousse, N., Ranger, J., Augusto, L., (2015). Quantifying consequences of removing harvesting residues on forest soils and tree growth – A meta-analysis. *Forest Ecology & Management*, 348, 124–141.

Al-Riffai, P., Dimaranan, B. and Laborde, D. (2010) Global Trade and Environmental Impact Study of the EU Biofuels Mandate. Final Report for the Directorate General for Trade of the European Commission. International Food Policy Research Institute.

Ashwood, F., Watts, K., Park, K., Fuentes-Montemayor, E., Benham, S., Vanguelova, E.I., (2019). Woodland restoration on agricultural land: long-term impacts on soil quality. *Restoration Ecology*, 27, 1381-1392. <https://doi.org/10.1111/rec.13003>

Ashworth, K., Folberth, G., Hewitt, C.N. and Wild, O. (2012) Impacts of near-future cultivation of biofuel feedstocks on atmospheric composition and local air quality. *Atmospheric Chemistry and Physics* 12, 919-939.

Assman, E. (1970) *The principles of forest yield study: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands*. Pergamon: Oxford.

Bárcena, T.G., Kiær, L.P., Vesterdal, L., Stefánsdóttir, H., Gundersen, P., Sigurdsson, B., (2014). Soil carbon stock change following afforestation in Northern Europe: a meta-analysis. *Global Change Biology*, 20, 2393–2405.

Bateman, Ian J. (1996) *An economic comparison of forest recreation, timber and carbon fixing values with agriculture in Wales: a geographical information systems approach*. PhD thesis, University of Nottingham: Nottingham.

Bateman, I.J. and Lovett, A.A. (2000) *Modelling and valuing carbon sequestration in softwood and hardwood trees, timber products and forest soils*. CSERGE Working Paper GEC 2000-13. University of East Anglia: Norwich.

Beets, P.N., Robertson, K.A., Ford-Robertson, J.B., Gordon, J., Maclaren, J.P., 1999. Description and validation of C_change: A model for simulating carbon content in managed *Pinus radiata* stands. *New Zeal. J. For. Sci.* 29, 409–427.

BEIS (2020) *National Forestry Accounting Plan of the United Kingdom: Forest Reference Level for the period 2021-2025*. BEIS Research Paper Number 050/1819. UK Department of Business Energy and Industrial Strategy: London. <https://www.gov.uk/government/publications/uk-national-forestry-accounting-plan-2021-to-2025>

Binner, A., Smith, G., Faccioli, M., Bateman, I.J., Day, B.H., Agarwala, M. and Harwood, A. (2018) *Valuing the social and environmental contribution of woodlands and trees in England, Scotland and Wales*. Report to the Forestry Commission. Ref No. CFSTEN 2/14 and CFS 8/17. University of Exeter: Exeter.

Black, K., Byrne, K.A, Mencuccini, M., Tobin, B., Nieuwenhuis, M., Reidy, B., Bolger, Saiz, G., Green, C, Farrell, E.T. and Osborne, B.A. (2009). Carbon stock and stock changes across a Sitka spruce chronosequence on surface-water gleys. *Forestry*, 82, 255-72.

Böttcher, H., Verkerk, P.J., Gusti, M. Havlík, P. and Grassi, G. (2012) Projection of the future EU forest CO₂ sink as affected by recent bioenergy policies using two advanced forest management models. *GCB Bioenergy*, 4, 773-783.

Boustead, I. and Hancock, G.F. (1979) *Handbook of industrial energy analysis*. Ellis Horwood: Chichester, UK.

Bradley, R.I., Milne, R., Bell, J., Lilly, A., Jordan, C. and Higgins, A. (2005) *A soil carbon and land use database for the United Kingdom*. *Soil Use and Management*, 21, 363-369.

