

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

ERAMMP Adroddiad-43: Dadansoddiad o'r Data Monitro Cenedlaethol i Roi Sail i Gynlluniau Rheoli Tir y Dyfodol yng Nghymru

Alison, J.¹, Maskell, L.C.M.¹, Siriwardena, G.M.², Smart, S.M.¹ &
Emmett, B.A.¹

¹ Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU, ² Ymddiriedolaeth Adareg Prydain

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

Fersiwn v1.0.0

Dyddiad: 28-Tachwydd-2022



Wedi'i Arianu gan:



Canolfan Ecoleg
a Hydroleg y DU
UK Centre for
Ecology & Hydrology

Hanes y Fersiynau

| Fersiwn | Diweddarwyd gan | Dyddiad | Newidiadau |
|----------------|------------------------|----------------|-------------------|
| 1.0.0 | Tîm Awduron | 28/11/2022 | Cyhoeddi |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Mae'r adroddiad hwn ar gael yn electronig yma / This report is available electronically at: www.erammp.wales/43

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



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

| | |
|--|--|
| Cyfes | Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP) |
| Teitl | ERAMMP Adroddiad-43: Dadansoddiad o'r Data Monitro Cenedlaethol i Roi Sail i Gynlluniau Rheoli Tir y Dyfodol yng Nghymru |
| Cleient | Llywodraeth Cymru |
| Cyfeirnod y cleient | C210/2016/2017 |
| Cyfrinachedd, hawlfraint ac atgynhyrchu | © Hawlfraint y Goron 2022 Mae'r adroddiad hwn wedi'i drwyddedu o dan Drwydded Llywodraeth Agored 3.0 |
| Manylion cyswllt UKCEH | Bronwen Williams Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU (UKCEH) Canolfan yr Amgylchedd Cymru, Ffordd Deiniol, Bangor, Gwynedd, LL57 2UW 01248 374500 erammp@ceh.ac.uk |
| Awdur gohebu | Jamie Allison, UKCEH g/o erammp@ceh.ac.uk |
| Awduron | Alison, J. ¹ , Maskell, L.C.M. ¹ , Siriwardena, G.M. ² , Smart, S.M. ¹ , Emmett, B.A. ¹ ¹ Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU, ² Ymddiriedolaeth Adareg Prydain |
| Awduron ac adolygwyr a gyfrannodd | |
| Sut i ddyfynnu (hir) | Alison, J., Maskell, L.C.M., Siriwardena, G.M., Smart, S.M. ac Emmett, B.A. (2022) <i>Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)</i> . ERAMMP Adroddiad-43: Dadansoddiad o'r Data Monitro Cenedlaethol i Roi Sail i Gynlluniau Rheoli Tir y Dyfodol yng Nghymru. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(Prosiectau Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU 06297 a 06810) |
| Sut i ddyfynnu (byr) | Alison, J. et al. (2022). ERAMMP Adroddiad-43: Dadansoddiad o'r Data Monitro Cenedlaethol i Roi Sail i Gynlluniau Rheoli Tir y Dyfodol yng Nghymru. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(UKCEH 06297/06810) |
| Cymeradwywyd gan | James Skates, Llywodraeth Cymru Bridget Emmett, UKCEH |
| Cydnabyddiaethau | Cafodd Lindsay Maskell gyllid yn rhannol gan Raglen Interreg Gogledd-Orllewin Ewrop yr Undeb Ewropeaidd, sy'n rhan o'r Rhaglen Cydweithredu Tiriogaethol Ewropeaidd a chyllid ERDF. Cafodd y gwaith ei gefnogi gan gytundeb grant Rhif NWE 810, prosiect FABulous Farmers ('Functional Agro-Biodiversity in farming')(Prosiect UKCEH 06872). |

Y Byrfoddau a Ddefnyddir yn yr Adroddiad Hwn

| | |
|--------|--|
| AIC | Maen Prawf Gwybodaeth Akaike |
| BTO | Ymddiriedolaeth Adareg Prydain |
| CLMS | Copernicus Land Monitoring Service |
| DAFOR | Dominant, Abundant, Frequent, Occasional, Rare |
| ERAMMP | Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig |
| GAM | Model Adiol Cyffredinodedig |
| GLM | Model Llinol Cyffredinodedig |
| GLMM | Model Llinol Cyffredinodedig |
| UKCEH | Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU |
| WLF | Nodwedd Llinellol Prennaidd |

Cynnwys

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Crynodeb Polisi | 2 |
| 2 | Crynodeb Gweithredol..... | 5 |
| 3 | Y Cefndir a'r Prif Ganfyddiadau | 6 |
| 3.1 | Mae manteision creu nodweddion llinellol prenaidd yn dibynnu ar gyd-destun y dirwedd.. | 7 |
| 3.2 | Mae gan gaeau sy'n brin o flodau botensial i beillwyr | 8 |
| 3.3 | Mae amgylchfyd lled-naturiol yn byffro effeithiau ffrwythlondeb ar gyfoeth rhywogaethol planhigion | 9 |
| 3.4 | Mae'r dull rheoli delfrydol yn dibynnu ar y tacson dan sylw | 10 |
| 4 | Astudiaeth Achos 1: Blodau a Nodweddion Llinellol Prenaidd ar gyfer Helaethrwydd Peillwyr | 13 |
| 4.1 | Cefndir | 13 |
| 4.2 | Ein ffordd o weithio..... | 14 |
| 4.3 | Canlyniadau..... | 16 |
| 4.4 | Trafodaeth | 19 |
| 5 | Astudiaeth Achos 2: Nodweddion Llinellol Prenaidd ar gyfer Helaethrwydd Rhywogaethau Adar | 21 |
| 5.1 | Cefndir | 21 |
| 5.2 | Ein ffordd o weithio..... | 22 |
| 5.3 | Canlyniadau..... | 26 |
| 5.4 | Trafodaeth | 31 |
| 6 | Astudiaeth Achos 3a: Heterogenedd y Tirwedd ar gyfer Bioamrywiaeth Planhigion | 34 |
| 6.1 | Crynodeb | 34 |
| 6.2 | Cefndir | 34 |
| 6.3 | Ein ffordd o weithio..... | 37 |
| 6.4 | Canlyniadau..... | 38 |
| 6.5 | Trafodaeth | 41 |
| 7 | Astudiaeth Achos 3b: Gwrychoedd ar gyfer Bioamrywiaeth Planhigion ... | 43 |
| 7.1 | Crynodeb | 43 |
| 7.2 | Cefndir | 43 |
| 7.3 | Ein ffordd o weithio..... | 44 |
| 7.4 | Canlyniadau..... | 45 |
| 7.5 | Trafodaeth | 48 |
| 8 | Astudiaeth Achos 3c: Dad-ddwysáu Glaswelltir ar gyfer Bioamrywiaeth Planhigion | 50 |
| 8.1 | Crynodeb | 50 |
| 8.2 | Cefndir | 50 |
| 8.3 | Ein ffordd o weithio..... | 51 |
| 8.4 | Canlyniadau..... | 52 |
| 8.5 | Trafodaeth | 56 |
| 9 | Atodiad A: Rhagor o Fanylion am Astudiaeth Achos 2 | 58 |
| 9.1 | Canlyniadau manwl y model | 58 |
| 9.2 | Canlyniadau ar lefel rhywogaethau | 60 |
| 10 | Cyfeiriadau | 75 |

1 CRYNODEB POLISI

Dinben y gwaith hwn oedd rhoi dadansoddiad manylach o ddata'r arolwg maes a gasglwyd o dan brosiect RhMGG rhwng 2013 a 2016, a hynny i roi sail i ddadansoddiadau o ganlyniadau Glastir yn y dyfodol ac i ddyluniad y Cynllun Ffermio Cynaliadwy. Roedd y canlynol ymhlith y prif ganlyniadau polisi perthnasol:

1. Mae gwrychoedd sydd wedi'u creu drwy daliadau Glastir yn digwydd amlaf mewn mannau lle ceir dwysedd gwrychoedd canolig i uchel eisoes (> 50m/ha). Mae creu gwrychoedd o fudd i'r rhan fwyaf o adar hyd at 120m/ha. Uwchben y trothwy hwn, mae adar sy'n gysylltiedig ag amgylchedd caeau mwy agored a ffiniol yn dirywio (e.e. Yr Ehedydd a'r Cornchwiglen)

Ymyriad: Creu gwrychoedd

Canlyniad: Adar

Cyd-destun gofodol: Gorchudd gwrychoedd sy'n bodoli'n barod

Neges polisi: Sicrhau bod taliadau ar gyfer creu gwrychoedd yn canolbwyntio ar gefnogi adar mewn caeau dwysedd is (< 120m/ha) er mwyn lleihau cymaint ag y bo modd y risg i rywogaethau adar cynefinoedd agored. Dim ond os mai rhywogaethau adar prysg a choetiroedd (e.e. y Bras Melyn a'r Fronfraith) yw'r rhywogaethau targed hysbys ar gyfer y lleoliad dan sylw y dylid gwneud eithriad yn hyn o beth.

2. Mae cysylltiad wastad rhwng gorchudd gwrychoedd a budd net i amrywiaeth a helaethrwydd peillwyr, ond mae hyn yn ddibynnol ar y rhywogaethau a'r cyd-destun.

Ymyriad: Creu gwrychoedd

Canlyniad: Peillwyr

Cyd-destun gofodol: Gorchudd gwrychoedd sy'n bodoli'n barod

Neges polisi: Mae creu gwrychoedd yn arwain at gynnydd net yn amrywiaeth a helaethrwydd peillwyr. Sylwer nad yw pob rhywogaeth yn elwa yn yr un modd, a bydd camau eraill ar laswelltir a systemau â'r o fwy o fudd i rai rhywogaethau, ac felly'n gymorth da i fwy o rywogaethau.

3. O ran y budd i wenyng mêl, dim ond pan mae gorchudd y coetir llydanddail yn isel (< 25%) y gwelir hynny, gyda'r cynnydd yn helaethrwydd gwenyn mêl yn dyblu'n fras gyda phob 100m/ha ychwanegol o wrychoedd. Uwchben hyn, nid oes cynnydd.

Ymyriad: Creu gwrychoedd

Canlyniad: Gwenyn mêl

Cyd-destun gofodol: Gorchudd gwrychoedd sy'n bodoli'n barod

Neges polisi: Os yw'r gorchudd coetir yn < 25%, bydd creu gwrychoedd yn dyblu nifer y gwenyn mêl gyda phob 100m/ha a gaiff ei greu. Ond ni fydd creu gwrychoedd o fudd i wenyng mêl os yw'r gorchudd coetir yn > 25%. Wrth greu gwrychoedd, os mai gwenyn mêl yw'r targed, dylid canolbwyntio ar fannau lle mae'r gorchudd coetir yn isel.

4. Mae gorchudd blodau uchel ar dir ffermio yn cynyddu helaethrwydd pryfed a pheillwyr pan geir hyd at 60% o orchudd blodau ar dir ffermio. Roedd cyfradd y cynnydd ar ei huchaf pan oedd y gorchudd blodau'n isel (< 5%).

Ymyriad: Gorchudd blodau ar dir ffermio

Canlyniad: Pryfed a pheillwyr

Cyd-destun gofodol: Gorchudd blodau sy'n bodoli'n barod

Neges polisi: Dylid ystyried rhoi mwy o daliadau i gynyddu gorchudd blodau ar dir ffermio gan y gwelir budd i bryfed a pheillwyr pan fydd y gorchudd blodau presennol yn 0 – 60% (a bydd cynnydd yn amrywiaeth planhigion hefyd). Dylid ystyried targedu taliadau i gyflwyno gorchudd blodau ar dir ffermio lle mae blodau'n brin er mwyn cael y budd mwyaf.

5. Nid yw gwenyn mêl yn fesuriad dirprwyol dibynadwy ar gyfer grwpiau eraill o beillwyr a phryfed gan eu bod yn dangos ymddygiadau gwahanol yn eu defnydd o gynefinoedd.

Ymyriad: Creu cynefinoedd

Canlyniad: Gwenyn mêl

Cyd-destun gofodol: Amherthnasol

Neges polisi: Ni ddylid defnyddio data am sut y mae gwenyn mêl yn defnyddio gwahanol gynefinoedd, ac yn rhoi gwerth ar wahanol gynefinoedd, fel mesuriad dirprwyol ar gyfer pob grŵp o beillwyr a phryfed.

6. Ceir cysylltiad rhwng gorchudd coetiroedd a gwrychoedd uchel ar y naill law, a chyfoeth rhywogaethol uchel wrth edrych ar blanhigion mewn gwrychoedd ar y llaw arall.

Ymyriad: Creu gwrychoedd

Canlyniad: Cyfoeth rhywogaethol planhigion

Cyd-destun gofodol: Gorchudd gwrychoedd a choetiroedd sy'n bodoli'n barod

Neges polisi: Dylai taliadau ar gyfer gwrychoedd newydd flaenoriaethu eu creu'n agos at goetiroedd a gwrychoedd sy'n bodoli'n barod os mai amrywiaeth planhigion fflora daear yw'r canlyniad angenrheidiol. Ond er y gallai rhywogaethau planhigion elwa, sylwer y gall rhai peillwyr ac adar elwa mwy pan fydd gwrychoedd newydd mewn lleoliadau lle mae'r gorchudd coetiroedd a gwrychoedd yn isel. Mae ennill a cholli'n digwydd fan hyn.

7. Ceir perthynas linol rhwng ffrwythlondeb glaswelltir a dirywiad yng nghyfoeth rhywogaethol planhigion ac eithrio lle mae amrywiaeth y cynefinoedd amgylchynol yn uchel.

Ymyriad: Dad-ddwysáu glaswelltir

Canlyniad: Cyfoeth rhywogaethol planhigion

Cyd-destun gofodol: Heterogenedd y Dirwedd / Tir lled-naturiol

Negeseuon polisi:

- Bydd taliadau i gynnal ardaloedd o amrywiaeth cynefinoedd uchel o amgylch glaswelltir ffrwythlon yn helpu i gynnal lefel uwch o amrywiaeth planhigion mewn caeau.
- Gallai taliadau i ddad-ddwysáu glaswelltir ganolbwyntio ar fannau lle nad yw'r effaith fyffro hon yn bresennol.
- Bydd angen taliadau ar gyfer ymyriadau cryfach i adfer amrywiaeth mewn cae lle mae'r amrywiaeth eisoes wedi'i theneuo er mwyn cyflwyno rhywogaethau yn ôl i'r gronfa.

8. Mae cysylltiad rhwng heterogenedd y tirwedd / amrywiaeth cynefinoedd a chynnydd yng nghyfoeth rhywogaethol rhywogaethau planhigion hyd at uchafswm o 1.5 cynefin / sgwariau

1 km, ond dim ond yn achos rhywogaethau cyffredinol. Bydd rhywogaethau arbenigol yn dirywio.

Ymyriad: Amrywiaeth cynefinoedd

Canlyniad: Cyfoeth rhywogaethol planhigion

Cyd-destun gofodol: Heterogenedd y Tirwedd / Tir lled-naturiol

Negeuons polisi:

- *Bydd taliadau i greu mwy o heterogenedd yn y tirwedd lle mae'r amrywiaeth cynefinoedd ar hyn o bryd yn < 1.5 cynefin / sgwâr 1km o fudd i rywogaethau planhigion cyffredinol, ond fe allent fod yn niweidiol i rywogaethau arbenigol.*
- *Mae angen taliadau hefyd i gefnogi ardaloedd sy'n addas i rywogaethau arbenigol, yn ogystal â thaliadau i greu mwy o heterogenedd yn y dirwedd.*

I grynhoi, gwelir bod canlyniadau ymyriadau'n amrywio'n sylweddol iawn, yn dibynnu ar y tacsas, a dangoswyd bod trothwyon clir yn helpu i roi arweiniad ar gyfer targedu taliadau'n ofodol, e.e.

Creu gwrychoedd (sy'n aml yn gysylltiedig â chysylltedd a gwydnwch)

- Bydd creu gwrychoedd newydd lle mae'r gorchudd presennol yn isel (< 100h/ha) yn arwain at fwy o gynnydd ymhlith pryfed; mwy o helaethrwydd ymhlith adar; ond cyfoeth rhywogaethol is ymhlith planhigion mewn fflora daear gwrychoedd. Bydd creu gwrychoedd lle mae'r gorchudd presennol yn uchel (> 100h/ha) yn arwain at lai o gynnydd ymhlith pryfed; dirywiad ymhlith rhai rhywogaethau adar; ond cyfoeth rhywogaethol uwch ymhlith planhigion mewn fflora daear gwrychoedd.

Gorchudd blodau

- Bydd unrhyw gynnydd mewn gorchudd blodau ar dir ffermio yn creu budd net i helaethrwydd pryfed. Gwelir y budd mwyaf pan fydd y gorchudd presennol ar hyn o bryd yn < 5%, er y gwelir cynnydd pan fydd y gorchudd yn hyd at 60%.

Dad-ddwysáu glaswelltir

- Bydd taliadau dad-ddwysáu yn rhoi'r budd mwyaf i gyfoeth rhywogaethol planhigion pan fydd yr amrywiaeth cynefinoedd amgylchynol yn isel.
- Bydd taliadau ar gyfer amrywiaeth cynefinoedd yn helpu i gynnal lefelau amrywiaeth planhigion uchel pan fydd yr amrywiaeth cynefinoedd yn uchel.

Heterogenedd y dirwedd, amrywiaeth a dad-ddwysáu (yn aml yn gysylltiedig â gwydnwch)

- Bydd amrywiaeth cynefinoedd o hyd at 1.5 cynefin mewn sgwariau 1 km o fudd i gyfoeth rhywogaethol planhigion, ond rhywogaethau cyffredinol sy'n elwa, gyda phlanhigion arbenigol yn dirywio.

Yn y pen draw, bydd hi'n aml yn sefyllfa o ennill a cholli wrth newid y dull o reoli tir. Gan hynny, er mwyn osgoi canlyniadau anfwriadol, mae'n hanfodol targedu'n ofodol er mwyn cefnogi tacsas ac ecosystemau penodol. Mae taliadau i greu mathau cymysg o dirweddau yn arwain at y budd mwyaf i dacsas cymysg, gan gynnwys y rheini y mae ar dacsas arbenigol eu hangen.

Mae'r dadansoddiad hwn o ddata arolwg maes cenedlaethol RhMGG wedi canfod bodolaeth trothwyon ecolegol a gofodol cyd-destunol ar gyfer Cymru, a gall y rhain helpu i arwain targedu gofodol i sicrhau'r budd mwyaf o'r canlynol: creu gwrychoedd; gorchudd blodau uwch; dad-ddwysáu glaswelltir; a chreu amrywiaeth cynefinoedd ar gyfer planhigion, pryfed a pheillwyr, ac adar.

2 CRYNODEB GWEITHREDOL

Mae'r adroddiad hwn yn datblygu sylfaen dystiolaeth Cymru er mwyn rhoi sail i dargedu Cynlluniau Rheoli Tir a fydd yn disodli Glastir. Rydym yn cyflwyno dadansoddiadau o ddata Rhaglen Monitro a Gwerthuso Glastir (RhMGG), 2013-2016. Rydym yn canolbwyntio ar fioamrywiaeth planhigion, adar a pheillwyr, ond yn defnyddio dulliau y gellid eu defnyddio ar gyfer amrywiaeth eang o ganlyniadau amgylcheddol eraill. Rydym yn rhoi cyngor ar gyfer cyflwyno'r ymyriadau rheoli mwyaf effeithiol, gan ddefnyddio patrymau a pherthnasoedd a welir mewn newidynnau amgylcheddol yng Nghymru. Yn bwysicach na dim, rydym yn dangos sut y mae modd defnyddio arsylwadau amgylcheddol wedi'u cyd-leoli o arolwg maes cenedlaethol, strwythuredig, i roi sylw i amrywiaeth o gwestiynau polisi a ofynnir. Dyma ein canfyddiadau allweddol:

Adar

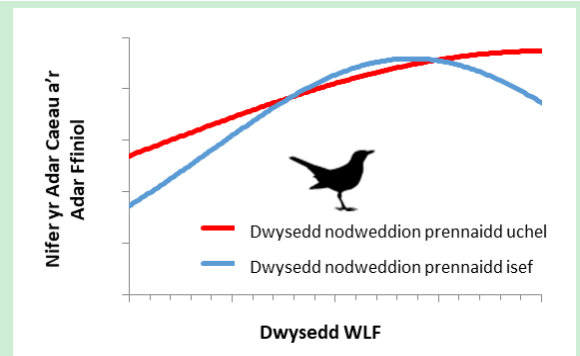
Yr asesiad cyntaf sy'n benodol i Gymru o ymatebion adar i nodweddion llinellol prenaidd (WLF) a chyd-destun y dirwedd

Manteision creu gwrychoedd ar gyfer arbenigwyr maes ac arbenigwyr ffiniol, o Fwyelch i Freision Melyn (Ffig. 2.1.)

Yn enwedig pan fydd dwysedd y nodweddion WLF yn isel

Mae angen ystyried effeithiau ymyriadau ar yr holl dacs, p'run a ydynt yn dargedau uniongyrchol ai peidio

Mae nodweddion llinellol prenaidd yn cael rhai effeithiau negyddol ar adar caeau agored



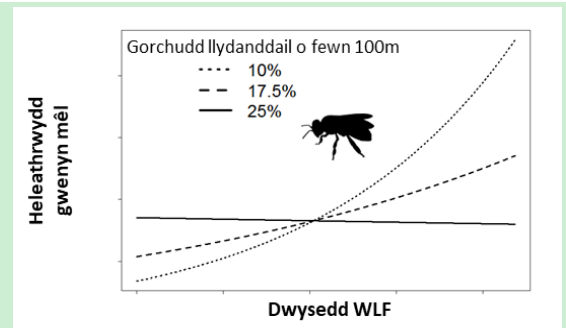
Figur 2.1. Effeithiau aflinol WLF ar helaethrwydd adar caeau ac adar ffiniol

Peillwyr

Rhagor o ymchwil i'r hyn sy'n sbarduno helaethrwydd peillwyr yng Nghymru, gyda choetiroedd llydanddail yn hollbwysig

Manteision amlwg nodweddion llinellol prenaidd i helaethrwydd cyffredinol peillwyr, yn enwedig pryfed hedfan a gwenyn mêl (Ffig. 2.2.) ***Yn achos gwenyn mêl, os yw'r gorchudd llydanddail cyfagos yn isel***

Mae gorchudd blodau'n hanfodol, ond yn isel ar laswelltir wedi'i wella ***Mae angen i ymyriadau gynyddu'r gorchudd blodau, gydag effeithiau cadarnhaol serth mewn ardaloedd sy'n brin o flodau***



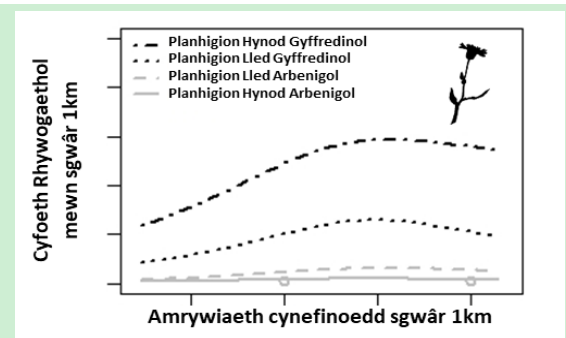
Figur 2.2. Effeithiau nodweddion llinellol prenaidd ar helaethrwydd gwenyn mêl, yn ddibynnol ar gyd-destun

Planhigion

Nifer o astudiaethau manwl, gan gynnwys rhagor o wybodaeth am ddangosyddion tir ffermio sydd o werth mawr i natur yng Nghymru

Mae dwysedd defnydd tir yn lleihau cyfoeth rhywogaethol fflora daear gwrychoedd a glastiroedd glaswelltir a ffermir ***Ond gall amrywiaeth cynefinoedd uchel fyffro'r lleihau***

Mae cyd-destun ehangach y dirwedd yn effeithio ar amrywiaeth planhigion lleol yn enwedig o amgylch gorchudd prenaidd a lle ceir amrywiaeth cynefinoedd ***Ond mae amrywiaeth cynefinoedd ar y cyfan o fudd i gyffredinolwyr***



Figur 2.3. Mae effeithiau cadarnhaol amrywiaeth cynefinoedd ar y cyfan yn berthnasol i rywogaethau planhigion cyffredinol

3 Y CEFNDIR A'R PRIF GANFYDDIADAU

Mae cynlluniau rheoli tir, gan gynnwys cynlluniau amaeth-amgylcheddol, yn cael eu defnyddio'n helaeth mewn meysydd polisi i wella canlyniadau amgylcheddol ar dir ffermio. Mae tir ffermio yn gorchuddio ~90% o dir Cymru (Armstrong et al. 2016). Ceir gwariant cyhoeddus sylweddol ar gynlluniau rheoli tir hefyd. Ers 2012, rhoddwyd £89 miliwn y flwyddyn ar gyfer Cynllun Rheoli Tir Glastir yng Nghymru (Davies, 2012). Tua'r un pryd, buddsoddwyd £400 miliwn y flwyddyn mewn cynlluniau amaeth-amgylcheddol yn Lloegr (Natural England, 2009). Yn amlwg mae angen i gynlluniau rheoli tir ariannu'r ymyriadau iawn – yn y lleoliadau iawn – er mwyn sicrhau'r manteision amgylcheddol mwyaf posibl. Wrth adfer bioamrywiaeth a sicrhau canlyniadau amgylcheddol eraill ar dir ffermio, mae cyd-destun y dirwedd yn arbennig o bwysig. Er enghraifft, efallai na fydd rhywogaethau yn cytrefu ar dirweddau ynysig lle cyflwynir ymyriadau cynlluniau rheoli tir. Ar y llaw arall, efallai na fydd diben i ymyriadau cynlluniau rheoli tir ar diweddau sydd eisoes yn amrywiol ac yn lled-naturiol (Tschardt et al. 2005). Mae'r cyd-destun rheoli yn ystyriaeth arall o bwys. Er enghraifft, gall ffrwythlondeb gweddilliol amharu ar gamau i adfer glaswelltir ar dir wedi'i wella (Critchley et al. 2003).

Gyda'r nod o roi sail i'r gwaith o dargedu cynlluniau rheoli tir yng Nghymru, mae'r adroddiad hwn yn cyflwyno dadansoddiadau manwl o'r perthnasoedd rhwng bioamrywiaeth a pharamedrau rheoli amaethyddol (e.e. nodweddion llinellol prenaidd, gorchudd blodau, amrywiaeth cynefinoedd). Mae'n debygol y bydd gan lawer o'r perthnasoedd a gyflwynir fecanweithiau uniongyrchol, achosol yn sail iddynt. Er enghraifft, gall nodweddion llinellol prenaidd gynyddu bioamrywiaeth adar, planhigion a pheillwyr drwy ddarparu cynefinoedd nythu, llochesi ac adnoddau fflurol. Gellid defnyddio dull tebyg o weithio i sicrhau cyfres ehangach o ganlyniadau amgylcheddol yn y dyfodol – er enghraifft o ran ansawdd dŵr croyw.

Yn fan hyn, rydym yn crynhoi goblygiadau polisi ein canlyniadau, gan eu hatgyfnerthu ar sail dadansoddiad newydd o ddata o arolwg maes cenedlaethol Rhaglen Monitro a Gwerthuso Glastir (RhMGG) – a hynny yng nghyd-destun y llenyddiaeth ehangach. Yn benodol, canfuwyd nifer o ymatebion mewn bioamrywiaeth sy'n aflinol neu'n dibynnu ar y cyd-destun, ac mae i hynny oblygiadau wrth reoli a thargedu cynlluniau rheoli tir. Rydym hefyd yn cyflwyno data am y nifer sy'n manteisio ar ymyriadau perthnasol Glastir ar wahanol raddiannau allweddol yn y dirwedd. Er enghraifft, rydym yn cyflwyno'r nifer sy'n manteisio ar opsiynau creu gwrychoedd (perthi/cloddiau) ar wahanol raddiannau wrth edrych ar ddwysedd y nodweddion llinellol prenaidd presennol. Mae'r data hyn yn rhoi cefndir defnyddiol wrth greu strategaethau targedu ar gyfer cynlluniau rheoli tir yn y dyfodol.

Yn yr adroddiad hwn, rydym yn ceisio deall perthnasoedd achosol ar sail patrymau yn y newidynnau amgylcheddol a chydberthyniad rhyngddynt. Fel y nodir uchod, mae'n debygol bod mecanweithiau achosol yn sail i'r perthnasoedd sy'n cael eu cyflwyno. Serch hynny, wrth ddadansoddi'r arsylwadau amgylcheddol a gofnodwyd mewn ffenestr amser fer (2013-2016), dim ond rhoi brasamcan o'r achosiaeth y gallwn, ar y gorau. Y ffordd orau o ddeall achosiaeth yw drwy driniaeth arbrolfol. Er bod triniaeth arbrolfol bron yn amhosibl ar y graddfeydd gofodol a amseryddol a ystyrir yma, cynghorwn fod angen pwyll wrth ystyried achosiaeth wrth ddefnyddio'r canfyddiadau. At hynny, mae disgwyl cynnal arolygon yn y dyfodol o fewn sgwariau RhMGG – er enghraifft o dan arolwg maes ERAMMP 2021. O ganlyniad, gallai'r cyngor a roddir yn dyfodol i roi sail i strategaethau targedu cynlluniau rheoli tir ddefnyddio tueddiadau amseryddol, ochr yn ochr â phatrymau gofodol, yn y data.

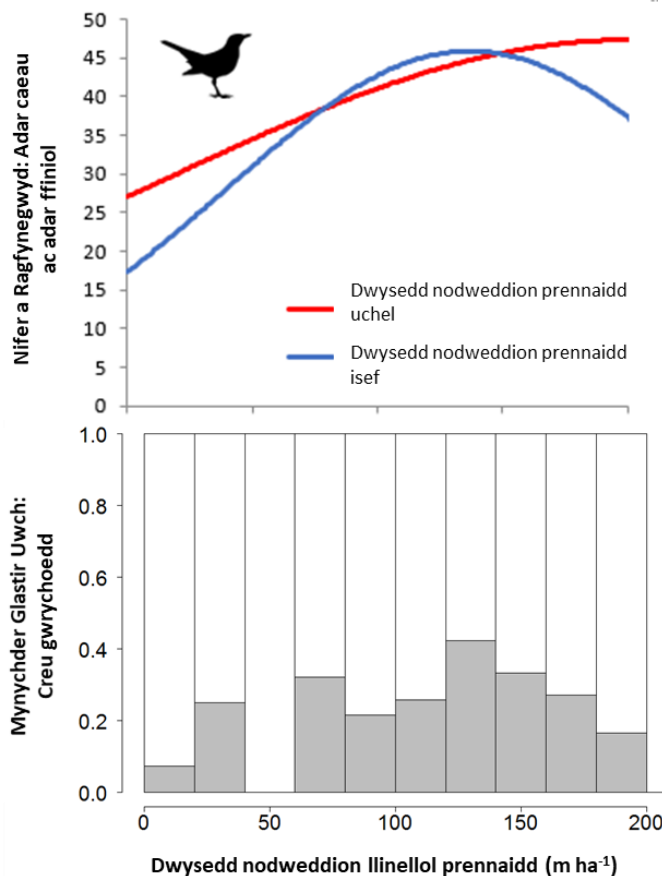
3.1 Mae manteision creu nodweddion llinellol prenaidd yn dibynnu ar gyd-destun y dirwedd

Gwelsom fod perthnasoedd aflinol a/neu berthnasoedd sy'n dibynnu ar gyd-destun rhwng dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd ar dir ffermio Cymru a helaethrwydd adar a pheillwyr. Gwelsom hefyd fod y dirwedd o'u hamgylch yn effeithio ar fflora daear gwrychoedd. Mae i'r canlyniadau hyn oblygiadau wrth dargedu ymyriadau cynlluniau rheoli tir.

3.1.1 Adar

Aethom ati i ymchwilio sut yr oedd cyd-destun cefndirol y dirwedd yn effeithio ar y perthnasoedd aflinol rhwng helaethrwydd y tri grŵp ecolegol o rywogaethau adar a nodweddion llinellol prenaidd: cynefinoedd prenaidd eraill yn yr ardal a arolygwyd ac yn y dirwedd amgylchynol, a'r ardaloedd o dir ffermio â'r holl dir wedi'i wella yn yr ardal a arolygwyd. Roedd effeithiau sylweddol ar bob grŵp. Yn fwyaf nodedig, gwelwyd y byddai cynyddu dwysedd gwrychoedd yn cael mwy o effaith ar rywogaethau adar sydd angen cynefinoedd maes a chynefinoedd ffiniol – yn enwedig mewn ardaloedd sydd â lefelau is o orchudd prenaidd yn eu cynefinoedd ar hyn o bryd. Mae rhywogaethau sy'n defnyddio'r mosaig o gynefinoedd ar dir ffermio yn elwa o'r heterogenedd y mae nodweddion llinellol prenaidd yn ei gyflwyno i dir a ffermir, ond yn llai felly pan fydd dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd yn uwch. Bryd hynny, dim ond rhywogaethau prysg a choetiroedd sy'n elwa.

Drachefn, mae'r canlyniadau'n rhoi tystiolaeth uniongyrchol, feintiol yn sail i dargedu dulliau rheoli'r dyfodol. Er bod astudiaethau blaenorol wedi dangos manteision meintiol ymyriadau fel creu gwrychoedd, dyma'r astudiaeth gyntaf i gyflwyno data ansoddol ar gyfer Cymru a gwybodaeth am yr hyn y bydd y rhywogaethau dan sylw yn ei ennill a'i gollu yn eu tro.

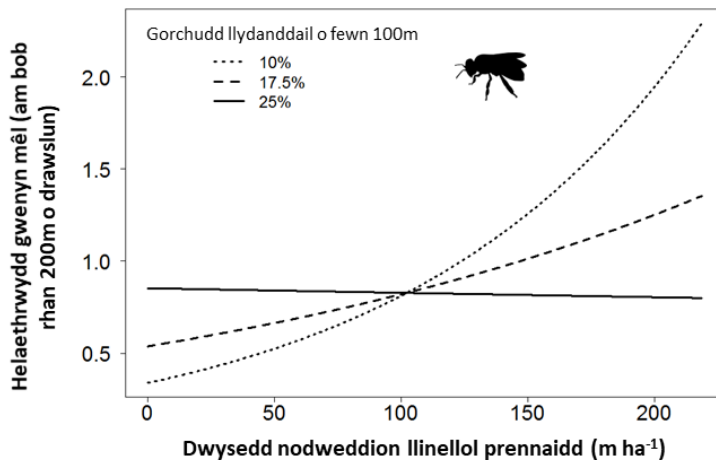


Ffigur 3.1. Ar y top: Mae adar maes ac adar ffiniol arbenigol yn elwa o nodweddion llinellol prenaidd (cyfanswm nifer y unigolion) ar dir ffermio'r iseldir yng Nghymru – yn enwedig pan fydd dwysedd y nodweddion prenaidd bach eraill yn isel (y llinell las). Mae tystiolaeth bod yr enillion i adar yn lleihau wrth i ddwysedd y nodweddion llinellol prenaidd gynyddu (h.y. mae'r cromliniau'n rhoi'r gorau i gynyddu). Gan hynny, efallai mai creu nodweddion llinellol prenaidd fyddai'n cael yr effaith fwyaf ar ffermydd lle mae dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd yn isel ar hyn o bryd.

Ar y gwaelod: Cyfran y sgwariau lle caiff gwrychoedd eu creu o dan Glastir, ar hyd graddiant o ddwysedd nodweddion llinellol prenaidd. O dan Glastir, bydd gwrychoedd yn aml yn cael eu creu ar ffermydd lle mae dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd eisoes yn uchel. Efallai na fydd hyn yn arwain at y manteision mwyaf i boblogaethau'r rhywogaethau

3.1.2 Peillwyr

Gwelsom fod effaith nodweddion llinellol prenaidd ar helaethrwydd gwenyn mêl ar raddfa'r fferm yn dibynnu ar orchudd llydanddail isel yn y dirwedd amgylchynol. Mae hyn yn dangos cymhlethdod gofodol ymatebion peillwyr i adnoddau fflurol a gyflwynir; gall unigolion fanteisio ar adnoddau fflurol penodol ar draul eraill. Mae'n debygol bod hyn yn arbennig o wir am wenyng mêl, sy'n aml yn casglu paill o goed (Jones et al. 2021) ac yn gallu cyfathrebu o fewn y gytref i ganolbwyntio ar fforio yn eu blaenau i ardaloedd cynhyrchiol (Balbuena, Molinas, a Farina, 2012). Gwelsom nad oedd gwenyn mêl yn dangos yr un ymateb i orchudd blodau â'r grwpiau o beillwyr gwyllt, o ran rhoi'r gorau i gynyddu, sy'n awgrymu tuedd i grynhoi yn yr ardaloedd lle ceir y mwyaf o flodau. Nid yw helaethrwydd gwenyn mêl yn fesuriad dirprwyol dibynadwy ar gyfer helaethrwydd grwpiau eraill o beillwyr.



Ffigur 3.2. Roedd effeithiau cadarnhaol nodweddion llinellol prenaidd ar helaethrwydd gwenyn mêl yn ddibynnol ar orchudd llydanddail amgylchynol isel.