- Bringezu, S., Fischer-Kowalski, M., Klein, R. and Palm, V. (1997). Regional and National Material Flow Accounting: From Paradigm to Practice of Sustainability. Proceedings of the ConAccount Workshop, 21-23 January. Leiden, Netherlands.
- Broadmeadow, M.S.J. and Matthews, R.W. (2003) Forests, carbon and climate change: the UK contribution. Forestry Commission Information Note 48. Forestry Commission: Edinburgh.
- Brown, I. (2019). Snow cover duration and extent for Great Britain in a changing climate: altitudinal variations and synoptic-scale influences. *International Journal of Climatology*, 39, 4611-4626.
- Brunet-Navarro, P., Jochheim, H. and Muys, B. (2017) The effect of increasing lifespan and recycling rate on carbon storage in wood products from theoretical model to application for the European wood sector. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, 22, 1193–1205.
- Cannell, M.G.R., Dewar, R.C., 1995. The carbon sink provided by plantation forests and their products in Britain. *Forestry* 68, 35–48.
- Chapman, H.H. and Meyer, W.H. (1949) *Forest Mensuration*. McGraw-Hill: New York.
- Chapman, P. (1975) *Fuels paradise: energy options for Britain*. Penguin books: Harmondsworth, UK.
- Cescatti, A., Marcolla, B., Santhana Vannan, S.K., Pan J.Y., Román, M.O., Yang, X., Ciais, P., Cook, R.B., Law, B.E., Matteucci, G., Migliavacca, M., Moors, E., Richardson, A.D., Seufert, G. and Schaaf, C.B. (2012) Intercomparison of MODIS albedo retrievals and in situ measurements across the global FLUXNET network. *Remote Sensing of Environment*, 121, 323-334.
- den Hond, F. (2000) Industrial ecology: A review. *Regional Environmental Change*, 1, 60-69.
- Dewar, R.C., 1990. A model of carbon storage in forests and forest products. *Tree Physiol.* 6, 417–28.
- Dewar, R.C., 1991. Analytical model of carbon storage in the trees, soils, and wood products of managed forests. *Tree Physiol.* 8, 239–258.
- Emmett, B.A, Reynolds, B., Chamberlain, P.M., Rowe, E., Spurgeon D., Brittain, S.A., Frogbrook, Z., Hughes, S., Lawlor, A.J., Poskitt, J., Potter, E., Robinson, D.A., Scott, A., Wood, C., and Woods, C. (2010). *Countryside Survey: soils report from 2007*. Technical report No. 9/07 NERC, 192 pp.
- Eriksson E, Gillespie AR, Gustavsson L, et al. (2007) Integrated carbon analysis of forest management practices and wood substitution. *Can J For Res-Rev Can Rech For*, 37, 671–681.
- Evans, C., Artz, R., Moxley, J., Smyth, M-A., Taylor, E., Archer, N., Burden, A., Williamson, J., Donnelly, D., Thomson, A., Buys, G., Malcolm, H., Wilson, D., Renou-Wilson, F. and Potts J. (2017) Implementation of an emission inventory for UK peatlands. Report to the Department for Business, Energy and Industrial Strategy, Centre for Ecology and Hydrology, Bangor. 88pp
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S. and Hawthorne, P. (2008) Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science*, 319, 1235–1238.
- Forest Research (2019) *Forestry Statistics 2019*. Forest Research: Edinburgh, at <https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/statistics/forestry-statistics/forestry-statistics-2019/>.
- Fritsche, U., Brunori, G., Chiaramonti, D., Galanakis, C., Hellweg, S., Matthews, R. and Panoutsou, C. (2020) Future transitions for the bioeconomy towards Sustainable Development and a Climate-Neutral Economy – Knowledge Synthesis and Foresight. Report of the Network of Experts for the Joint Research Centre (JRC), with financial support from EC DG Research and Innovation, in the framework of the European Commission's Knowledge Centre for Bioeconomy. International Institute for Sustainability Analysis and Strategy (IINAS): Darmstadt.
- Grassi, G., Cescatti, A., Matthews, R., Duveiller, G., Camia, A, Federici, S., House, J., de Noblet-Ducoudré, N., Pilli, R. and Vizzarri, M. (2019) On the realistic contribution of European forests to reach climate objectives. *Carbon Balance Management*, 14, 8.
- Hargreaves, K.J., Milne, R. and Cannell, M.G.R. (2003) Carbon balance of afforested peatland in Scotland. *Forestry*, 76, 299-317.

Harmer, R., Peterken, G., Kerr, G. and Poulton, P. (2001) Vegetation changes during 100 years of development of two secondary woodlands on abandoned arable land. *Biological Conservation*, 101, 291-304.

Hektor, B., Backéus, S. and Andersson, K. (2016) Carbon balance for wood production from sustainably managed forests. *Biomass and Bioenergy*, 93, 1-5.

Husch, B., Beers, T.W. and Kershaw, J.A. (2003) *Forest Mensuration* (4th Ed.) Wiley: New York.

IPCC (2006) *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Volume 4, Chapter 2, Generic methodologies applicable to multiple landuse categories, and Chapter 4, Forest Land. IGES: Hayama, Japan.

IPCC (2019a) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds), Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. IPCC: Switzerland.

IPCC (2019b) *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Shukla, P.R., Skea, J., Calvo Buendia, E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal Pereira, J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belkacemi, M. and Malley, J. (eds.). In press.

ISO 2006:14040. *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. International Organization for Standardization (ISO), 2006. International Standards organisation: Geneva, Switzerland.

ISO 2006:14044. *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*. International Organization for Standardization (ISO), 2006. International Standards organisation: Geneva, Switzerland.

Jarvis, P.G., Clement, R., Grace, J. and Smith, K.A. (2009). The role of forests in the capture and exchange of energy and greenhouse gases. In: Read, D.J., Freer-Smith, P.H., Morison, J.L., Hanley, N., West, C.C. & Snowdon, P. (eds.) (2009) *Combating climate change – a role for UK forests. An assessment of the potential of the UK's trees and woodlands to mitigate and adapt to climate change*. The Stationery Office: Edinburgh, 21-47.

Jenkinson, D. S. (1971) The accumulation of organic matter in soil left uncultivated. Rothamsted Experimental Station Report for 1970, Part 2, 113-137.

Jones, A.D., Calvin, K.V., Collins, W.D. and Edmonds, J. (2015) Accounting for radiative forcing from albedo change in future global land-use scenarios. *Climate Change*, 131, 691-703.

Kim, S. and Dale, B.E. (2011) Indirect land use change for biofuels: testing predictions and improving analytical methodologies. *Biomass and Bioenergy*, 35, 3235-4240.