Mae hyn yn cyd-fynd â sawl astudiaeth arall, yn enwedig yn Lloegr, sy'n canfod bod manteision ymyriadau amaeth-amgylcheddol yn dibynnu ar gyd-destun y dirwedd. Er enghraifft, mae ymatebion gwyfynod arbenigol i landiroedd gwair sydd wedi'u creu yn ddibynnol ar gael cynefin lled-naturiol gerllaw (Alison et al. 2016). Ar y llaw arall, mae ymatebion cacwn i glytiau fforio sydd wedi'u hau mewn gwirionedd yn fwy mewn ardaloedd lle ceir tir â'r helaeth (Heard et al., 2007).

3.1.3 Planhigion

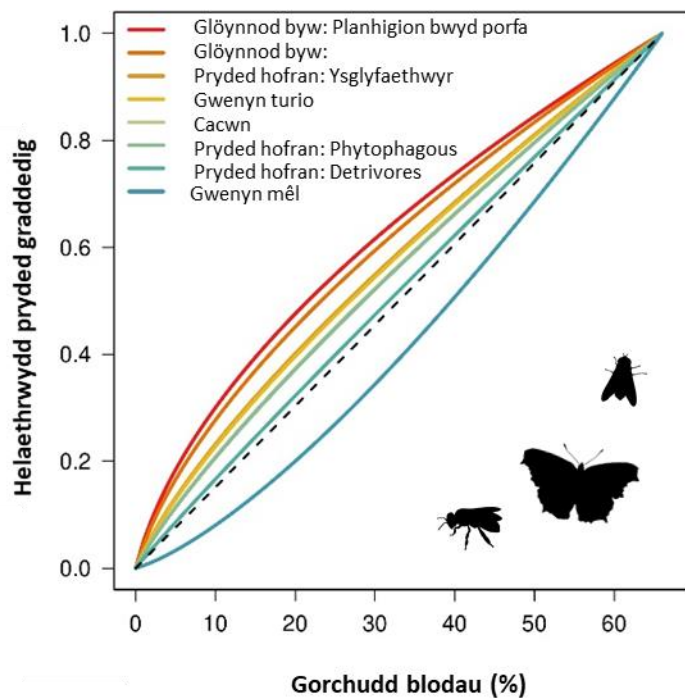
Mae cyd-destun y dirwedd yn effeithio ar amrywiaeth planhigion lleol. Yn benodol, rydym yn canfod bod dwysedd uchel o nodweddion prenaidd neu goetir yn y dirwedd amgylchynol yn gysylltiedig â chryn gyfoeth yn y rhywogaethau a geir mewn fflora daear gwrychoedd. Mae hyn yn dibynnu ar raddfa; ar y raddfa leol, mae nodweddion prenaidd bach yn arwyddocaol; ar raddfeydd mwy, mae nodweddion prenaidd bach ynghyd ag ardaloedd mwy o goetir yn arwyddocaol. Fel y gwelir yn adran **Error! Reference source not found.**, mae'r perthnasoedd yn wahanol rhwng cyfoeth y fflora daear cyffredinol a dangosyddion coetiroedd hynafol iawn. Roedd perthynas negyddol gref rhwng dwysedd tir cyfagos a chyfoeth rhywogaethol, gan gynnwys cyfoeth dangosyddion coetiroedd hynafol iawn.

3.2 Mae gan gaeau sy'n brin o flodau botensial i beillwyr

Roedd gorchudd blodau yn gyffredinol bwysig ar gyfer helaethrwydd wyth o grwpiau o bryfed sy'n peillio. At hynny, yn achos peillwyr gwyllt, roedd gan orchudd blodau yr effaith gadarnhaol fwyaf ar helaethrwydd yn y darn o'r sbectwm lle mae blodau'n brin. Yn amlwg mae modd i beillwyr fanteisio ar glytiau wasgaredig, bychain o flodau ar gaeau sydd fel

arall yn foel. At hynny, gall effaith cynnydd penodol mewn gorchudd blodau ar helaethrwydd peillwyr lleol fod ar ei mwyaf mewn caeau o'r fath sy'n brin o flodau. Mae effaith gorchudd blodau ar helaethrwydd, o ran rhoi'r gorau i gynyddu, yn berthnasol mewn termau absoliwt.

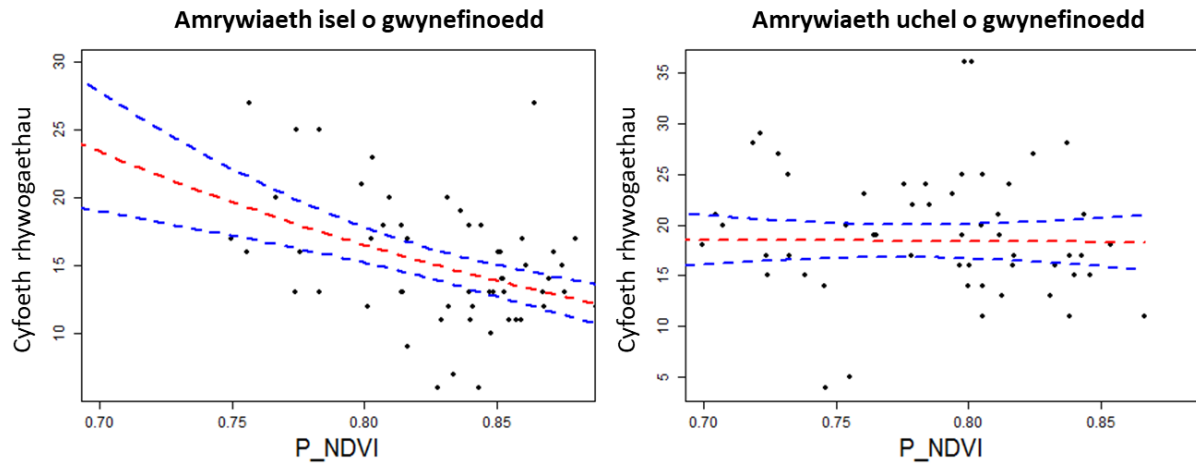
Er bod adnoddau fflurol yn hollbwysig i beillwyr mewn gwahanol fathau o gynefinoedd ac ecosystemau, gwelsom mai prin oedd yr ymyriadau o dan Glastir a oedd yn targedu cyflwyno blodau neu gynyddu gorchudd blodau ar dir ffermio. Gallai cynlluniau rheoli tir neu gynlluniau amaeth-amgylcheddol yng Nghymru yn y dyfodol gynnwys camau i gyflwyno mwy o rywogaethau planhigion blodeuol ar dir ffermio, ac ar lastiroedd glaswelltir yn enwedig. Serch hynny, byddai angen i'r amseru a dwysedd y torri neu'r pori fod yn addas er mwyn sicrhau cynnydd yn y gorchudd blodau a'r adnoddau fflurol a ddarperir.



Ffigur 3.3. Mae gorchudd blodau'n cynyddu helaethrwydd wyth o grwpiau o beillwyr. Yn achos peillwyr gwyllt, mae'r enillion yn lleihau; disgwylw'n tua dwywaith y cynnydd yn yr helaethrwydd gyda chynnydd yn y gorchudd blodau o 0-5%, o'i gymharu â 10-15% (mae peillwyr gwyllt uwch y llinell 1:1 doredig; mae gwenyn mêl oddi tani).

3.3 Mae amgylchfyd lled-naturiol yn byffro effeithiau ffrwythlondeb ar gyfoeth rhywogaethol planhigion

Aethom ati i edrych a oes modd i gyd-destun y dirwedd ryngweithio â ffrwythlondeb i gynyddu cyfoeth rhywogaethol mewn caeau. Gwelsom fod cryn ostyngiad yng nghyfoeth rhywogaethol pan fydd y ffrwythlondeb yn uwch mewn glaswelltiroedd wedi'u gwella a glaswelltiroedd niwtral. Mae'r cyfoeth rhywogaethol ar ei fwyaf yn y lleiniau sydd â'r amrywiaeth cynefinoedd mwyaf a'r cyfoeth mwyaf o rywogaethau yn y sgwâr mewn cynefinoedd wedi'u gwella a chynefinoedd niwtral. Er gwaethaf y dirwyd mewn cyfoeth rhywogaethol wrth i'r ffrwythlondeb gynyddu, efallai fod cyd-destun y dirwedd yn byffro hyn. Mewn glaswelltiroedd wedi'u gwella, mae'n ymddangos bod amrywiaeth uwch o gynefinoedd neu helaethrwydd tir lled-naturiol yn rhyngweithio â ffrwythlondeb i gynnal cyfoeth rhywogaethol. Mewn glaswelltiroedd niwtral, mae'n ymddangos bod hyn yn wir yn achos faint o dir lled-naturiol sydd yno.



Ffigur 3.4: Y berthynas rhwng ffrwythlondeb (graddfa'r llain NDVI) a chyfoeth rhywogaethol mewn lleiniau wedi'u grwpio yn ôl cwantiliau amrywiaeth cynefinoedd a) Isel, b) Uchel, ar laswelltir wedi'i wella.

Mewn tirweddau amrywiol, mae'r canlyniadau hyn yn awgrymu y gellid cynnal cyfoeth rhywogaethol uchel er gwaethaf lefelau ffrwythlondeb uchel. Mae hyn yn golygu y gallai fod mantais mewn targedu ymyriadau mewn ardaloedd lle nad yw amrywiaeth y dirwedd yn byffro hynny. Serch hynny, os yw cronfa'r rhywogaeth wedi'i theneuo drwy ffrwythlondeb uwch a symleiddiad, yna efallai na fydd lleihau ffrwythlondeb mewn tirwedd syml yn arwain at ymateb (e.e. Marrs et al. 1996), yn enwedig i rywogaethau arbenigol sy'n gysylltiedig â chynefinoedd lled-naturiol a ffrwythlondeb is (Kleijn et al. 2011). Mewn tirweddau sy'n cael eu rheoli'n fwy dwys, efallai y gall fod angen mwy o ymyriadau fel ychwanegu rhywogaethau codlysiâu, porfa a gwair drwy ail-hau, tros-hau, neu hau mewn slotiau. Gallai ymyriadau mwy datblygedig gynnwys cyflwyno planhigion plwg neu anifeiliaid porthi gyda gwair o ansawdd da sy'n cynnwys hadau (o safleoedd cyfagos). Byddai hyn yn cynyddu'r costau, fodd bynnag (Keenleyside et al. 2020, Torok et al. 2018).

Mae'r gwaith hwn hefyd yn dangos ei bod yn fanteisiol ystyried cyflwyno pecynnau o sawl ymyriad gwahanol sy'n cynyddu faint o dir lled-naturiol a ffynonellau cytrefu sydd ar lefel y fferm neu lefel y dirwedd, gan y gall y rhain fod yn ddefnyddiol i gynnal amrywiaeth, hyd yn oed pan fydd y ffrwythlondeb yn uchel.

3.4 Mae'r dull rheoli delfrydol yn dibynnu ar y tacson dan sylw

Rydym yn canfod bod ymatebion i ddulliau rheoli ym amrywio rhwng tacsau, gyda rhai themâu cyffredin.

3.4.1 Adar

Mae nifer o rywogaethau adar tir ffermio wedi dirywio ac felly maent yn cael blaenoriaeth yn y maes cadwraeth yn sgil dwysáu amaethyddol, ond mae'r patrwm cyffredinol hwn yn ailadrodd wrth edrych ar ystod o berthnasoedd penodol lle ceir newid amgylcheddol. Mae hyn yn cynnwys effeithiau gwartaith, ail-hadu glaswelltir, colli gwrychoedd a symleiddio patrymau cynyddio â'r. Rhaid i ddulliau rheoli sy'n adfer dirywiad felly ystyried y ffactorau

hollbwysig ar gyfer rhywogaethau unigol neu grwpiau ecolegol sy'n cael eu targedu. Er enghraifft, mae disgwyl i nifer o rywogaethau elwa o wrychoedd, fel y Bras Melyn neu'r Fronfraith, ond gallai gwrychoedd effeithio'n negyddol ar rywogaethau caeau agored, fel yr Ehedydd a'r Cornchwiglen. Mae'n addas ystyried holl ystod effeithiau ymyriad ar amrywiaeth tacsâ, boed y rhywogaethau hynny'n dargedau uniongyrchol ai peidio.

Yma, rydym yn ystyried ymatebion helaethrwydd tri grŵp ecolegol o adar i ddwysedd nodweddion llinellol prenaidd (e.e. gwrychoedd) ar dir ffermio yng Nghymru. Dangosodd pob grŵp ymatebion aflinol, ond roedd gwahaniaeth yn yr ymatebion rhwng grwpiau. Roedd rhywogaethau sy'n defnyddio cynefinoedd prenaidd a rhywogaethau sy'n defnyddio cyfuniad o wrychoedd a chynefinoedd yng nghanol caeau yn fwyaf cyffredin lle ceid rhwng 0.05 a 0.13 km/ha o wrychoedd, ond mae eu helaethrwydd yn lleihau ar dir ffermio uwchben yr amrediad hwnnw (y mwyaf yn y data oedd lle ceid 0.23 km/ha). Ar y llaw arall, nid oedd gwrychoedd yn effeithio rhyw lawer ar rywogaethau caeau agored lle ceid hyd at 0.10 km/ha, ond roedd effaith negyddol gynyddol uwchben y pwynt hwn. Mae i hyn oblygiadau clir wrth dargedu creu gwrychoedd, ac mae'n dangos yr hyn sy'n gorfod cael ei ennill a'i golli wrth ddefnyddio dulliau rheoli er mwyn bod o fudd er enghraifft, i'r Cornchwiglen neu'r Bras Melyn.

3.4.2 Peillwyr

Dangosodd gwaith blaenorol sut roedd helaethrwydd peillwyr mewn cynefinoedd ac ecosystemau yng Nghymru yn wahanol wrth edrych ar wahanol grwpiau o beillwyr (Alison et al. *yn cael ei baratoi*.) Yma, rydym yn dangos bod ymatebion i nodweddion llinellol prenaidd, cyd-destun y dirwedd a gorchudd blodau hefyd yn wahanol rhwng grwpiau. Mae hyn yn awgrymu bod y grwpiau'n ymateb yn wahanol i ddulliau rheoli. Er enghraifft, gwelsom dystiolaeth i awgrymu bod gwenyn mêl a phryfed hofran yn fwy tebygol o elwa o osod gwrychoedd na gwenyn turio. Yn yr un modd, mae gloynnod byw sy'n bwydo ar wair yn fwy tebygol o elwa o adfer tir â'r yn laswelltir na gloynnod byw sy'n bwydo ar blanhigion porfa.

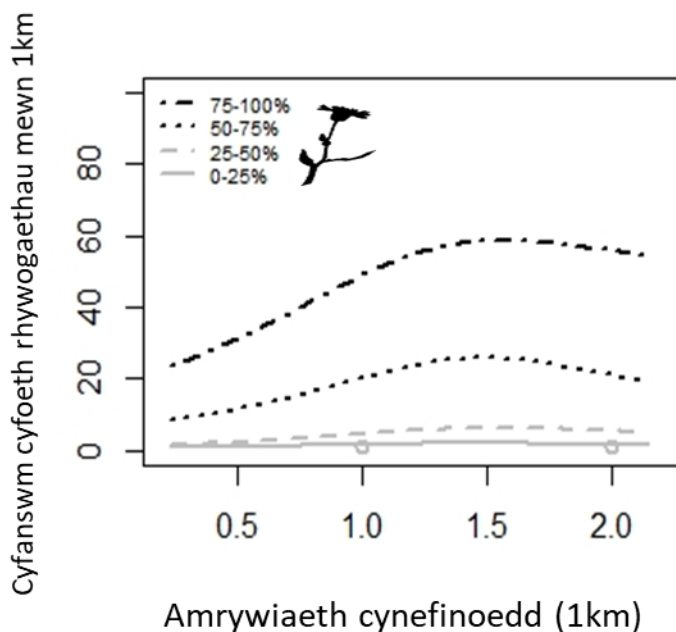
Serch hynny, mae themâu cyffredin yn ymatebion disgwylidig y grwpiau o beillwyr i ddulliau rheoli. Er enghraifft, dangosodd yr holl grwpiau o beillwyr berthynas gadarnhaol gref â gorchudd blodau. Yn yr un modd, mae coetiroedd llydanddail yn cefnogi helaethrwydd cymharol uchel a chyson ymhlith yr holl grwpiau o beillwyr (Alison et al. *yn cael ei baratoi*.) Yn olaf, ni wnaethom ganfod bod nodweddion llinellol prenaidd yn cael unrhyw effeithiau negyddol sylweddol ar helaethrwydd peillwyr – sy'n awgrymu enillion net i helaethrwydd ac amrywiaeth peillwyr ar ôl creu gwrychoedd.

3.4.3 Planhigion

Bydd cynlluniau rheoli tir yn aml yn creu heterogenedd ar dir ffermio, gydag effeithiau posibl ar fioamrywiaeth planhigion. Serch hynny, rydym yn canfod bod rhai agweddau ar fioamrywiaeth planhigion yn ymateb yn fwy cadarnhaol na rhai eraill. Aethom ati i edrych ar y berthynas rhwng heterogenedd y dirwedd a lled cilfach rhywogaethau planhigion, gan ganfod mai'r rhywogaethau sydd â lled cilfach eang (h.y. y cyffredinolwyr) sy'n elwa fwyaf o fwy o heterogenedd. Wrth i heterogenedd gynyddu, roedd y rhywogaethau a oedd â'r lled cilfach culaf (h.y. yr arbenigwyr) yn dueddol o ddirywio, mewn gwirionedd. Yn gyffredinol, mae disgwyl i fioamrywiaeth elwa o gynyddu heterogenedd mewn tirweddau syml. Fodd bynnag, wrth i heterogenedd gynyddu ymhellach, rydym yn dangos y gall yr enillion ymhlith rhywogaethau cyffredinol fod ar draul colli rhywogaethau arbenigol, neu o bosibl rywogaethau sy'n gysylltiedig ag amodau mwy agored (Concepción et al. 2012, Maskell et al. 2019). Mae hyn yn dangos y bydd y math o ymyriad yn dylanwadu ar sut i dargedu

cynlluniau rheoli tir, ac yn enwedig a yw'r cynllun yn cael ei ddefnyddio ar gyfer rhywogaethau cyffredinol ynteu arbenigol.

Gwelsom hefyd ymatebion gwahanol i gyd-destun y dirwedd rhwng fflora daear cyffredinol a rhywogaethau planhigion sy'n Ddangosyddion Coetiroedd Hynafol lawn. Aethom ati i ddadansoddi'r perthnasoedd rhwng cyd-destun y dirwedd a fflora daear gwrychoedd. Yn achos fflora daear cyffredinol, roedd mymryn o berthynas gadarnhaol rhwng cyfoeth rhywogaethol a gorchudd prenaidd. Fodd bynnag, roedd Dangosyddion Coetiroedd Hynafol lawn yn ymateb yn well i gyd-destun y dirwedd; roedd perthnasoedd cadarnhao/unfodd rhwng Dangosyddion Coetiroedd Hynafol lawn a gorchudd y coetir amgylchynol. Mae hyn yn awgrymu bod mwy o rôl i wrychoedd fel llochesi ar gyfer Dangosyddion Coetiroedd Hynafol lawn pan fydd coetir gerllaw.