Kindermann, G.E., Obersteiner, M., Rametsteiner, E. and McCallum, I. (2006) Predicting the deforestation-trend under different carbon-prices. *Carbon Balance Manage* 1, 15.

Kindermann, G., Obersteiner, M., Sohngen, B., Sathaye, J., Andrasko, K., Rametsteiner, E., Schlamadinger, B., Wunder, S. and Beach, R. (2008) Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation. *PNAS*, 105, 10302-10307.

Kizukawa, K. (1999) Theoretical relationships between mean plant size, size distribution and self thinning under one-sided competition. *Annals of Botany*, 83, 11-18.

Köster, K., Püttsepp, Ü. and Pumpanen, J. (2011) Comparison of soil CO₂ flux between uncleared and cleared windthrow areas in Estonia and Latvia. *Forest Ecology and Management*, 262, 65–70.

Kravchenko, A.N. and Robertson, G.P. (2011) Whole-Profile Soil Carbon Stocks: The Danger of Assuming Too Much from Analyses of Too Little. *Soil Science Society of America Journal*, 75, 235–240.

Kuikman, P., Matthews, R., Watterson, J., Ward, J., Lesschen, J. P., Mackie, E., Webb, J. and Oenema, O. (2011) Policy options for including LULUCF in the EU reduction commitment and policy instruments for increasing GHG mitigation efforts in the LULUCF and agriculture sectors: Synthesis Report. European Commission DG CLIMA: Brussels.

Kurz, W.A., Dymond, C.C., White, T.M., Stinson, G., Shaw, C.H., Rampley, G.J., Smyth, C., Simpson, B.N., Neilson, E.T., Trofymow, J.A., Metsaranta, J., Apps, M.J., 2009. CBM-CFS3: A model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. *Ecol. Modell.* 220, 480–504.

Laganriere, J., Angers, D.A., Pare, D., (2010) Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. *Global Change Biology*, 16, 439–453.

Landry, J.-S. and Ramankutty, N. (2015) Carbon cycling, climate regulation, and disturbances in Canadian forests: Scientific principles for management. *Land*, 4, 83-118.

Lavers, G.M. and Moore, G.L. (1983) The strength properties of timber. Building Research Establishment Report CI/Sfb i(J3). Building Research Establishment, Garston.

Leonardi, S., Magnani, F., Nolè, A., Van Noije, T. and Borghetti, M. (2014) A global assessment of forest surface albedo and its relationships with climate and atmospheric nitrogen deposition. *Global Change Biology*, 21, 287-98..

Leskinen, P., Cardellini, G., González-García, S., Hurmekoski, E., Sathre, R., Seppälä, J., Smyth, C., Stern, T. and Verkerk. P.J. (2018) Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. *From Science to Policy 7*. European Forest Institute: Joensuu.

Leuschner, C., Wulf, M., Bäuchler, P. and Hertel, D. (2014) Forest continuity as a key determinant of soil carbon and nutrient storage in beech forests on sandy soils in Northern Germany. *Ecosystems*, 17, 497–511.

Li, D., Niu, S. and Luo, Y.(2012) Global patterns of the dynamics of soil carbon and nitrogen stocks following afforestation: a meta-analysis. *New Phytologist*, 195, 172–181.

LIIB (2012) Low Indirect Impact Biofuel methodology – version zero. Ecophys, EPFL and WWF International.

Lindroth, A., Lagergren, F., Grelle, A., Klemedtsson, L., Langvall, O., Weslien, P. And Tuulik, J. (2009) Storms can cause Europe-wide reduction in forest carbon sink. *Global Change Biology*, 15, 346-355.

Lutz, D. A. and Howarth, R.B. (2015). The price of snow: albedo valuation and a case study for forest management. *Environmental Research Letters*, 10, 064013.

Lutz, D.A., Burakowski, E.A., Murphy, M.B., Borsuk, M.E., Niemiec, R.M. and Howarth, R.B. (2016) Trade-offs between three forest ecosystem services across the state of New Hampshire, USA: timber, carbon, and albedo. *Ecological Applications* 26, 146-161.

Luyssaert, S., Schulze, E.-D., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B.E., Ciais, P. and Grace, J. (2008) Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature*, 455, 213-215.

Luyssaert S, Marie, G., Valade, A., Chen, Y.Y., Njakou Djomo, S., Ryder, J., Otto, J., Naudts, K., Lansø, A.S., Ghattas, J. and McGrath, M.J. (2018) Trade-offs in using European forests to meet climate objectives. *Nature*, 562, 259–62.

Maclaren, J.P. (1996) Plantation forestry – its role as a carbon sink: conclusions from calculations based on New Zealand's planted forest estate.. In Apps, M.J. and Price, D.T. (eds.) *Forest ecosystems, forest management and the global carbon cycle*. NATO ASI Series I 40. Springer-Verlag: Berlin, Germany, 257-270.

Maclaren, J.P. (2000) *Trees in the greenhouse - the role of forestry in mitigating the enhanced greenhouse effect*. Forest Research Bulletin number 219, New Zealand Forest Research Institute Ltd.: Rotorua.

Manninen, T., Aalto, T., Markkanen, T., Peltoniemi, M. Böttcher, K. Metsämäki, S., Anttila, K. Pirinen, P., Leppänen, A. and Arslan, A.N. (2019) Monitoring changes in forestry and seasonal snow using surface albedo during 1982–2016 as an indicator. *Biogeosciences*, 16, 223-240.