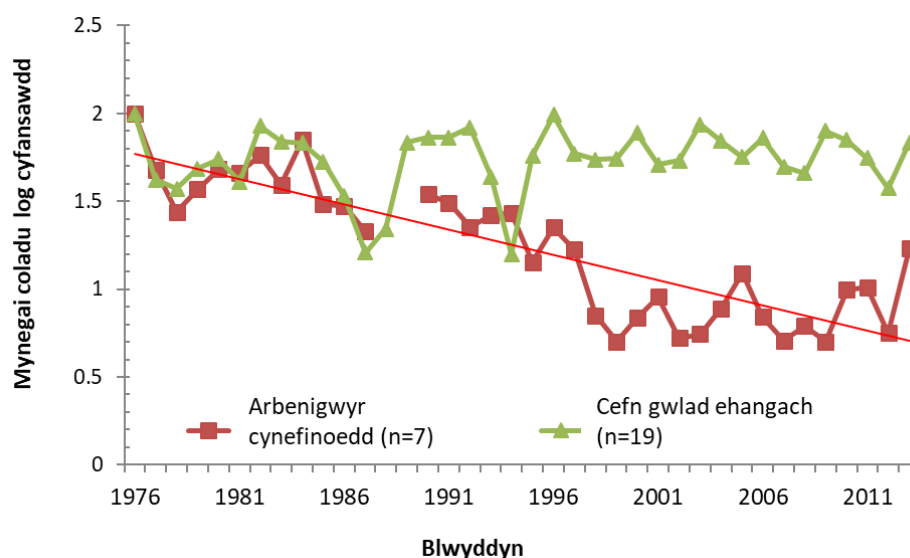
Ffigur 3.5. Mae rhywogaethau cyffredinol, sydd â lled cilfach eang (y llinellau duon), yn ymateb yn fwy cadarnhaol i amrywiaeth cynefinoedd ar raddfa'r dirwedd na rhywogaethau arbenigol sydd â lled cilfach cul (y llinellau llwyd). Mae rhywogaethau cyffredinol yn ffynnu pan fydd lleiniau bychain o gynefinoedd amrywiol iawn, fel tir ffermio Math II sydd o werth mawr i natur. Mae'r pedair llinell yn cynrychioli pedwar chwarter rhywogaethau planhigion ar ôl eu graddio ar sail pa mor gyffredinol ydynt (75-100% = y mwyaf cyffredinol, 50-75% = y canol uwch, 25-50% = y canol is a 0-25% = y lleiaf cyffredinol)

4 ASTUDIAETH ACHOS 1: BLODAU A NODWEDDION LLINELLOL PRENAIDD AR GYFER HELAETHRWYDD PEILLWYR

4.1 Cefndir

Mae 'peillwyr' yn disgrifio amrywiaeth eang o anifeiliaid gwyllt ac anifeiliaid a reolir, a phryfed yn enwedig, a'r rheini'n galluogi peillio a ffrwythloni blodau (Potts et al., 2016). Mae peillwyr yn rhoi manteision economaidd drwy wella'r broses o gynhyrchu bwyd yn fyd-eang (Gallai et al., 2009), gyda 35% o hwnnw'n deillio o gnydau sy'n cael eu peillio gan anifeiliaid (Klein et al., 2007). Serch hynny, mae ganddynt hefyd swyddogaeth hollbwysig wrth gynnal poblogaethau o rywogaethau planhigion gwyllt (Biesmeijer et al., 2006), tra bo gan rai grwpiau – gwenyn yn enwedig – werth cymdeithasol a diwylliannol aruthrol (Christmas et al., 2018). Gall manteision peillwyr y tu hwnt i gnydau fod yn arbennig o bwysig yng Nghymru, rhanbarth lle mae amaethyddiaeth ar laswelltir wedi'i wella yn amlwg iawn (Armstrong et al., 2018).

Ceir diffyg dealltwriaeth o'r tueddiadau wrth edrych ar helaethrwydd peillwyr yng Nghymru. Ym Mhrydain Fawr, mae cofnodion sydd wedi'u cyflwyno gan wirfoddolwyr yn dangos, ers 1970, bod mwy o rywogaethau gwyfynod, gwenyn, pryfed hofran a gloynnod wedi dirywio na chynyddu (Fox et al., 2014; Powney et al., 2019; Thomas et al., 2004). Mae dirywiadau tebyg i'w gweld yn Ewrop yn ehangach (Carvalho et al., 2013). Yng Nghymru, mae data ar gyfer grwpiau o beillwyr nad ydynt yn loynnod, e.e. gwenyn a phryfed hofran, yn arbennig o brin. Mae dangosydd ar lefel Cymru o helaethrwydd gwenyn a phryfed hofran yn dal i gael ei ddatblygu o dan Gynllun Monitro Peillwyr (PoMS) y DU. Yn achos gloynnod, dangosodd dadansoddiad yn ystod RhMGG fod helaethrwydd saith o rywogaethau arbenigol wedi dirywio ers 1970, tra bo helaethrwydd 19 o rywogaethau ehangach yng nghefn gwlad yn sefydlog (Ffig. 4.1., Smart et al., 2015).



Ffigur 4.1. Mynegeion helaethrwydd cyfansawdd ar gyfer 7 o rywogaethau gloynnod arbenigol mewn cynefinoedd (sgwariau coch) ac 19 o rywogaethau ehangach yng nghefn gwlad (trianglau gwyrdd). Wedi'i addasu o Smart et al. (2015).

Tan yn ddiweddar, roedd diffyg dealltwriaeth o gyflwr peillwyr yn holl gynefinoedd amrywiol Cymru. Roedd arolwg maes RhMGG yn cynnwys trawsluniau mewn 300 o sgwariau 1km ledled Cymru, lle cafodd cynefinoedd a nodweddion llinellol hefyd eu mapio gyda llawer o fanylder. Mae dadansoddiad o'r data am beillwyr o drawslluniau wedi dangos effeithiau cadarnhaol gorchudd blodau, coetiroedd, nodweddion llinellol prenaidd a hyd yn oed rwndir wrth edrych ar helaethrwydd grwpiau niferus o beillwyr (Alison et al., *yn cael ei baratoi*) gyda rhai manteision cyfatebol i amrywiaeth peillwyr (Maskell et al., 2019). Gan hynny, gallai ymyriadau sy'n creu gwrychoedd neu sy'n cynyddu gorchudd blodau fod o fudd i beillwyr yng Nghymru, ond mae cwestiynau o hyd ynghylch ble y gallai ymyriadau o'r fath fod yn fwyaf effeithiol. Mae gwaith blaenorol yn Lloegr wedi dangos sut y gallai manteision ymyriadau amaeth-amgylcheddol ddibynnu ar gynefinoedd addas yn y dirwedd amgylchynol (Alison et al., 2016), ond prin yw'r astudiaethau o'r fath sydd wedi'u cynnal yng Nghymru.

Rydym yn cyflwyno dadansoddiad manwl o effeithiau gorchudd blodau a nodweddion llinellol prenaidd ar helaethrwydd grwpiau o beillwyr yn y tair urdd o bryfed. Yn gyntaf, rydym yn profi ar gyfer effeithiau aflinol gorchudd blodau ar raddfeydd lleol. Yn ail, rydym yn profi am effeithiau aflinol nodweddion llinellol prenaidd a'u heffeithiau sy'n ddibynnol ar gyd-destun ar raddfa'r fferm. Yn Adran 6, rydym yn trafod beth yw goblygiadau'r canlyniadau hyn i reoli mewn ffyrdd sy'n ystyriol o beillwyr yng Nghymru – gan ganolbwyntio ar y goblygiadau ar gyfer targedu yn y maes amaeth-amgylcheddol.

4.2 Ein ffordd o weithio

Cafodd data am bryfed sy'n peillio, gorchudd blodau, cynefinoedd a nodweddion llinellol prenaidd ledled Cymru eu casglu drwy Raglen Monitro a Gwerthuso Glastir 2013-2016 (RhMGG; Emmett a thîm RhMGG, 2017). I gael manylion dyluniad yr arolwg maes, a detholiad o 300 o sgwariau'r RhMGG, gweler Emmett a thîm RhMGG (2014, 2017).

4.2.1 Arolygon o beillwyr a blodau

Cynhaliwyd dau ymweliad – un ym mis Gorffennaf ac un ym mis Awst – â phob un o'r 300 o sgwariau RhMGG, a hynny gan arolygwyr pryfed a blodau sydd wedi'u hyfforddi yn y maes. Gwnaed yr ymweliadau rhwng 10am a 4pm ar ddiwrnodau cynnes, sych, llonydd, gan ddilyn dull Arolwg Gloynnod Byw Cefn Gwlad Ehangach y DU (Brereton et al., 2011). Yn ystod pob ymweliad, arolygwyd dau drawsllun 1km, fesul rhannau o tua 200m, i chwilio am loynnod byw yn eu llawn dwf (Lepidoptera: Rhopalocera), gwenyn (Apoidea) a phryfed hofran (Syrphidae). Cerddodd yr arolygwyr drwy drawslluniau'r peillwyr yn araf a phwylllog. Cofnodwyd pob pryf yr oedd modd ei adnabod mewn blwch o 5m o amgylch yr arolygwr. Cafodd y gloynnod byw eu hadnabod ar lefel rhywogaethau; cafodd gwenyn eu hadnabod ar lefel gwenyn mêl, cacwn, neu un o ddau grŵp o wenyn unig wedi'u seilio ar eu strategaeth casglu pail (pail ar goesau: gwenyn turio'n bennaf, e.e. *Andrena*; pail ar yr abdomen: gwenyn deildorrol neu saerwenyn, y teulu Megachilidae); cafodd pryfed hofran eu hadnabod ar lefel un o dri grŵp morffolegol, a'r rheini'n fras yn adlewyrchu eu strategaethau bwydo larfaol (ysglyfaethus, detritysyddaid neu lysysol).

Cofnodwyd canran y gorchudd blodau (*nid y gorchudd llystyfiant*) o fewn 5m i bob rhan o drawsllun gan ddefnyddio graddfa DAFOR (Trechol (*Dominant*) >30%≥ Helaeth (*Abundant*) >10%≥ Mynych (*Frequent*) >5%≥ Achlysurol (*Occasional*) >1%≥ Prin (*Rare*) >0%) ar gyfer 10 o grwpiau o blanhigion (Apiaceae, Asteraceae (melyn), Asteraceae (porffor), Dipsaceae, Ericaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae neu "arall"). Mesuriad absoliwt a ddefnyddiwyd ar gyfer y gorchudd blodau, ac nid mesuriad cymharol (h.y. nid oedd disgwyl i orchudd gwahanol deuluoedd roi cyfanswm o 100).

4.2.2 Mapio cynefinoedd a nodweddion llinellol prenaidd

Cynhaliwyd arolygon o gynefinoedd a nodweddion llinellol prenaidd ym mhob un o sgwariau RhMGG yn ystod yr un flwyddyn ag y cynhaliwyd yr arolygon o beillwyr a blodau. Gan ddilyn methodoleg Arolwg Cefn Gwlad Prydain Fawr (Wood et al., 2018), dynodwyd math o gynefin bras o dan Gynllun Gweithredu Bioamrywiaeth y DU ar gyfer pob parcel o dir yn y sgwâr a oedd yn hygyrch a lle'r oedd caniatâd i wneud hynny (Jackson, 2000). Hefyd, mapiwyd nodweddion llinellol prenaidd (gwrychoedd a llinellau o goed < 5m o led, ac yn o leiaf 20m o hyd) o fewn ac o gwmpas y parceli hynny.

4.2.3 Dadansoddi data

Cafodd helaethrwydd peillwyr, cyfanswm y gorchudd blodau, y math o gynefin, dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd a data cyd-destunol eraill eu hechdynnu o gronfa ddata RhMGG gan ddefnyddio dwy raddfa: (1) graddfa leol: sef rhannau o drawslluniau unigol 200m a (2) graddfa'r fferm: sef yr ardaloedd o laswelltir wedi'i wella a glaswelltir niwtral, â'r (ardaloedd "a ffermir" neu "a ffermid" o hyn allan) ym mhob sgwâr RhMGG.

Roedd cyfrifiadau o ddwysedd nodweddion llinellol prenaidd ar raddfa'r fferm yn cynnwys nodweddion llinellol prenaidd ar ffiniau rhwng cynefinoedd a ffermid a chynefinoedd nas ffermid. Cynhaliwyd dadansoddiadau ar raddfa leol ar gyfer pob un o'r wyth o grwpiau o bryfed: (1) cacwn, (2) gwenyn mêl, (3) gwenyn turio, (4) gloÿnnod byw a'u planhigion bwyd larfaol yn wair ("gloÿnnod byw sy'n bwydo ar wair" o hyn allan) (5) gloÿnnod byw a'u planhigion bwyd larfaol yn borfa ("gloÿnnod byw sy'n bwydo ar borfa"), (6) pryfed hofran a'u larfâu yn ysglyfaethus ("pryfed hofran ysglyfaethus"), (7) pryfed hofran a'u larfâu yn ddetritysyddaidd ("pryfed hofran detritysyddaidd") a (8) pryfed hofran a'u larfâu yn llysysol ("pryfed hofran llysysol"). Nid oedd cynnal dadansoddiadau ar raddfa'r fferm yn bosibl yn achos gwenyn turio a phryfed hofran llysysol gan nad oeddent wedi'u cynrychioli'n ddigonol ar dir ffermio.

(1) I ymchwilio i effeithiau gorchudd blodau ar raddfa leol, defnyddiwyd gorchudd blodau i ragfynegi helaethrwydd pryfed ar hyd rhannau 200m o drawslluniau. Cynrychiolwyd gorchudd blodau fel swm canolbwyntiau mesuriadau DAFOR (wedi'u talgrynnu i fyny: 65%, 20%, 8%, 4% ac 1% yn y drefn honno) o'r holl deuluoedd planhigion a gofnodwyd ar hyd rhan 200m o drawsllun. Profwyd ar gyfer effeithiau aflinol gorchudd blodau, gan reoli effeithiau nifer o newidynnau eraill gan gynnwys y math o gynefin, y tymheredd, yr heulwen, cyflymder y gwynt a dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd o fewn 10m i'r rhan o'r trawslun. Defnyddiwyd modelau effeithiau cymysg llinol cyffredinoleddig (GLMMs) gyda strwythurau cyfeiliorni binomaidd negatif.

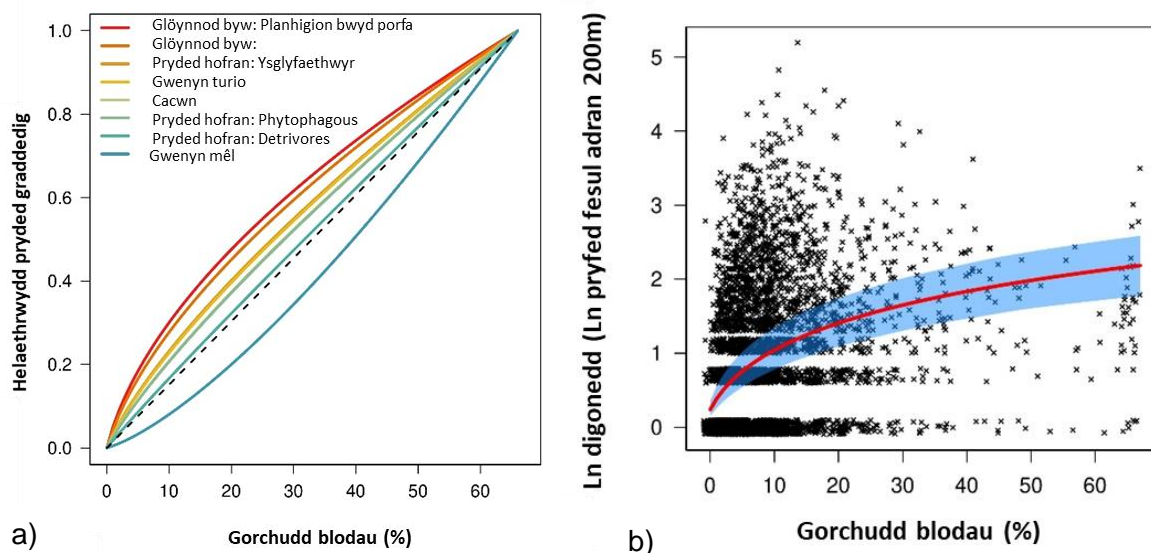
(2) I ymchwilio i effeithiau nodweddion llinellol prenaidd ar raddfa'r fferm, defnyddiwyd dwysedd nodweddion llinellol prenaidd i ragfynegi helaethrwydd pryfed mewn rhannau 200m o drawsllun mewn sgwâr (cafodd y niferoedd cymedrig eu talgrynnu i fyny i'r cyfanrif agosaf). Profwyd am effeithiau aflinol dwysedd nodweddion llinellol prenaidd neu effeithiau'r nodweddion hynny sy'n ddibynnol ar gyd-destun, ynghyd ag am effeithiau aflinol newidynnau cyd-destunol (e.e. gorchudd llydanddail o fewn 100m). Dewiswyd newidyn cyd-destunol gwahanol ar gyfer pob grŵp o bryfed ar sail gwaith dadansoddi blaenorol – yn benodol cynrychiolwyd mathau o gynefinoedd sydd wedi'u cysylltu o'r blaen â niferoedd uchel o bob grŵp (Tabl 4.1). Defnyddiwyd modelau llinol cyffredinoleddig (GLMs) gyda strwythurau cyfeiliorni binomaidd negatif.

Ar gyfer y naill ddadansoddiad a'r llall, daethpwyd i gasgliadau ar sail yr effeithiau a oedd yn bresennol yn y model symlaf. Y model symlaf fyddai hwnnw, gyda $\Delta AICc < 2$ (gweler Alison et al., *yn cael ei baratoi*, i gael rhagor o fanylion methodolegol a dadansoddiadau).

4.3 Canlyniadau

4.3.1 Effeithiau gorchudd blodau ar raddfa leol

Roedd gan orchudd blodau effeithiau aflinol ar helaethrwydd pob grŵp o bryfed (Ffig. 4.2.). Roedd y perthnasoedd dilynol rhwng helaethrwydd a chanran y gorchudd blodau yn geugrwm (h.y. yn rhoi'r gorau i gynyddu) yn achos peillwyr gwyllt (cacwn, gwenyn turio, gloynnod byw a phryfed hofran) ac yn amgrwm yn achos gwenyn mêl. O ganlyniad, yn achos peillwyr gwyllt, roedd yr enillion o ran helaethrwydd gyda phob canran o orchudd blodau yn fwy os oedd y gorchudd blodau yn $< 10\%$. Yn achos gwenyn mêl, fodd bynnag, roedd yr enillion o ran helaethrwydd gyda phob canran o orchudd blodau yn fwy os oedd y gorchudd blodau yn $> 10\%$. Roedd y math o gynnydd, nodweddion llinellol prenaidd a'r tywydd hefyd yn effeithio ar yr wyth o grwpiau o bryfed i wahanol raddau (gweler Alison et al., *yn cael ei baratoi*, i weld canlyniadau ehangach).



Ffigur 4.2. a) Effeithiau gorchudd blodau ar raddfa leol ar helaethrwydd graddedig wyth o grwpiau o beillwyr. Roedd y perthnasoedd rhwng helaethrwydd a chanran y gorchudd blodau yn bennaf yn geugrwm (h.y. yn rhoi'r gorau i gynyddu) yn achos grwpiau o beillwyr gwyllt ac yn amgrwm yn achos gwenyn mêl. Mae'r llinellau solid lliw yn cynrychioli rhagfynegiadau graddedig o'r model gorau ar gyfer pob grŵp o beillwyr. Mae'r llinell ddu doredig yn cynrychioli llinoledd. b) Y berthynas uchod ar gyfer cacwn gyda'r cyfrifiadau wedi'u dangos (croesau du). Mae'r niferoedd wedi'u trawsffurfio drwy log, ac mae "cryndod" (sain) wedi'i ychwanegu at bwyntiau ar hyd y ddwy echelin i ddelweddu gwasgariad y data. Mae'r naill banel a'r llall wedi'u hailgynhyrchu o Alison et al., (*yn cael ei baratoi*).

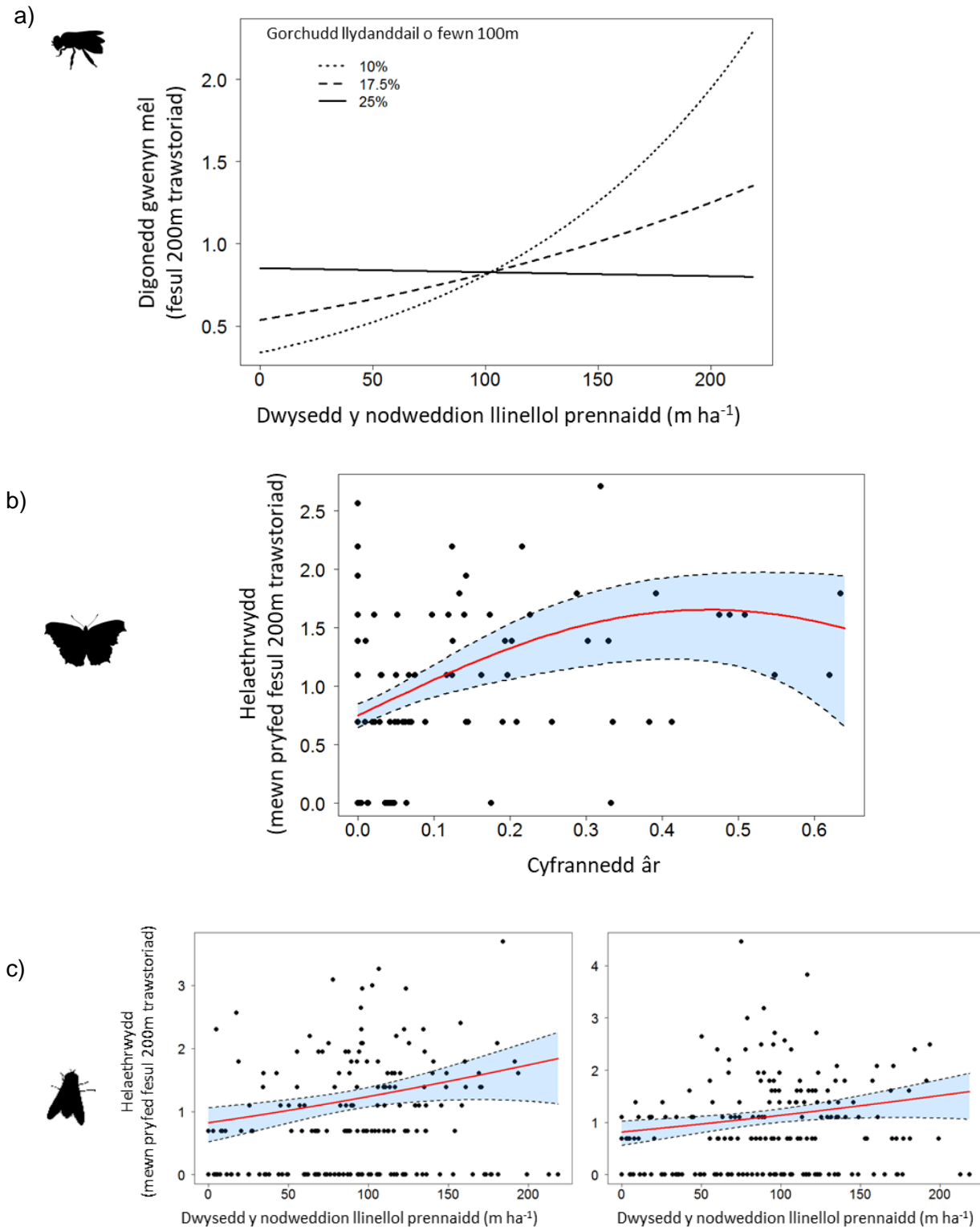
4.3.2 Effeithiau nodweddion llinellol prenaidd ar raddfa'r fferm

Roedd gan nodweddion llinellol prenaidd effeithiau cadarnhaol llinol ar helaethrwydd gwenyn mêl, pryfed hofran ysglyfaethus a phryfed hofran detritysyddaid yn yr ardaloedd a ffermid yn sgwariau RhMGG (Tabl 4.1.; Ffig. 4.3., top a gwaelod). At hynny, roedd effeithiau cadarnhaol nodweddion llinellol prenaidd ar wenynd mêl ar dir ffermio yn ddibynnol ar orchudd llydanddail amgylchynol isel (<20%) (h.y. y gyfran o'r ardal o fewn 100m sydd naill ai yn nodweddion prenaidd bychain neu'n goetir llydanddail; Ffig. 4.3., top).

Roedd cynnydd yn y gyfran âr o fudd i bryfed hofran ysglyfaethus mewn modd llinol, ond dangoswyd perthynas a roddai'r gorau i gynyddu wrth edrych ar helaethrwydd gloynnod byw sy'n bwydo ar borfa. 3.3., canol). Roedd cynnydd yn y gyfran o laswelltir niwtral o fudd i loynnod byw sy'n bwydo ar wair, tra'r oedd cynnydd yn y gorchudd llydanddail amgylchynol o fudd i bryfed hofran detritysyddaid a gwenyn mêl.

Tabl 4.1. Effeithiau cyd-destun y dirwedd ar raddfa'r fferm (naill ai'r gyfran sy'n dir âr, y gyfran sy'n laswelltir naturiol, neu'r gyfran sy'n orchudd llydanddail o fewn 100m), dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd, a'r rhyngweithio rhwng y ddau newidyn. Mae'r celloedd llwyd yn cynrychioli'r ffaith bod newidyn yn absennol o'r model gorau, mae '+' yn dynodi effaith gadarnhaol, ac mae 'r' yn cynrychioli effaith gadarnhaol, sy'n rhoi'r gorau i gynyddu.

| Grŵp | Cyd-destun y dirwedd | Dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd (m ha ⁻¹) | Dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd × cyd-destun y dirwedd |
|-------------------------------|---|---|---|
| Cacwn | (y gorchudd llydanddail mewn 100m) | | |
| Gwenyn mêl | + (y gorchudd llydanddail mewn 100m) | + | Effaith nodweddion llinellol prenaidd yn gadarnhaol pan fydd y gorchudd llydanddail o fewn 100m yn isel |
| Gloynnod byw: bwydo ar wair | + (y gyfran o laswelltir niwtral) | | |
| Gloynnod byw: bwydo ar borfa | r (y gyfran o dir âr) | | |
| Pryfed hofran: Ysglyfaethwyr | + (y gyfran o dir âr) | + | |
| Pryfed hofran: Detritysyddion | + (y gorchudd llydanddail mewn 100m) | + | |



Figur 4.3. Effeithiau cyd-destun a nodweddion llinellol prenaidd ar raddfa'r fferm ar helaethrwydd grwpiau o beillwyr. a) Roedd effeithiau cadarnhaol nodweddion llinellol prenaidd ar helaethrwydd gwenyn mêl yn ddibynnol ar orchudd llydanddail amgylchynol isel. b) perthynas gefngrom rhwng cyfran y tir âr a helaethrwydd gloÿnnod byw sy'n bwydo ar borfa. c) Perthnasoedd cadarnhaol, llinol rhwng dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd a helaethrwydd pryfed hofran ysglyfaethus (chwith) a phryfed hofran detritysyddaid (dde).

4.4 Trafodaeth

4.4.1 Effeithiau gorchudd blodau ar raddfa leol

Rydym yn canfod bod gorchudd blodau'n cael effeithiau cryfion ar helaethrwydd lleol pob grŵp o beillwyr a astudiwyd, gan ddangos pa mor hollbwysig yw adnoddau pail a neithdar i amrywiaeth o rywogaethau pryfaid. Mae cyffredinolrwydd effaith gorchudd blodau yn awgrymu, yn fwy na dim, bod ymyriadau i gynyddu helaethrwydd fflurol yn debygol o fod o fudd i beillwyr yng Nghymru. Y peth mwyaf diddorol yw ein bod yn dangos y gall maint yr enillion i beillwyr leihau wrth i'r gorchudd blodau gynyddu. Er enghraifft: O'i gymharu â chynnydd o 20-30%, mae cynnydd yn y gorchudd blodau o 0-10% yn cyfateb i bron ddwywaith y cynnydd yn helaethrwydd y gloynnod byw sy'n bwydo ar wair ac ar borfa (Ffig. 4.2., top). Rheswm tebygol am hyn yw y gall adnoddau nad ydynt yn fflurol gyfyngu ar boblogaethau o rywogaethau pryfed sy'n peillio wrth i'r gorchudd blodau gynyddu. Er enghraifft, gall helaethrwydd y safleoedd nythu addas yn y ddaear gyfyngu ar wenyn turio unig a chacwn cyffredin fel *Bombus terrestris* (Gardner et al. 2020). Yn yr un modd, gall y planhigion bwyd larfaol sydd ar gael gyfyngu ar loynnod byw, tra gall helaethrwydd pryfed gleision i'w hysglyfaethu, deunyddiau planhigion sy'n pydru neu dail gyfyngu ar bryfed hofran.

Mae siâp y berthynas rhwng gorchudd blodau a helaethrwydd lleol yn hynod o debyg wrth edrych ar yr holl grwpiau o beillwyr gwyllt. Serch hynny, nid oedd helaethrwydd gwenyn mêl yn dangos ymateb i orchudd blodau sy'n rhoi'r gorau i gynyddu, a gallai hyn fod yn gysylltiedig ag ymddygiad fforio gwahanol. Er enghraifft, gallai'r cyfnewid gwybodaeth rhwng gwenyn mêl, drwy "ddilyn y ddawns" a chyfnewid hylif o geg i geg, alluogi cytrefi i ganolbwyntio yr ardaloedd o dirwedd lle ceir y mwyaf o flodau (Balbuena, Molinas, a Farina, 2012). Mae dynameg poblogaethau gwenyn mêl hefyd yn wahanol iawn i ddynameg poblogaethau peillwyr gwyllt; nifer ac ansawdd y cychod gwenyn a'r ceidwaid gwenyn yng Nghymru, yn hytrach na chynefinoedd naturiol neu led naturiol, sy'n cyfyngu ar y nythod gwenyn mêl yng Nghymru.

4.4.2 Effeithiau nodweddion llinellol prenaidd a chyfran y tir â'r ar raddfa'r fferm

Mae'n debygol bod manteision nodweddion llinellol prenaidd i wenyn mêl a phryfed hofran ar raddfa'r fferm yn ymwneud yn rhannol â'r adnoddau fflurol. Yn achos gwenyn mêl, mae drain gwynion (*Crataegus monogyna*) a drain duon (*Prunus spinosa*) mewn nodweddion llinellol prenaidd yn darparu pail a neithdar hollbwysig yn gynnar yn y tymor (Jones et al., 2021). Yn gyffredinol, mae gwaith meta-farcodio dan arweiniad Gardd Fotaneg Genedlaethol Cymru yn dangos sut y mae planhigion sy'n nodweddiadol o goetiroedd a gwrychoedd yn amlwg iawn wrth edrych ar fforio gwenyn mêl yn gynnar yn y tymor (De Vere et al., 2017). Yn achos pryfed hofran, gallai nodweddion llinellol prenaidd hefyd roi lloches a byffro microhinsoddol, gan alluogi pryfed i reoleiddio eu tymheredd drwy gydol y dydd. At hynny, mae'n debygol bod gwrychoedd yn rhoi adnoddau i wahanol grwpiau o bryfed hofran ar ffurf pryfed gleision i'w hysglyfaethu, planhigion bwyd a sarn dail.

Yn achos pryfed hofran a gwenyn mêl ill dau, ni wnaethom ganfod tystiolaeth bod effeithiau nodweddion llinellol prenaidd ar helaethrwydd yn aflinol. O ganlyniad, rydym yn disgwyl y bydd cynnydd o 0-50 m ha⁻¹ mewn gwrychoedd ar fferm yn arwain yn fras at yr un cynnydd yn helaethrwydd peillwyr â chynnydd o 100-150 m ha⁻¹. Mae'n ymddangos y gall rhywogaethau peillwyr eang eu gwasgariad elwa o nodweddion llinellol prenaidd ynysig yn yr un modd â'r rheini ar ffermydd lle ceir llawer o nodweddion llinellol prenaidd.

Er inni ganfod hefyd bod nodweddion llinellol prenaidd yn arwain at gynnydd yn helaethrwydd gwenyn mêl, gwelsom fod y buddion yn llai lle'r oedd y gorchudd llydanddail amgylchynol yn uchel (e.e. >20%; Ffigur 4.3., top). Yng Nghymru, mae cysylltiad rhwng coetiroedd llydanddail a helaethrwydd gwenyn mêl uchel iawn yn lleol (Alison et al., 2021). O ganlyniad, mae'n bosibl bod gwenyn mêl sy'n fforio o amgylch nodweddion llinellol prenaidd yn symud i goetiroedd llydanddail cyfagos lle mae cynefin o'r fath ar gael. Byddai hyn yn gwneud synnwyr yng ngoleuni (1) ymddygiadau fforio torfol gwenyn mêl (Balbuena, Molinas, a Farina, 2012) a (2) y ffaith bod nifer y cychod gwenyn yn y dirwedd amgylchynol yn cyfyngu ar faint poblogaeth gwenyn mêl. Yn gyffredinol, wrth ychwanegu adnoddau at fferm er mwyn i beillwyr elwa, mae'r canfyddiad hwn yn amlygu'r ffaith y gall y rhain ryngweithio mewn ffyrdd cymhleth â'r adnoddau sy'n bodoli eisoes yn y dirwedd amgylchynol.

Yn olaf, rydym yn dangos bod cynnydd mewn gorchudd â'r fferm yn cael effeithiau cadarnhaol, ond effeithiau sy'n rhoi'r gorau i gynyddu, ar loynnod byw sy'n bwydo ar borfa. Dim ond pan fydd y gyfran â'r yn hyd at tua 15% (Ffig. 4.3., canol) y bydd helaethrwydd gloynnod byw sy'n bwydo ar borfa yn cynyddu. Dangosodd gwaith blaenorol bod cysylltiad rhwng grwndir a helaethrwydd uchel gloynnod sy'n bwydo ar borfa yng Nghymru (Alison et al., 2021). Yn dra phwysig, mae'r canlyniad hwn yn dangos na fyddai ehangu grwndir yn debygol o gael effeithiau cadarnhaol ar beillwyr os yw'n creu tirweddau homogenaidd lle mae'r tir â'r yn amlwg iawn.

5 ASTUDIAETH ACHOS 2: NODWEDDION LLINELLOL PRENNAIDD AR GYFER HELAETHRWYDD RHYWOGAETHAU ADAR

5.1 Cefndir

Adar tir ffermio fu'r elfen amlycaf mewn bioamrywiaeth yn Ewrop, a'r elfen y cyhoeddwyd yn ehangaf yn ei chylch. Gwelwyd dirywiadau hirdymor a difodiant lleol (e.e. Krebs et al. 1999). A hwythau'n amlwg ac yn cael eu gwerthfawrogi gan bobl, mae ganddynt gryn werth diwylliannol. Gan hynny, maent wedi bod yn brif dargedau amryw o gamau rheoli yn y maes cadwraeth, gan gynnwys nifer o opsiynau mewn cynlluniau amaeth-amgylcheddol (gweler, e.e. Davey et al. 2010a, Baker et al. 2012, Dadam a Siriwardena 2019), gan gynnwys o fewn Glastir yng Nghymru (<https://llyw.cymru/glastir>).

Mae gwrychoedd yn nodweddion pwysig mewn cynefinoedd ar dirweddau a ffermir, yn bennaf drwy roi safleoedd ar gyfer nythod (naill ai yn y gwrych ei hun neu mewn llystyfiant llysysol lled-naturiol gerllaw), adnoddau bwyd a lloches (Davey et al. 2010b, Redhead et al. 2013, Siriwardena et al. 2012, Broughton et al. 2021). Mae'r ddau olaf yn berthnasol yn y gaeaf yn ogystal ag yn y tymor bridio, ond yn aml i rywogaethau gwahanol. Yn benodol, gall gwrychoedd roi cynefin addas i rywogaethau sy'n gysylltiedig â chynefinoedd prysgwydd neu ymylon coetiroedd mewn tirwedd na fyddai fel arall yn eu cefnogi, ond gallant hefyd roi rhan bwysig o gynefin i rywogaethau sy'n gallu manteisio ar gynefinoedd cynhyrchu amaethyddol (h.y. caeau agored; e.e. Redhead et al. 2018). Mae'r olaf o'r rhain gan amlaf yn defnyddio cynefinoedd ffiniol mewn caeau i nythu neu i roi lloches, a chynefinoedd mewn caeau i fforio. Gan hynny, gellir disgwyl y bydd rhywogaethau gwahanol yn ymateb yn wahanol i newidiadau yn y cynefinoedd llinellol prennaidd sydd ar gael yn y dirwedd, ac y bydd llinell sylfaen strwythur y dirwedd yn effeithio'n sylweddol ar y patrymau mewn sawl achos.