Marelli, L. (ed.), Agostini, A., Giuntoli, J. and Boulamanti, A. (2013) Carbon accounting of forest bioenergy: conclusions and recommendations from a critical literature review. JRC Technical Report JRC70633 (EUR 25354 EN). Joint Research Centre: Ispra, Italy.

Marland, G., Schlamadinger, B. (1995) Biomass fuels and forest management strategies: how do we calculate the greenhouse-gas emissions benefits? *Energy* 20, 1131–1140.

Mason, W.; Nicoll, B. & Perks, M. (2009) Mitigation potential of sustainably managed forests. In: Read, D. et al. (eds.) *Combating Climate Change - a role for UK forests. An assessment of the potential of the UK's trees and woodlands to mitigate and adapt to climate change.* The Stationery Office. Edinburgh: 100-118.

Matthews, R.W. (1994) Towards a methodology for the evaluation of the carbon budget of forests. In Kanninen, M. (ed.) *Carbon balance of the world's forested ecosystems: towards a global assessment. Proceedings of a workshop held by the Intergovernmental Panel on Climate Change AFOS, Joensuu, Finland, 11-15 May 1992, 105-114.* Painatuskeskus: Helsinki.

Matthews, R.W. (1996) The influence of carbon budget methodology on assessments of the impacts of forest management on the carbon balance. In Apps, M.J. and Price, D.T. (eds.) *Forest ecosystems, forest management and the global carbon cycle.* NATO ASI Series I 40, 233-243. Springer-Verlag: Berlin.

Matthews, R.W. and Robertson, K.A. (eds.) (2006) Answers to ten frequently asked questions about bioenergy, carbon sinks and global climate change. Information leaflet prepared by IEA Bioenergy Task 38, *Greenhouse Gas Balances of Biomass and Bioenergy Systems.* Second edition. IEA Bioenergy Task 38: Graz.

Matthews, R.W., Robertson, K.A., Marland, G. and Marland, E. (2007) Carbon in wood products and product substitution. In Freer-Smith, P.H., Broadmeadow, M.S.J. and Lynch, J.M. (eds.) *Forestry and Climate Change.* CAB International: Wallingford, 91-104.

Matthews, R.W. and Broadmeadow, M.S.J. (2009) The potential of UK forestry to contribute to Government's emissions reduction commitments. In: Read, D.J., Freer-Smith, P.H., Morison, J.I.L., Hanley, N., West, C.C. and Snowdon, P. (eds.) *Combating climate change – a role for UK forests. An assessment of the potential of the UK's trees and woodlands to mitigate and adapt to climate change.* The Stationery Office: Edinburgh, 139-161.

Matthews, R.W., Mortimer, N.D., Mackie, E.D., Hatto, C., Evans, A., Mwabonje, O. Randle, T.J., Rolls, W., Sayce, M. and Tubby, I. (2014a) Carbon impacts of using biomass in bioenergy and other sectors: forests. Revised and updated final report parts a and b. Report for UK Department of Energy and Climate Change project TRN 242/08/2011 (revised 2014). DECC: London, UK.

Matthews, R., Sokka, L., Soimakallio, S., Mortimer, N., Rix, J., Schelhaas, M-J., Jenkins, T., Hogan, G., Mackie, E., Morris, A. and Randle, T. (2014b) Review of literature on biogenic carbon and life cycle assessment of forest bioenergy. Final Task 1 report EU DG ENER project ENER/C1/427 Carbon impacts of biomass consumed in the EU. Forest Research: Farnham.

Matthews, R., Mortimer, N., Lesschen, J-P., Lindroos, T., Sokka, L., Morris, A., Henshall, P., Hatto, C., Mwabonje, O., Rix, J., Mackie, E. and Sayce, M. (2015) Carbon impact of biomass consumed in the EU: quantitative assessment. Final project report, project: DG ENER/C1/427. Forest Research: Farnham.

Matthews, R.W., Jenkins, T.A.R., Mackie, E.D. and Dick, E.C. (2016) *Forest Yield: A handbook on forest growth and yield tables for British forestry.* Forestry Commission: Edinburgh.

Matthews, R., Mackie, E. and Sayce, M. (2017) Greenhouse gas emissions and removals from woodlands on the NRW-managed estate. NRW Carbon Positive Project. Report No. 277. Bangor

Matthews, R., Hogan, G. and Mackie, E. (2018) Carbon impacts of biomass consumed in the EU: Supplementary analysis and interpretation for the European Climate Foundation. Project report for ECF. Forest Research. Farnham

Matthews, R., Ražauskaitė, R., Hogan, G., Mackie, E., Sayce, M. and Randle, T. (2020a) The CARBINE model: a technical description. Forest research technical report. In preparation.

Matthews, R., Mackie, E., Randle, T., Henshall, P., Gruffudd, H., Baden, R., Thomson, A. and Vanguelova, E. (2020b) SCOTIA forest soil carbon model: Interim progress report on comparison of model estimates and measurements of soil carbon stocks and fluxes. Forest research technical report. In preparation.