Mae rheoli gwrychoedd yn elfen amlwg mewn cynlluniau rheoli tir fel Glastir, gan gynnwys opsiynau i gefnogi creu gwrychoedd newydd, adfer gwrychoedd creiriol neu wrychoedd diraddedig, a rheoli gwrychoedd presennol mewn ffordd sy'n fwy ystyriol o fioamrywiaeth (yn bennaf drwy eu torri'n llai aml i hyrwyddo dwysedd llystyfiant a chynhyrchu aeron; <https://llyw.cymru/glastir>). Mae camau i greu ac adfer yn gofyn am ymrwymiad hirdymor, oherwydd mae angen degawdau ar llystyfiant prennaidd newydd i aeddfedu nes bod gwrych yn rhoi'r adnoddau a'r swyddogaethau ecolegol a fydd o fudd i adar yn ymarferol. Gan hynny, nid yw dull cynnig a methu er mwyn canfod yr arferion rheoli gorau yn ymarferol, ac fel mater o flaenoriaeth byddai'n fuddiol gallu rhagfynegi'r lleoliadau gorau, o ran y budd i fioamrywiaeth am bob uned o fuddsoddiad, ar gyfer camau rheoli o'r fath *a priori*.

Byddai'r rhagfynegiadau'n awgrymu y byddai rhywogaethau sy'n dibynnu'n gyfan gwbl ar nodweddion prennaidd yn fwy toreithiog mewn tirweddau lle ceir mwy o orchudd prennaidd, ac yn enwedig fwy o wrychoedd mewn tirweddau lle mae tir ffermio'n amlwg iawn. Fodd bynnag, mae'n debygol y bydd helaethrwydd rhywogaethau sy'n gofyn am gyfuniad o gynefinoedd mewn caeau a chynefinoedd ffiniol yn ymateb yn aflinol, neu y bydd hynny'n dibynnu ar gyd-destun y dirwedd (faint o orchudd prennaidd arall sydd yno). Bydd rhywogaethau sy'n osgoi nodweddion prennaidd a strwythurau fertigol yn ymateb yn negyddol i orchudd gwrychoedd, ond o bosibl yn aflinol, gan fod yr ymatebion cadarnhaol i *hyd* gwrych yn annhebygol o fod yn gwbl gyfatebol i'r rheini yn *arwynebedd* y cynefin o fewn cae. Bydd metrigau sy'n gysylltiedig â'r gymuned neu'r casgliad fel amrywiaeth, cyfoeth y rhywogaeth, neu fynegeion helaethrwydd cyfun ar gyfer rhywogaethau lluosog yn

ymateb mewn ffyrdd cymhleth na ellir eu darogan, a hynny'n dibynnu ar gydbwysedd y gwahanol ymatebion sy'n gysylltiedig â rhywogaethau penodol ac sydd i'w cael yn y casgliad a fesurir. Gan hynny, bydd yn fwyaf defnyddiol ystyried perthnasoedd â gwrychoedd yn nhermau rhywogaethau unigol.

Roedd Rhaglen Monitro a Gwerthuso Glastir (RhMGG) yn cynnwys elfen unigryw i fonitro adar, yn gysylltiedig â monitro targedau eraill. Gan hynny, cafodd pob un o'r 300 o sgwariau 1km yn yr arolwg eu harolygu am adar (75 sgwâr y flwyddyn rhwng 2013 a 2016), a hynny gan ddefnyddio dull trawslun hyblyg a olygai wneud tri neu bedwar ymweliad â phob ardal o dir cynefin ym mhob sgwâr yn ystod y tymor bridio, lle cafwyd caniatâd i wneud hynny (Ebrill i ganol Gorffennaf). I gael manylion dyluniad yr arolwg maes, a detholiad o 300 o sgwariau RhGMM, gweler Emmett a thîm RhMGG (2014, 2017). Mae mapio lleoliadau adar yn ddigidol fesul cae wedyn yn golygu bod modd ystyried pob cofnod o dir ffermio mewn perthynas â'r mathau o gynefinoedd ffiniol mewn caeau yn y caeau perthnasol. Gyda'i gilydd, mae'r data manwl am adar a'u hintegreiddio â data arolwg am gynefinoedd/llystyfiant yn rhoi adnodd unigryw i edrych ar y perthnasoedd rhwng adar a gwrychoedd.

Yma, rydym yn cyflwyno dadansoddiadau o ymatebion pob rhywogaeth berthnasol o adar, wedi'u grwpio yn urddau yn ôl eu dibyniaeth ddisgwyliedig ar wrychoedd, i ddwysedd nodweddion llinellol prenaidd, gan ystyried y dystiolaeth i gefnogi ymatebion aflinol a'u siapiau, a dibyniaeth y perthnasoedd hynny ar gyd-destun y cynefin cefndirol.

5.2 Ein ffordd o weithio

5.2.1 Rhesymeg

Roedd y dadansoddiadau o ddata am adar a nodweddion llinellol yn ceisio gwneud y canlynol ar gyfer adar, gyda gwahanol ymatebion wedi'u rhagfynegi ar gyfer faint o wrychoedd oedd yn y dirwedd:

- (i) Disgrifio siâp y berthynas (sut mae helaethrwydd adar yn newid gyda dwysedd y gwrychoedd yn y dirwedd) – a gwerthuso hynny gan ddefnyddio modelau hyblyg nad ydynt yn gwneud unrhyw dybiaeth ymlaen llaw am natur y berthynas.
- (ii) Dangos a yw'r perthnasoedd yn amrywio mewn gwahanol dirweddau a sut, h.y. lle ceir gwahanol feintiau o dir â'r tir ffermio dwys, nodweddion prenaidd eraill a choetiroedd yn y dirwedd amgylchynol – a gwerthuso hynny gan ddefnyddio modelau symlach sy'n cynhyrchu canlyniadau prawf sy'n haws i'w dehongli.
- (ii) Llunio casgliad o'r goblygiadau i adar drwy ychwanegu mwy o nodweddion llinellol (gwrychoedd) at wahanol fathau o dirwedd, a lle ceir gwahanol feintiau o wrychoedd yn bresennol eisoes.

5.2.2 Yr egwyddorion a'r dull cyffredinol o weithio

Cafodd uchafswm nifer yr adar a welwyd fesul rhywogaeth yn ystod holl ymweliadau'r arolwg, gan ddewis lleiniau o dir ffermio o sgwariau arolwg RhMGG, eu cronni drwy eu dosbarthu yn ôl y cynefinoedd yr oeddent yn eu ffafrio (Tabl 5.1). Cafodd y cyfansymiau a gronnwyd o'r newidynnau helaethrwydd hyn, mewn perthynas â'r cynefinoedd a ffefrid, eu defnyddio mewn modelau ystadegol, fel y disgrifir isod. Cynhaliwyd dadansoddiadau hefyd ar gyfer helaethrwydd rhywogaethau penodol a chofnodir y rhain yn Atodiad A. I brofi'r rhagfynegiadau, yn gyntaf, profwyd i weld a oedd tystiolaeth bod y perthnasoedd rhwng helaethrwydd a hyd y nodwedd linellol brennaidd ym mhob rhan o'r tir ffermio a arolygwyd yn aflinol, gan ddefnyddio Modelau Adiol Cyffredinoledig (GAMs). Mae'r dull hwn yn osgoi

pennu siâp i'r berthynas (gallai fod ar ffurf linol neu unrhyw siâp sy'n amrywiad llyfn, aflinol), ac felly nid yw'n cyfyngu patrymau i ffurf a bennir *a priori*. Drwy gymharu modelau lle'r oedd ffwythiannau wedi'u llyfnhau o wahanol lefelau cymhlethdod yn disgrifio'r berthynas rhwng helaethrwydd adar a dwysedd nodweddion llinellol prenaidd, roedd modd dangos cwmipas yr aflinoledd a oedd yn bresennol, a hynny ym mhresenoldeb ac absenoldeb gwahanol reolyddion yn y dirwedd, heb gyfyngu'r ffit i ffurf benodol ar ffwythiant. Wedyn, edrychwyd yn fanylach ar ddylanwad rheolyddion a'r rhyngweithio â thirweddau, gan ddefnyddio modelau symlach a oedd yn cyfyngu'r perthnasoedd i rai llinol neu gwadratig (cromlinog, ond gyda dim ond un pwynt troi), fel Modelau Llinol Cyffredinodedig (GLMs). Mae strwythur y model hwn yn golygu bod modd ystyried y rhyngweithio rhwng hyd nodweddion llinellol prenaidd a newidynnau eraill yn y cynefin mewn ffordd sy'n fwy hydrin a deongladwy nag a fyddai'n bosibl yn y fframwaith GAM, ond ar draul y ffaith na ellir disgrifio ffurfiau aflinol cymhleth, os yw'r rheini i'w cael.

Cafodd data am y nodweddion llinellol prenaidd yn yr ardal a ffermid a arolygwyd, yr ardaloedd o dir â'r a thir wedi'i wella yn yr ardal a ffermid, cyfran sgwâr yr arolygwr a orchuddid gan nodweddion prenaidd bychain, a chyfran y gorchudd coetir llydanddail yn y dirwedd amgylchynol, eu hechdynnu o ddata RhMGG a'r Map Gorchudd Tir, fel y disgrifir yn Nhabl 5.2.

Tabl 5.1. Diffiniadau o rywogaethau y disgwylir iddynt bennu ymatebion i ddwysedd nodweddion llinellol prenaidd. Mae 'N' yn dynodi maint y sampl o sgwariau 1km lle nad oedd y nifer yn sero; cyfanswm maint y sampl oedd 227.

| Rhywogaethau nodweddion prenaidd | | |
|----------------------------------|-----------|-----|
| Enw | Cod y BTO | N |
| Telor penddu | BC | 138 |
| Coch y berllan | BF | 80 |
| Titw tomos las | BT | 185 |
| Siff-siaff | CC | 136 |
| Llwyd y berth | D | 188 |
| Titw mawr | GT | 170 |
| Telor yr ardd | GW | 53 |
| Titw cynffonhir | LT | 63 |
| Llwydfron fach | LW | 17 |
| Robin goch | R | 197 |
| Bras y cyrs | RB | 36 |
| Dryw | WR | 211 |
| Telor yr hesg | WW | 150 |

| Rhywogaethau caeau a ffiniau | | |
|------------------------------|-----------|-----|
| Enw | Cod y BTO | N |
| Mwyalch | B | 210 |
| Ji-binc | CH | 208 |
| Nico | GO | 165 |
| Llinos werdd | GR | 86 |
| Llinos | LI | 130 |
| Pioden | MG | 153 |
| Bronfraith | ST | 142 |
| Llwydfron | WH | 111 |
| Ysguthan | WP | 180 |
| Bras melyn | Y | 19 |

| Rhywogaethau caeau agored | | |
|---------------------------|-----------|----|
| Enw | Cod y BTO | N |
| Cornchwiglen | L | 15 |
| Ehedydd | S | 80 |

Tabl 5.2. Deilliannau newidynnau cynefinoedd a ddefnyddiwyd yn y dadansoddiadau. Mae "ardaloedd ffermio'r iseldir mewn sgwariau 1km' yn golygu'r holl dir â'r, y glaswelltir wedi'i wella a'r glaswelltir niwtral mewn sgwâr.

| Newidyn y cynefin | Diffiniad |
|-------------------|--|
| ARABLE_AREA | Arwynebedd cyfrannol y lleiniau yn ardaloedd ffermio'r iseldir mewn sgwariau 1km sydd wedi'i fapio fel cynefin â'r a garddwriaeth bras |
| INTENS_AREA | Arwynebedd cyfrannol y lleiniau yn ardaloedd ffermio'r iseldir mewn sgwariau 1km sydd wedi'i fapio fel cynefin bras glaswelltir wedi'i wella + ARABLE+AREA |
| WLF_DENS_KM_HA | Hyd y nodweddion llinellol prenaidd yn rhannau ffermio'r iseldir yn y sgwâr mewn km/ha, neu sy'n ffinio â'r rhannau hynny |
| SWF_1KM_PROP | Arwynebedd cyfrannol y nodweddion prenaidd bychain yn rhannau ffermio'r iseldir yn y sgwâr – o ddata sydd wedi deillio o Copernicus (CLMS 2019), ar ôl dewis dim ond elfennau bychain a llinellol o'r tu mewn i 1km o rannau ffermio'r iseldir yn y sgwâr (byffer "y tu allan yn unig"). |
| BL_1KM_PROP | Arwynebedd cyfrannol o fewn byffer o 1km yn rhannau ffermio'r iseldir yn y sgwâr (byffer "y tu allan yn unig") lle ceir gorchudd sydd naill ai yn nodweddion prenaidd bychain (SWF_1KM_PROP) neu yn goetir llydanddail yn ôl haen gyfun o Fap Gorchudd Tir 2015 a Stocrestr y Goedwig Genedlaethol 2016. |
| FIELD_AREA_SUM | Cyfanswm arwynebedd y lleiniau (km ²) yn ardaloedd ffermio'r iseldir yn y sgwâr. |

5.2.3 Manylion dadansodol a modelau ystadegol

Roedd y modelau yn ystyried y niferoedd am bob uned o arwynebedd, drwy foddelu'r niferoedd crai gydag offset ar gyfer yr ardal a arolygwyd (FIELD_AREA_SUM, Tabl 5.2) oherwydd, er bod yr arolygon wedi'u cynnal mewn unedau safonol, sef sgwariau 1km, dim ond y rhannau o'r sgwariau a ffermid a ystyriwyd yn y dadansoddiadau hyn. Roedd y newidynnau rhagfynegi i gyd yn annibynnol o'r arwynebedd, gan mai dwyseddau neu gyfrannau'r nodweddion oeddent. Cafodd sgwariau gyda llai na thair llain o dir ffermio neu lai na 10 ha (o dir ffermio) a arolygwyd eu hepgor, gan na fyddai digon o ffiniau caeau'n bresennol yn yr ardal a arolygwyd i gynrychioli math o dirwedd yn glir. Rhoddwyd sylw i orwasgaru yn y GLMs drwy ddefnyddio cywiriad i ffit y model ar sail gwerth χ^2 Pearson ar gyfer y model (sylwer nad oedd yr opsiwn hwn ar gael yn y meddalwedd a ddefnyddiwyd i ffitio GAMs, ond dim ond ar y cyfyngau hyder a'r profion arwyddocâd y bydd hyn yn effeithio, ac nid ar yr amcangyfrifon o'r paramedrau a fodlwyd eu hunain). Cafodd modelau a oedd â gwahanol lefelau o ffwythiannau llyfnhau neu ffwythiannau llinol/cwadratig i ddisgrifio'r amrywiad yn y niferoedd o ran dwysedd nodweddion llinellol prenaidd eu cymharu gan ddefnyddio gwerthoedd AIC: yn achos modelau a ffitiwyd â'r un algorithm (h.y. nid GAMs yn erbyn GLMs; ni fyddai cymariaethau o'r fath yn ddilys oherwydd defnyddir algorithmau gwahanol i amcangyfrif y gwyredd), byddai gwerth AIC is yn dynodi cefnogaeth gryfach ar gyfer model, gydag esboniad dros fwy o wyredd, ond gan gosbi cynnwys mwy o baramedrau. Cafodd yr holl fodelau eu ffitio gan ddefnyddio SAS 9.4¹. Mae'r cwestiynau penodol a ystyriwyd a'r modelau a ddefnyddiwyd wedi'u disgrifio yn Nhabl 5.3.

¹ www.sas.com

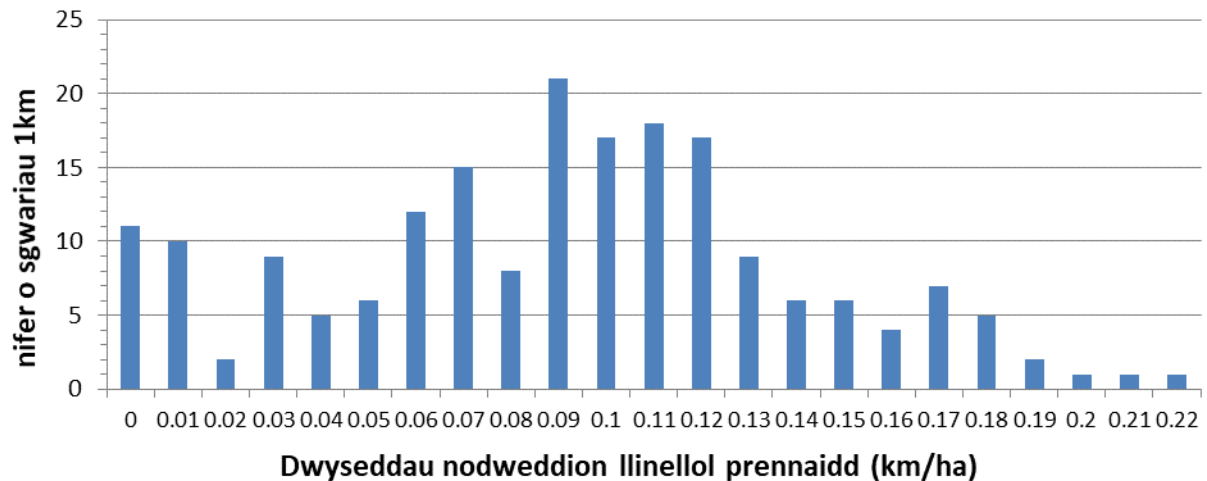
Tabl 5.3. Y cwestiynau dadansoddol a ofynnwyd a'r modelau a ffitiwyd i ddata am niferoedd adar i ymchwili i'r perthnasoedd â dwysedd nodweddion llinellol prenaidd.

| Cwestiwn | Ffurf y model (y newidynnau dibynnol yw helaethrwydd adar) |
|--|--|
| A oes tystiolaeth dros berthnasoedd affinol â nodweddion llinellol prenaidd ar gyfer pob rhywogaeth a grŵp? | GAMs sy'n pennu lefelau gwahanol o lyfnhau (cymhlethdod) y berthynas affinol gyda dwysedd y nodwedd linellol prenaidd GLMs yn pennu effeithiau llinol neu gwadratig ar gyfer y berthynas â dwysedd y nodwedd linellol prenaidd |
| A yw'r perthnasoedd â nodweddion llinellol prenaidd yn amrywio gyda chyd-destun y dirwedd? | GLMs yn pennu effeithiau llinol neu gwadratig ar gyfer y berthynas â dwysedd y nodwedd linellol prenaidd a'r rhyngweithio ag effeithiau llinol y newidynnau cefndir, fel y dangosir isod: |
| Cyfran y gorchudd tir â'r yn ardal yr arolwg: a yw'r patrymau'n amrywio gyda'r math o ffermio? | Y rhyngweithio â'r ardal o dir ffermio â'r (ARABLE_AREA) |
| Cyfran y gorchudd tir â'r a thir wedi'i wella yn ardal yr arolwg: a yw'r patrymau'n amrywio gyda dwysedd y ffermio? | Y rhyngweithio â'r ardal o dir ffermio mwy dwys (tir â'r a gwair wedi'i wella; INTENS_AREA) |
| Cyfran y gorchudd prenaidd arall yn ardal yr arolwg: a yw'r patrymau'n amrywio gyda'r cyd-destun prenaidd lleol? | Y rhyngweithio â'r ardal o nodweddion prenaidd eraill yn ardal yr arolwg (SWF_1KM_PROP) |
| Cyfran y gorchudd prenaidd arall yn y dirwedd amgylchynol: a yw'r patrymau'n amrywio gyda'r cyd-destun prenaidd yn y byffer 1km amgylchynol? | Y rhyngweithio â'r ardal o orchudd prenaidd yn yr ardal amgylchynol (BL_1KM_PROP) |

Nid oedd cydberthyniad, i bob diben, rhwng y newidynnau rhagfynegi cefndir a ystyriwyd (Tabl 5.4). roedd dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd yn y sampl a arolygwyd yn amrywio o sero i fymryn dros 200m yr hectar, er bod y dwysedd y data ar ei uchaf yng nghanol yr ystod hwn ac yn weddol isel tuag at y pen uchaf (Ffigur 5.1). Bydd hyn wedi arwain at berthnasoedd gyda gwerthoedd uchaf y rhagfynegydd yn fwy ansicr.