Mayer, M., Prescott, C.E., Abaker, W.E.A., Augusto, L., Cécillon, L., Ferreira, G.W.D, James, J., Jandl, R., Katzensteiner, K., Laclau, J.P., Laganière, J., Nouvellon, Y., Paré, D., Stanturf, J.A., Vanguelova, E.I, and Vesterdal, L. (2020) Tamm Review: Influence of forest management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. *Forest Ecology and Management*, 466, 118-127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118127>.

Met Office (2009) UK Climate Projections 2009. UK Met Office (UKCP09 website now archived.)

Mohren, G.M.J., Klein Goldewijk, C.G.M. (1990) CO2FIX: a dynamic model of the CO2-fixation in forest stands : model documentation and listing. Wageningen.

Mohren, G.M.J., Garza-Caligaris, J.F., Maser, O.R., Kanninen, M., Karjalainen, T., Pussinen, A., Nabuurs, G.-J. (1999) CO2FIX for Windows: a dynamic model of the CO2-fixation in forests; Version 1.2.

Moomaw, William; Masino, Susan & Falson, Edward (2019) Intact Forests in the United States: Proforestation Mitigates Climate Change and Serves the Greatest Good. *Frontiers in Forests and Global Change* 2: 27

Morison, J.I.L., Matthews, R., Miller, G., Perks, M., Randle, T., Vanguelova, E., White, M. and Yamulki, S. (2012) Understanding the carbon and greenhouse gas balance of UK forests. Forestry Commission Research Report, in press. Forestry Commission: Edinburgh.

Morison, J. I. L. and Matthews, R. B. (eds.) (2016) Agriculture and Forestry Climate Change Impacts Summary Report, Living With Environmental Change. 24pp.

Mykleby, P.M., Snyder, P.K. and Twine, T.E. (2017) Quantifying the trade-off between carbon sequestration and albedo in midlatitude and high-latitude North American forests. *Geophysical Research Letters*, 44, 2493-2501.

Nabuurs, G.-J. (1996) Significance of wood products in forest sector carbon balances, in: Apps, M.J., Price, D.T. (Eds.), *Forest Ecosystems, Forest Management and the Global Carbon Cycle*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 245–256.

Nabuurs, Gert-Jan et al. (2007) Forestry. In: Metz, B. et al. (eds). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK & New York, NY: 541-584

Nabuurs, G.J., Thürig, E., Heidema, N., Armolaitis, K., Biber, P., Cienciala, E., Kaufmann, E., Mäkipää, R., Nilsson, P., Petritsch, R., Pristova, T., Rock, J., Schelhaas, M.J., Sievanen, R., Somogyi, Z. and Vallet, P. (2008) Hotspots of the European forests carbon cycle. *Forest Ecology and Management*, 256, 194-200.

Nabuurs, G.-J., Verkerk, P.J., Schelhaas, M.-J., González-Olabarria, J.R., Trasobares, A. and Cienciala, E. (2018) Climate-Smart Forestry: mitigation impacts in three European regions. From Science to Policy 6. European Forest Institute: Joensuu.

Nave, L.E., Vance, E.D., Swanston, C.W., Curtis, P.S. (2010) Harvest impacts on soil carbon storage in temperate forests. *Forest Ecology & Management*, 259, 857–866.

Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., Kurz, W.A., Phillips, O.L., Shvidenko, A., Lewis, S.L., Canadell, J.G., Ciais, P., Jackson, R.B., Pacala, S.W., McGuire, A.D., Piao, S.,

- Rautiainen, A., Sitch, S. and Hayes, D. (2011) A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science*, 333, 988–993.
- Pena, N., Bird, D.N. and Zanchi, G. (2011) Improved methods for carbon accounting for bioenergy: descriptions and evaluations. Occasional paper 64. CIFOR: Bogor, Indonesia.
- Philip, M.S. (1994) *Measuring Trees and Forests* (2nd Ed.) CAB INT: Wallingford.
- Poeplau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B., Schumacher, J. and Gensior, A. (2011) Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone—carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology*, 17, 2415–2427.
- Poulton, P. R. , Pye, E. , Hargreaves, P. R. and Jenkinson, D. S. (2003) Accumulation of carbon and nitrogen by old arable land reverting to woodland. *Global Change Biology*, 9, 942-955.
- Poulton, P.R.(2006) Rothamsted Research: Guide to the classical and other long-term experiments, datasets and sample archive. Lawes Agricultural Trust co. Ltd. Bury St. Edmunds, UK
- Pretzsch, H. (2009) *Forest dynamics, growth and yield: from measurement to model*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Pretzsch, H., del Rio, M., Biber, P., Arcangeli, C., Bielak, K., Brang, P., Dudzinska, M., Forrester, D.I., Klädtke, J., Kohnle, U., Ledermann, T., Matthews, R., Nagel, J., Nagel, R., Nilsson, U., Ningre, F., Nord-Larsen, T., Wernsdörfer, H. and Sycheva, E. (2019) Maintenance of long-term experiments for unique insights into forest growth dynamics and trends: review and perspectives. *European Journal of Forest Research*, 138, 165-185.
- Prodan, M. (1968) *Forest biometrics* (trans. S.H. Gardiner). Pergamon: New York.
- Pyatt, G., Ray, D. and Fletcher, J. (2001) *An Ecological Site Classification for Forestry in Great Britain*. Forestry Commission Bulletin 124. Forestry Commission: Edinburgh.
- Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W-P., Suh, S., Weidema, B.P. and Pennington, D.W. (2004) Life cycle assessment: Part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, 30, 701-720.
- Reineke LH (1933) Perfecting a stand-density index for even-aged forests. *J Agric Res* 46:627–638.
- Richards, G.P., 2001. The FullCAM Carbon Accounting Model : Development , Calibration and Implementation 50.
- Rosenkranz, M., Pugh, T.A. M., Schnitzler J.-P. and Arneith, A. (2015) Effect of land-use change and management on biogenic volatile organic compound emissions – selecting climate-smart cultivars. *Plant, Cell & Environment*, 38,1896-1912.
- Rothamsted Research (2015a) Broadbalk wilderness accumulation of organic carbon. Electronic Rothamsted Archive <https://doi.org/10.23637/KeyRefOABKWoc>.
- Rothamsted Research (2015b) Geescroft wilderness accumulation of organic carbon. Electronic Rothamsted Archive <https://doi.org/10.23637/KeyRefOAGEWoc>.
- Sathre, R. and O'Connor, J. (2010) Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. *Environmental Science & Policy*, 13, 104–114.
- Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J. and Schuck, A. (2003) Natural disturbances im the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology* 9, 1620-1633.
- Schelhaas, M. et al. (2006) Survey of technical and management-based mitigation measures in forestry. MEACAP WP4 D13.
- Schelhaas, M., Eggers, J., Lindner, M., Nabuurs, G., Pussinen, A., Päivinen, R., Schuck, A., Verkerk, P., Van der Werf, D., Zudin, S., 2007. Model documentation for the European Forest Information Scenario model (EFISCEN 3.1.3). Alterra-rapport 1559, 118.