Tabl 5.4. Y cydberthyniad rhwng y newidynnau cynefin/tirwedd a ddewiswyd (N=227 o sgwariau).

| | INTENS_AREA | ARABLE_AREA | SWF_1KM_PROP | BL_1KM_PROP |
|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| INTENS_AREA | 1 | 0.313 | -0.003 | -0.061 |
| ARABLE_AREA | 0.313 | 1 | -0.092 | -0.009 |
| SWF_1KM_PROP | -0.060 | -0.124 | 1 | 0.479 |
| BL_1KM_PROP | -0.061 | -0.009 | 0.401 | 1 |



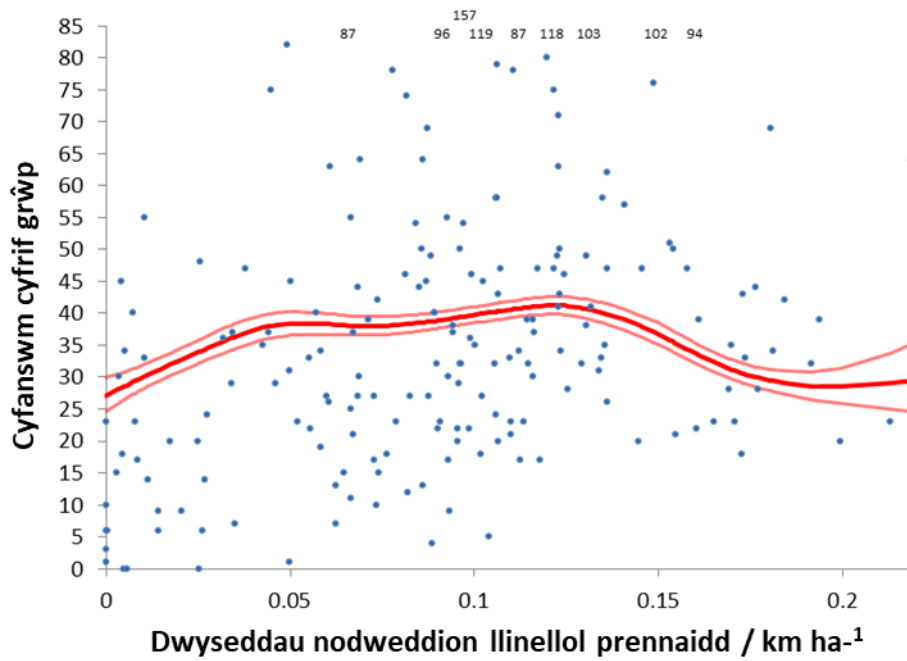
Figur 5.1. Dosbarthiad amllder dwyseddau nodweddion llinellol prenaidd mewn sgwariau 1km sy'n cynnwys cynefin tir ffermio.

5.3 Canlyniadau

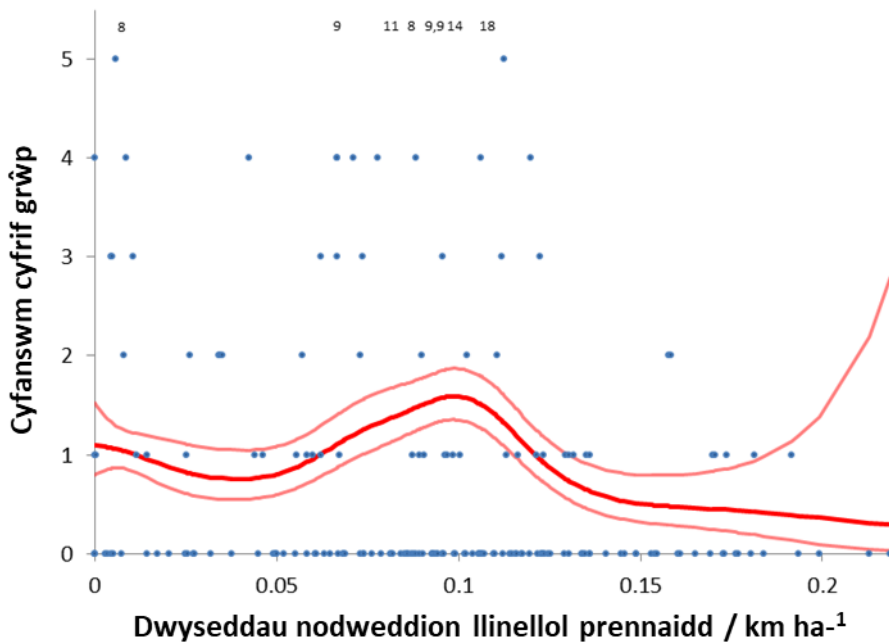
5.3.1 Perthnasoedd anghyfyngedig: Cymariaethau GAM

Drwy gyfuno rhywogaethau i edrych ar gyfanswm eu helaethrwydd fesul urdd neu grŵp (Tabl 5.1), gwelwyd cefnogaeth gref dros ffwythiannau llyfn mwy cymhleth, gyda'r gwerthoedd AIC i'w gweld yn gostwng yn amlwg wrth i ryddid nodweddion prenaidd a grwpiau caeau a ffiniau gynyddu, a'r ffwythiannau llyfn symlaf ar gyfer y grŵp caeau agored yn cael eu gwrthod yn glir (Atodiad A: Tabl 9.1). Serch hynny, roedd plotiau'r ffurfiau mwyaf cymhleth ar y ffwythiannau yn dangos bod y siapiau cyffredinol yn dal yn weddol syml, gyda'r cymhlethdod mewn amrywiadau bychain ymhlith gwerthoedd rhyngol dwysedd nodweddion llinellol prenaidd (Ffigurau 5.2 – 5.4).

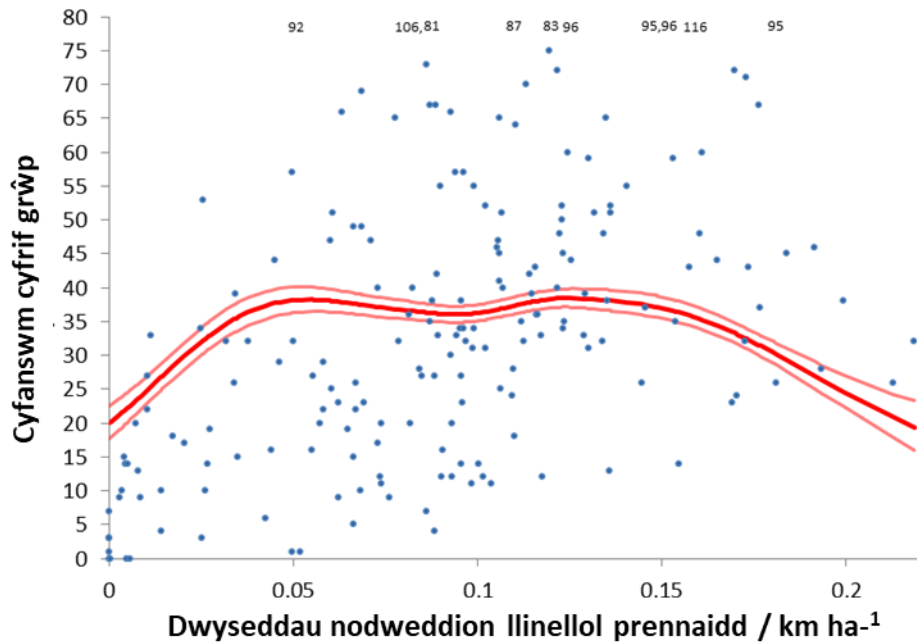
Ymhlith y ddwy rywogaeth sy'n gwbl ddibynnol ar nodweddion prenaidd, a'r rheini sy'n eu defnyddio ar y cyd â chaeau agored, gwelwyd cynnydd cyffredinol mewn helaethrwydd hyd at ddwysedd o tua 0.05km/ha o nodweddion llinellol prenaidd, a gostyngiad mewn helaethrwydd wrth i'r dwysedd ddringo uwchben tua 0.13km/ha, ond ychydig yn unig o effaith a welwyd dros yr ystod rhyngol (Ffigurau 5.2 a 5.4.). Ychydig yn unig o effaith a welwyd ymhlith y rhywogaethau caeau agored o dan tua 0.1km/ha, ond roedd gostyngiadau uwchben y pwynt hwnnw (Ffig. 5.3).



Ffigur 5.2. Plotiau llyfn GAM ar gyfer helaethrwydd rhywogaethau caeau a ffiniau, mewn perthynas â dwysedd nodweddion llinellol prenaidd, gan ddefnyddio llyfn gyda 4df (yr un mwyaf cymhleth wedi'i ffitio). Mae'r llinell goch dywyll yn dangos ffit wedi'i llyfnhau a'r llinellau golau yn dangos cyfwng hyder 95% y ffit. Pwyntiau data crai yw'r dotiau glas; mae allanollion y gwerthoedd helaethrwydd wedi'u dynodi gan rifau ar y pwynt perthnasol ar hyd yr echelin-x.



Ffigur 5.3. Plotiau llyfn GAM ar gyfer helaethrwydd rhywogaethau caeau agored, mewn perthynas â dwysedd nodweddion llinellol prenaidd, gan ddefnyddio llyfn gyda 4df (yr un mwyaf cymhleth wedi'i ffitio). Mae'r llinell goch dywyll yn dangos ffit wedi'i llyfnhau a'r llinellau golau yn dangos cyfwng hyder 95% y ffit. Pwyntiau data crai yw'r dotiau glas; mae allanollion y gwerthoedd helaethrwydd wedi'u dynodi gan rifau ar y pwynt perthnasol ar hyd yr echelin-x.

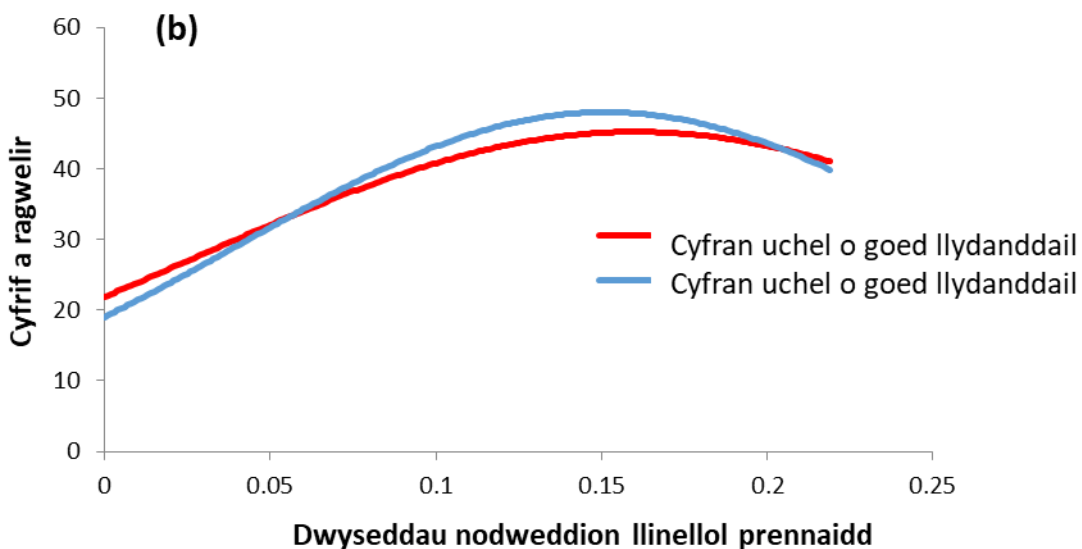
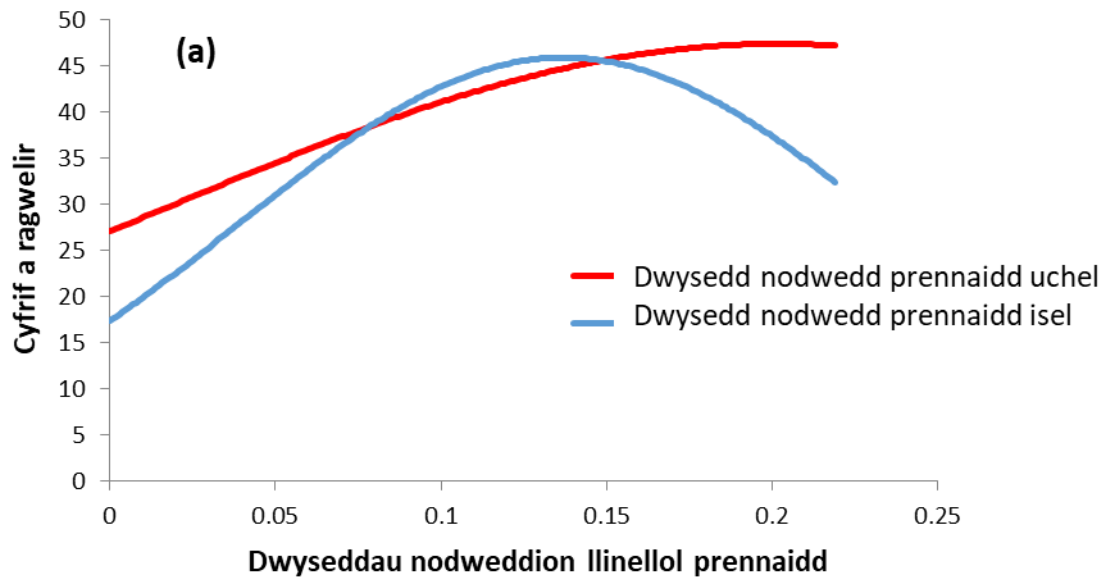


Ffigur 5.4. Plotiau llyfn GAM ar gyfer helaethrwydd rhywogaethau nodweddion prenaidd, gan ddefnyddio llyfn gyda 4df (yr un mwyaf cymhleth wedi'i ffitio). Mae'r llinell goch dywyll yn dangos ffit wedi'i llyfnhau a'r llinellau golau yn dangos cyfwng hyder 95% y ffit. Pwyntiau data crai yw'r dotiau glas; mae allanolion y gwerthoedd helaethrwydd wedi'u dynodi gan rifau ar y pwynt perthnasol ar hyd yr echelin-x.

5.3.2 Effeithiau cynefinoedd ar berthnasoedd: ffwythiannau paramedrig mewn GLMs

Roedd cymariaethau o fodelau a bennai berthnasoedd cyson (nwl), llinol a chwadratig (cromlinog syml) rhwng helaethrwydd a dwysedd nodweddion llinellol prenaidd yn cefnogi canlyniadau'r GAM: gan y modelau cwadratig oedd y gwerthoedd AIC isaf, gan ddynodi'r ffitiau gorau, wrth ystyried yr holl newidynnau rheoli (Tabl 9.2). Drachefn, roedd tystiolaeth gref ar gyfer perthnasau aflinol ar gyfer y tri grŵp o rywogaethau.

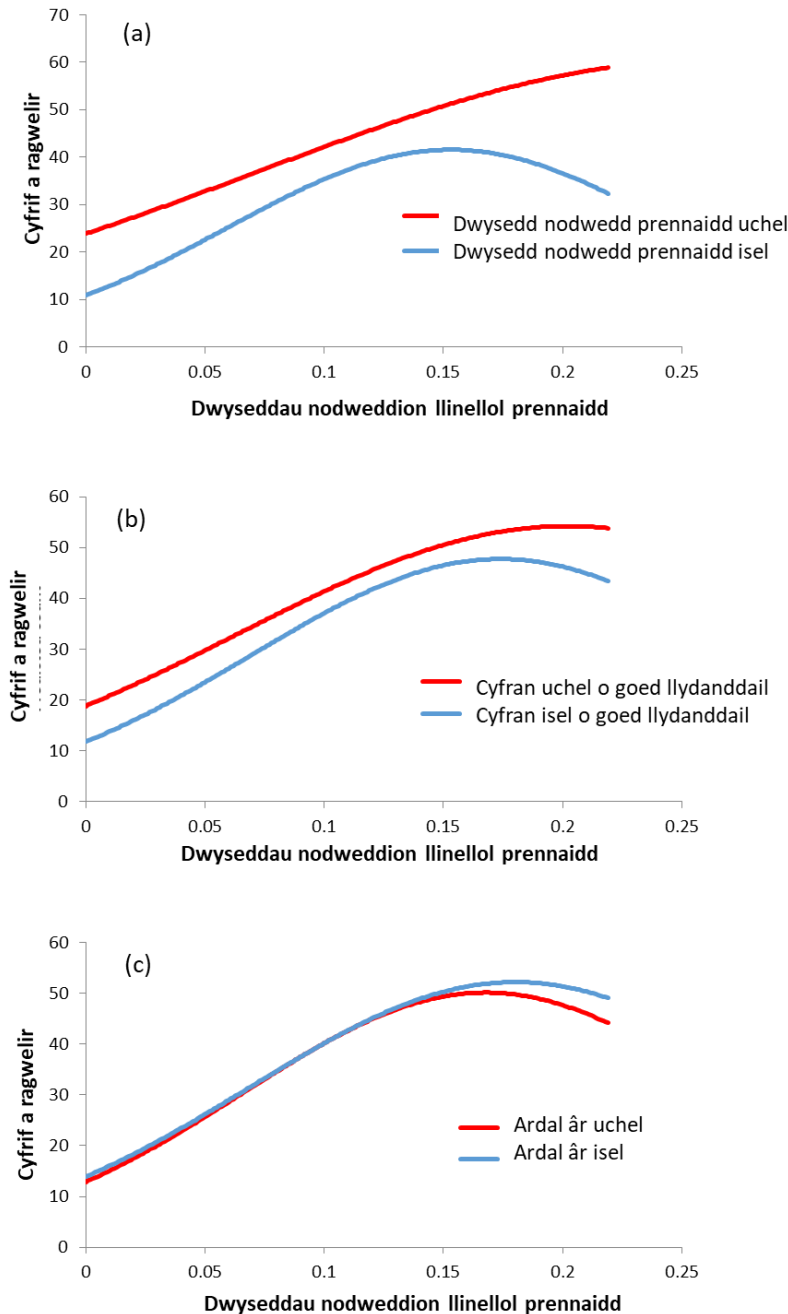
Roedd tystiolaeth dros ryngweithio sylweddol rhwng y patrymau aflinol hyn ar gyfer y tri grŵp o rywogaethau ac o leiaf un newidyn yng nghyd-destun y cynefin cefndirol, sef bod y model rhyngweithio perthnasol yn rhoi gwell ffit ar gyfer y data na model heb ryngweithio (Tabl 9.2). Drachefn, roedd patrymau llinol wedi'u cefnogi gan fethiant i ddewis model rhyngweithio llinol mewn unrhyw gymhariaeth (Tabl 9.2). Yn achos adar caeau a ffiniau, roedd modelau rhyngweithio cwadratig wedi'u cefnogi ar gyfer gorchudd nodweddion prenaidd lleol (nodweddion prenaidd bychain, SWF_1KM_PROP) a gorchudd coetir llydanddail yn y dirwedd (BL_1KM_PROP). Mae archwilio dylanwadau effeithiau'r rhyngweithio ar siapiau'r perthnasoedd aflinol yn dynodi bod yr ymatebion ar gyfer dwysedd nodweddion prenaidd bychain uchel ac isel yn aflinol, gyda mwy o adar i'w cael mewn ardaloedd a oedd â mwy o ffiniau caeau prenaidd, ond bod hynny'n gwastatáu pan fydd lefel dwysedd y nodweddion prenaidd bychain cefndirol yn uwch (Ffig. 5.5a). Serch hynny, roedd yr effaith yn fwy a llethr y berthynas yn serthach mewn tirweddau a oedd â llai o nodweddion prenaidd bychain, gyda thystiolaeth, yn wir, o ostyngiad pan oedd dwysedd y nodweddion prenaidd lleol ar ei uchaf. Roedd patrwm cyffredinol tebyg i'w weld yn y rhyngweithio â chyfran y gorchudd coetir llydanddail ar raddfa'r dirwedd, ond bod yr effaith yn llai amlwg (Ffig. 5.5b).