Schlamadinger, B., Marland, G. (1996) Carbon implications of forest management strategies, in: Apps, M.J., Price, D.T. (Eds.), *Forest Ecosystems, Forest Management and the Global Carbon Cycle*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 217–229.

Schlamadinger, B., Johns, T., Ciccarese, L., Braun, M., Sato, A., Senyaz, A., Stephens, P., Takahashi, M., and Zhang, X. (2007). Options for including land use in a climate agreement post-2012: improving the Kyoto Protocol approach. *Environmental Science & Policy*, 10, 295-305.

Scott, C. E., Rap, A., Spracklen, D. V., Forster, P. M., Carslaw, K. S., Mann, G. W., Pringle, K. J., Kivekäs, N., Kulmala, M., Lihavainen, H. & Tunved, P. (2014). The direct and indirect radiative effects of biogenic secondary organic aerosol, *Atmospheric Chemistry & Physics* 14, 447-470, doi:10.5194/acp-14-447-2014, 2014.

Scott, C.E., Monks, S.A., Spracklen, D.V., Arnold, S.R., Forster, P.M., Rap, A., Äijälä, M., Artaxo, P., Carslaw, K.S., Chipperfield, M.P., Ehn, M., Gilardoni, S., Heikkinen, L., Kulmala, M., Petäjä, T., Reddington, C.L.S., Rizzo, L.V., Swietlicki, E., Vignati, E. and Wilson, C. (2018) Impact on short-lived climate forcers increases projected warming due to deforestation. *Nature Comms*, 9,157+.

Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D. and Yu, T.-H. (2008) Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land use change. *Science*, 319, 1238–1240.

Searchinger, T.D., Hamburg, S.P., Melillo, J., Chameides, W., Havlik, P., Kammen, D.M., Likens, G.E., Lubowski, R.N., Obersteiner, M., Oppenheimer, M., Robertson, G.P., Schlesinger, W.H., and Tilman, G.D. (2009) Fixing a critical climate accounting error. *Science* 326: 527-528.

Seidl, R., Rammer, W., Jager, D., Currie, W.S. and Lexer, M.J. (2007) Assessing trade-offs between carbon sequestration and timber production within a framework of multi-purpose forestry in Austria. *Forest Ecology and Management*, 248, 64-79.

Sharkey, T.D., Wiberley, A.E. and Donohue, A.R. (2008) Isoprene Emission from Plants: Why and How. *Annals of Botany*, 101, 5–18.

Shi, S., Zhang, W., Zhang, P., Yu, Y. and Ding, F. (2013) A synthesis of change in deep soil organic carbon stores with afforestation of agricultural soils. *Forest Ecology and Management*, 296, 53–63.

Sloan, T.J., Payne, R.J., Anderson, A.R., Bain, C., Chapman, S., Cowie, N., Gilbert, P., Lindsay, R., Mauquoy, D., Newton, A.J. and Andersen, R. (2018): Peatland afforestation in the UK and consequences for carbon storage. *Mires and Peat*, 23, 1-17. DOI: 10.19189/MaP.2017.OMB.315

Smith, J., Gottschalk, P., Bellarby, J., Chapman, S., Lilly, A., Towers, W., Bell, J., Coleman, K., Nayak, D., Richards, M., Hillier, J., Flynn, H., Wattenbach, M., Aitkenhead, M., Yeluripati, J., Farmer, J., Milne, R., Thomson, A., Evans, C., Whitmore, A., Falloon, P., and Smith, P. (2010) Estimating changes in Scottish soil carbon stocks using ECOSSE. I. Model description and uncertainties. *Climate Research*, 45, 179–192.

Socolow, R., Andrews, C., Berkhout, F. and Thomas, V. (eds.) (1994) *Industrial Ecology and Global Change*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.

Spracklen, D.V., Bonn, B. & Carslaw, K. S. (2008) Boreal forests, aerosols and the impacts on clouds and climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 366, 4613-4626.

Standing Forestry Committee (2010) *Climate Change and Forestry*. Standing Forestry Committee Ad Hoc Working Group III.

Stephenson, N.L., Das, A.J., Condit, R., Russo, S.E., Baker, P.J., Beckman, N.G., Coomes, D.A., Lines, E.R., Morris, W.K., Rüger, N., Álvarez, E.A., Blundo, C., Bunyavejchewin, S., Chuyong, G., Davies, S.J., Duque, Á., Ewango, C.N., Flores, O., Franklin, J.F., Grau, H.R., Hao, Z., Harmon, M.E., Hubbell, S.P., Kenfack, D., Lin, Y., Makana, J.-R., Malizia, A., Malizia, L.R. Pabst, R.J., Pongpattananurak, N., Su, S.-H., Sun, I-F., Tan, S., Thomas, D., van Mantgem, P.J., Wang, X., Wisser, S.K. and Zavala, M.A. (2014) Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size, *Nature*, 507, 90+.

Stokes, V. and Kerr, G. (2009) The evidence supporting the use of CCF in adapting Scotland's forests to the risks of climate change. Report to Forestry Commission Scotland by Forest Research. Forest Research. Farnham.

Swain, E. Y., Perks, M. P., Vanguelova, E. I. and Abbott, G. D. (2010) Carbon stocks and phenolic distributions in peaty gley soils afforested with Sitka spruce (*Picea sitchensis*). *Organic Geochemistry*, 41, 1022–1025.

Thompson, D.A. and Matthews, R.W. (1989) The storage of carbon in trees and timber. Forestry Commission Information Note 160. Forestry Commission: Edinburgh.

Thürig, E., Palusao, T., Bucher, J. and Kaufmann, E. (2005) The impact of windthrow on carbon sequestration in Switzerland: a model-based assessment. *Forest Ecology and Management*, 210, 337-350.

UK Woodland Carbon Code (2020) UK Woodland Carbon Code: Standard and Guidance. 3. Carbon sequestration. 3.3 Project carbon sequestration. Carbon prediction tools. WCC Carbon Calculation Spreadsheet V2.2 Jan 2020 (xlsx), Woodland Carbon Code: Edinburgh, at <https://www.woodlandcarboncode.org.uk/standard-and-guidance/3-carbon-sequestration/3-3-project-carbon-sequestration>

UNFCCC (1992) United Nations Framework Convention on Climate Change. UNFCCC, at <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.

UNFCCC (2015) Paris Agreement (ratified 2016). UNFCCC, at <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

Upson, M.A., Burgess, P.J. & Morison, J.I.L. (2016). Soil carbon changes after establishing woodland and agroforestry trees in a grazed pasture. *Geoderma* 283:10-20.

Vanguelova, E.I., Nisbet, T.R., Moffat, A.J., Broadmeadow, S., Sanders, T.G.M. and Morison, J.I.L. (2013) A new evaluation of carbon stocks in British forest soils. *Soil Use and Management* 29, 169-181. DOI: 10.1111/sum.12025.

Vanguelova, E., Chapman, S., Perks, M., Yamulki, S., Randle, T., Ashwood, F. and Morison, J. (2018) Afforestation and restocking on peaty soils: new evidence assessment. In Report to. CXC (ClimateXChange), Edinburgh, Scotland, 43pp. <https://www.climateexchange.org.uk/media/3137/afforestation-and-restocking-on-peaty-soils.pdf>

Vanguelova, E., Crow, P., Benham, S., Pitman, R., Forster, J., Eaton, E. and Morison, J. (2019) Impact of Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) afforestation on the carbon stocks of peaty gley soils—a chronosequence study in the north of England. *Forestry*, 92, 242–252.

Vanguelova, E., Pitman, R., Luro, J., and Helmisaari, H.-S. (2010) Long term effects of whole tree harvesting on soil carbon and nutrient sustainability in the UK. *Biogeochemistry*, 101, 43–59.

Vesterdahl, L., Ritter, E., and Gundersen, P. (2002) Change in soil organic carbon following afforestation of former arable land. *Forest Ecology and Management*, 169, 137-147.

Villada, A. (2013) Evaluation of tree species and soil type interactions for their potential for long term C sequestration. Ph.D. thesis, Department of Geography and Environmental Science, University of Reading, UK.

Ward, S. E., Smart, S. M., Quirk, H., Tallowin, J. R. B., Mortimer, S. R., Shiel, R. S., Wilby, A. and Bardgett, R. D. (2016) Legacy effects of grassland management on soil carbon to depth. *Global Change Biology*, 22, 2929-2938. ISSN 1365-2486 doi: <https://doi.org/10.1111/gcb.13246>

Waterworth, R.M., Richards, G.P., Brack, C.L., Evans, D.M.W. (2012) A generalised hybrid process-empirical model for predicting plantation forest growth. *For. Ecol. Manage.* 238, 231–243.

Wiesmeier, M., Urbanski, L., Hobbey, E., Lang, B., von Luetzow, M., Marin-Spiotta, E., van Wesemael, B., Rabot, E., Liess, M. and Garcia-Franco, N. (2019) Soil organic carbon storage as a key function of soils—a review of drivers and indicators at various scales. *Geoderma*, 333, 149–162.

Yoda, K., Kira, T., Ogawa, H. and Hozumi, K. (1963) Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. *Journal of Biology, Osaka City University*, 14, 107–129.

Zanchi, G., Pena, N. and Bird, N. (2010) The upfront carbon debt of bioenergy. Report prepared for Birdlife International. Joanneum Research: Graz, Austria.

Zerva, A. and Mencuccini, M. (2005) Carbon stock changes in a peaty gley soil profile after afforestation with Sitka spruce (*Picea sitchensis*). *Annals of Forest Science*, 62, 873–880.

Zhang, X., Guan, D., Li, W., Sun, D., Jin, C., Yuan, F., Wang, A. and Wu, J., (2018). The effects of forest thinning on soil carbon stocks and dynamics: A meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 429, 36–43.

Dogfennau eraill yn y gyfres adroddiadau hon (yn nhrefn yr Adroddiad /Atodiad)

Beauchamp, K., Jenkins, T.A.R., Alison, J., Bathgate, S., Bell, C., Braban, C., Broome, A., Bursnell, M., Burton, V., Dickie, I., Doick, K.J., Evans, C.D., Fitch, A., Griffiths, R., Hall, C., Healey, J.R., Jones, L., Keith, A.M., Kerr, G., Kuyer, J., Maskell, L.C., Matthews, R.W., Morison, J., Nicoll, B., Nisbet, T., O'Brien, L., Old, G.H., Pagella, T., Perks, M.P., Robinson, D.A., Saraev, V., Smart, S.M., Smith, A.R., Siriwardena, G.M., Swetnam, R., Thomas, A.R.C., Tye, A., Valatin, G., Warren-Thomas, E.M., Wong, J. & Emmett, B.A. (2020) Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP). ERAMMP Adroddiad-32: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adroddiad ar Adolygiad Tystiolaeth. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(Prosiect Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU 06297)

Beauchamp, K., Alison, J., Broome, A., Burton, V., Griffiths, R., Keith, A.M., Maskell, L.C., Siriwardena, G. & Smart, S.M. (2020). Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP). ERAMMP Adroddiad-33: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-1: Bioamrywiaeth. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(Prosiect 06297 Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU)

Kerr, G. (2020). Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP). ERAMMP Adroddiad-34: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-2: Rheoli Coetir sydd heb ei Reoli'n Ddigonol. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU Prosiect 06297)

Beauchamp, K., Bathgate, S., Burton, V., Jenkins, T.A.R., Morison, J., Nicoll, B. a Perks, M.P. (2020). Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP). ERAMMP Adroddiad-35: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-3: Diogelu ein Coetir ar gyfer y Dyfodol Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017) (Prosiect: 06297 Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU)

Matthews, R. (2020). Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP). ERAMMP Adroddiad-36: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-4: Lliniaru Newid yn yr Hinsawdd. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017) (Prosiect Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU 06297)

Beauchamp, K., O'Brien, L., Hall, C., Dickie, I., Swetnam, R., Jenkins, T.A.R., Doick, K.J., Nisbet, T.R., Old, G., Evans, C.D., Nicoll, B., Jones, L., Braban, C., Robinson, D.A., Burton, V., Tye, A., Smith, A.R., Pagella, T. a Perks, M.P. (2020). Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP). ERAMMP Adroddiad-37: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-5: Gwasanaethau Ecosystemau. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(Prosiect Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU 06297)

Saraev, V., Beauchamp, K., Bursnell, M., Fitch, A., Kuyer, J., Thomas, A., Dickie, I., Jones, L., Valatin, G. & Wong, J. (2020). Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP). ERAMMP Adroddiad-38: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-6: Economeg a Chyfrifo Cyfalaf Naturiol. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(Prosiect Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU 06297)

Emmett, B.A., Beauchamp, K., Jenkins, T.A.R., Alison, J., Bathgate, S., Bell, C., Braban, C., Broome, A., Bursnell, M., Burton, V., Dickie, I., Doick, K.J., Evans, C.D., Fitch, A., Griffiths, R., Hall, C., Healey, J.R., Jones, L., Keith, A.M., Kerr, G., Kuyer, J., Maskell, L., Matthews, R.W., Morison, J., Nicoll, B., Nisbet, T.R., O'Brien, L., Old, G.H., Pagella, T., Perks, M.P., Robinson, D.A., Saraev, V., Smart, S.M., Smith, A.R., Siriwardena, G.M., Swetnam, R., Thomas, A.R.C., Tye, A., Valatin, G., Warren-Thomas, E.M. & Wong, J. (2020). Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP). ERAMMP Adroddiad-39: Coedwig Genedlaethol yng Nghymru - Adolygiad Tystiolaeth Atodiad-7: Asesiad Inegredig. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(Canolfan Ecoleg & Hydroleg y DU Prosiect 06297)

Tudalen wag.

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