Ffigur 5.5. Rhagfynegiadau o nifer yr adar sy'n defnyddio cynefinoedd caeau a chynefinoedd ffiniol mewn perthynas â nodweddion llinellol prenaidd, yn ardaloedd yr arolwg gyda lefelau uchel (coch) ac isel (glas) o (a) dwyseddau lleol y nodweddion prenaidd bychain eraill a (b) gorchudd coetir llydanddail yn y dirwedd (gweler Tabl 5.2 am y diffiniadau; ardaloedd bychain o lystyfiant prenaidd wedi'u mapio ar wahân i nodweddion llinellol prenaidd yw nodweddion prenaidd). Mae'r plotiau'n dangos y gwerthoedd a ragfynegwyd o GLMs gan gynnwys y ffactorau rhyngweithio perthnasol, wedi'u rhagfynegi ar gyfer gwerthoedd y chwarter cyntaf (isel) a'r trydydd chwarter (uchaf) o'r dosraniadau a arsylwyd o newidyn y cynefin.

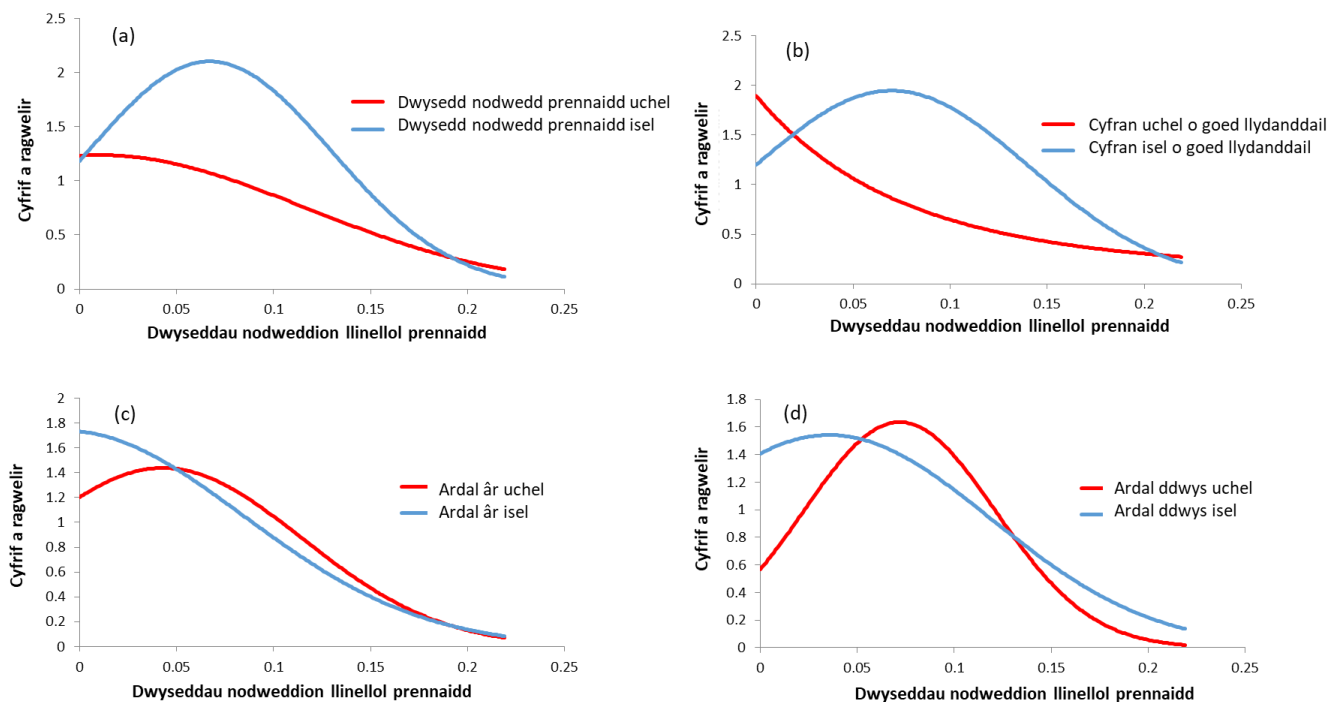
Roedd dau newidyn cyffredin mewn cynefinoedd yn bwysig i adar cynefinoedd prenaidd, yn ogystal ag arwynebedd y tir âr (ARABLE_AREA), er bod effaith yr ail o'r rhain yn fychan ($\Delta AIC=2.8$, Tabl 9.2). Roedd patrwm cyffredin lle byddai'r niferoedd a ragfynegwyd yn codi'n llyfn gyda dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd, cyn i'r rhan fwyaf wastatáu

wedyn, neu hyd yn oed ostwng, pan fyddai dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd yn fwy na 0.15 km/ha (Ffig. 5.6.). Roedd y rhyngweithiadau'n dangos addasiadau ar y patrwm hwn; roedd y niferoedd yn uwch pan oedd dwysedd y nodweddion prenaidd yn uchel yn yr ardal amgylchynol (Ffig. 5.6a) a phan oedd lefel uchel o orchudd coetir llydanddail dros y tir cyfagos (Ffig. 5.6b), gyda llai o dystiolaeth o ostyngiad pan oedd dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd yn uchel. Roedd y canlyniadau'n debyg pan oedd gorchudd y tir â'r yn isel (Ffig. 5.6c).



Ffigur 5.6. Rhagfynegiadau o nifer yr adar sy'n defnyddio cynefinoedd prenaidd yn unig mewn perthynas â dwysedd nodweddion llinellol prenaidd, yn ardaloedd yr arolwg gyda lefelau uchel (coch) ac isel (glas) o (a) dwyseddau lleol y nodweddion prenaidd bychain eraill a (b) gorchudd coetir llydanddail yn y dirwedd ac (c) ardaloedd o orchudd tir â'r. Mae'r plotiau'n dangos y gwerthoedd a ragfynegwyd o GLMs gan gynnwys y ffactorau rhyngweithio perthnasol, wedi'u rhagfynegi ar gyfer gwerthoedd y chwarter cyntaf (isel) a'r trydydd chwarter (uchaf) o'r dosraniadau a arsylwyd o newidyn y cynefin.

Roedd y pedwar newidyn i gyd yn ddylanwadau pwysig ar y berthynas yn achos adar caeau agored ac roedd y patrymau a ragfynegyd yn fwy amrywiol nag yn achos y grwpiau eraill (Ffig. 5.7.). Yn yr ardaloedd a'r tirweddau a arolygwyd a oedd â gorchudd prenaidd isel, roedd y niferoedd a ragfynegyd ar eu huchaf pan oedd y nodweddion llinellol prenaidd tua 0.75 km/ha, ond pan oedd dwysedd y nodweddion prenaidd lleol yn uchel, roedd y berthynas wedi'i gwastatáu i raddau helaeth (Ffig. 5.7a) a phan oedd gorchudd llydanddail y dirwedd yn uchel, dechreuai ostwng yn gyflym (Ffig. 5.7b). Roedd y patrwm o ostyngiad cyflym hefyd i'w weld pan oedd y gorchudd tir â'r yn isel a'r gorchudd ffermio dwys yn uchel, yn enwedig pan oedd y nodweddion llinellol prenaidd yn uwch na 0.05 km/ha, ond pan oedd lefelau'r tir â'r tir ffermio dwys ill dau'n uchel, roedd y niferoedd drachefn ar eu huchaf pan oedd gorchudd y newidynnau cefndir yn uchel (Ffig. 5.7c,d).



Ffigur 5.7. Rhagfynegiadau o nifer yr adar sy'n defnyddio caeau agored yn unig mewn perthynas â dwysedd nodweddion llinellol prenaidd, yn ardaloedd yr arolwg gyda lefelau uchel (coch) ac isel (glas) o (a) dwyseddau lleol y nodweddion prenaidd bychain eraill a (b) gorchudd coetir llydanddail yn y dirwedd, (c) ardaloedd o orchudd tir â'r ac (ch) ardaloedd ffermio dwys. Mae'r plotiau'n dangos y gwerthoedd a ragfynegyd o GLMs gan gynnwys y ffactorau rhyngweithio perthnasol, wedi'u rhagfynegi ar gyfer gwerthoedd y chwarter cyntaf (isel) a'r trydydd chwarter (uchaf) o'r dosraniadau a arsylwyd o newidyn y cynefin.

5.4 Trafodaeth

Mae goblygiadau amlwg i ymatebion aflinol cymunedau adar i ddwysedd nodweddion llinellol prenaidd wrth dargedu camau rheoli amaeth-amgylcheddol ar ffurf creu neu adfer gwrychoedd. Trafodir y goblygiadau hyn yn Adran 6, yng nghyd-destun dosraniad presennol ymyriadau perthnasol Glastir. Yma, rydym wedi canfod tystiolaeth gref dros ymatebion aflinol pob grŵp o adar tir ffermio, yn ogystal â'r rhan fwyaf o rywogaethau unigol (Atodiad A). Hefyd, er mai dim ond effaith wan, os hynny, y bydd cynefinoedd cefndirol yn ei chael ar y perthnasoedd hyn, fel camau rheoli syml, adioli, mae effeithiau rhyngweithio cryf yn aml yn berthnasol, ac maent yn newid ffurf gyda chyd-destun y dirwedd.

Cafodd adar eu rhannu'n grwpiau yn ôl gwahanol ymatebion disgwylidig i ddwysedd y nodweddion llinellol prenaidd, ar sail eu hecolegau. Roedd yr ymatebion a ragfynegwyd ar gyfer y grwpiau hyn wedi'u cefnogi'n rhannol, ond nid yn gyfan gwbl. Roedd tuedd i rywogaethau caeau agored fod yn llai cyffredin pan oedd mwy o nodweddion llinellol prenaidd, er mai ychydig yn unig o effaith a oedd i'w gweld ym mhen isaf ystod y newidyn (Ffig. 5.3.), ond ymddangosai bod cynyddu'r nodweddion prenaidd o linell sylfaen isel iawn yn cael dylanwad cadarnhaol mewn ardaloedd lle ceid gorchudd prenaidd isel yn lleol ac yn y dirwedd, neu mewn ardaloedd lle ceid mwy o dir â'r neu ffermio dwys (Ffig. 5.7.). Mae'r patrwm hwn yn groes i'r hyn y byddai rhywun yn ei ddisgwyl, a gallai adlewyrchu ffactorau cynnil sy'n cryfhau'r effaith, gyda chysylltiad rywsut rhwng addasrwydd tir ffermio (e.e. dwysedd pori) a newidynnau fel gorchudd coetir. Gall y newidyn grŵp hwn fod yn arbennig o agored i ffactorau o'r fath, gan mai dim ond dwy rywogaeth sydd ynddo, ac mae un o'r rheini (y cornchwiglen) yn anghyffredin yng Nghymru. Serch hynny, mae'n amlwg o'r perthnasoedd ym mhob cyd-destun y byddai cynnydd yn nwysedd gwrychoedd dros tua 0.75 km/ha yn cael effaith niweidiol ar rywogaethau caeau agored.

Yn y rhan fwyaf o ardaloedd tir ffermio, dim ond mewn nodweddion llinellol prenaidd neu gynefinoedd prenaidd clytiog eraill y bydd adar sy'n dibynnu ar gynefinoedd prenaidd i'w cael. Serch hynny, efallai'n annisgwyl, nid oedd eu helaethrwydd yn cynyddu'n syml wrth gynyddu dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd. Cynyddodd y niferoedd hyd at 0.05 km/ha o nodweddion llinellol prenaidd, ond roeddent wedyn yn sefydlog tan iddynt ddechrau gostwng yn rhan uchaf ystod y newidyn, uwchben 0.15 km/ha (Ffig. 5.6.). Gallai hyn ymwneud â'r mathau o nodweddion llinellol sy'n bresennol mewn tirweddau dwysedd uchel: efallai fod ganddynt llystyfiant llai dwys, culach neu fyrrach nag mewn ffiniau sy'n debyg fel arall, lle maent yn llai cyffredin. Efallai y gellid disgwyl hyn ac ystyried y bydd llystyfiant mwy o faint mewn ffiniau yn cael mwy o effaith gyfrannol ar yr ardal gynhyrchiol mewn caeau pan fydd y caeau hynny'n llai a dwysedd y ffiniau'n uwch. Gallai hyn hefyd adlewyrchu'r mathau o llystyfiant lle ceir mwy o gynefinoedd ffiniol, gyda'r rhain yn cael eu defnyddio gan fod mwy o boblogaethau yn gwasgaru o'r cynefinoedd creiddiol o ansawdd gwell (o safbwynt adar coetiroedd). Cefnogir hyn gan ganlyniadau'r prawf rhyngweithio: roedd y niferoedd a ragfynegwyd yn uwch ac yn gostwng llai pan oedd dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd yn uchel gyda dwysedd y cynefinoedd prenaidd yn lleol ac yn y dirwedd yn uchel (Ffig. 5.7a,b). Roedd y gostyngiad yn yr olaf o'r rhain hefyd fymryn yn amlycach mewn ardaloedd lle ceid gorchudd tir â'r uwch (Ffig. 5.7c), a allai drachefn adlewyrchu ansawdd y cynefin ffiniol a chatau mwy pendant i reoli gwrychoedd mewn tirweddau o'r fath, oherwydd yr effeithiau ar hygyrchedd tir i beiriannau ffermio. Serch hynny, dylid bod yn ofalus wrth ddehongli gwahaniaethau yn rhan uchaf graddiant y nodweddion llinellol prenaidd oherwydd roedd maint y samplau yn llai (Ffig. 5.2).

Fel rhywogaethau cynefinoedd prenaidd, ymhlith y rheini sy'n ffafrio cyfuniad o gaeau agored a gwrychoedd, rhagfynegwyd y byddai'r helaethrwydd mwyaf i'w gael rhwng 0.05 a 0.13 km/ha o nodweddion llinellol prenaidd, cyn y byddai gostyngiad (Ffig. 5.2). Fel yn achos rhywogaethau sy'n dibynnu ar nodweddion prenaidd, gallai hyn ddynodi effaith cynefinoedd o ansawdd is yn rhan uchaf yr ystod, ond gallai hefyd adlewyrchu'r cyfuniadau optimaidd o gynefinoedd ffiniol (ar gyfer nythu a lloches) a chaeau agored (ar gyfer bwydo) yn achos y rhywogaeth dan sylw. Drwy ddefnyddio'r ffwythiannau aflinol llai sensitif a ffitiwyd i brofi am effeithiau rhyngweithio, dangoswyd bod y cynnydd mewn helaethrwydd gyda dwysedd nodweddion llinellol prenaidd yn serthach mewn ardaloedd lle'r oedd lefelau'r gorchudd prenaidd yn is, yn enwedig yn lleol ond hefyd ar raddfa'r dirwedd, a bod y patrwm o gynnydd hyd at lefelau rhyngol y nodweddion llinellol prenaidd yn batrwm cryfach na'r gostyngiad ar lefelau uwch y nodweddion llinellol prenaidd (Ffig. 5.5). Mae'n debygol bod yr olaf o'r rhain yn adlewyrchu'r dwysedd samplu is yn y pen hwnnw o'r graddiant (Ffig. 5.2), tra bo'r effaith rhyngweithio yn awgrymu y byddai budd gwrychoedd

ychwanegol yn fwy mewn tirweddau sydd â lefelau cychwynol is o orchudd nodweddion prenaidd yn gyffredinol a nodweddion llinellol prenaidd yn benodol.

Yn gyffredinol, mae'r patrymau yn achos grwpiau a rhywogaethau unigol (Atodiad A) yn awgrymu bod patrymau'r ymateb i nodweddion llinellol prenaidd yn aflinol yn achos y rhan fwyaf o rywogaethau, ac felly hefyd yn achos yr helaethrwydd cyfunol, ond nid ydynt yn batrymau hynod o gymhleth, neu o leiaf fe ellid disgrifio'r patrymau'n dderbyniol drwy ddefnyddio siapiau ffwythiannau syml. At hynny, arweiniodd dadansoddiadau ychwanegol a ymgorfforai ffwythiannau sbleiniau llyfn, yn hytrach na rhai llinol, ar gyfer y rheolyddion cynefinoedd cefndirol, at ganlyniadau a oedd bron yr un fath yn union â'r rhai a gyflwynir yma. Mae hyn yn cefnogi defnyddio ffwythiannau syml mewn dadansoddiadau paramedrig.

6 ASTUDIAETH ACHOS 3A: HETEROGENEDD Y TIRWEDD AR GYFER BIOAMRYWIAETH PLANHIGION

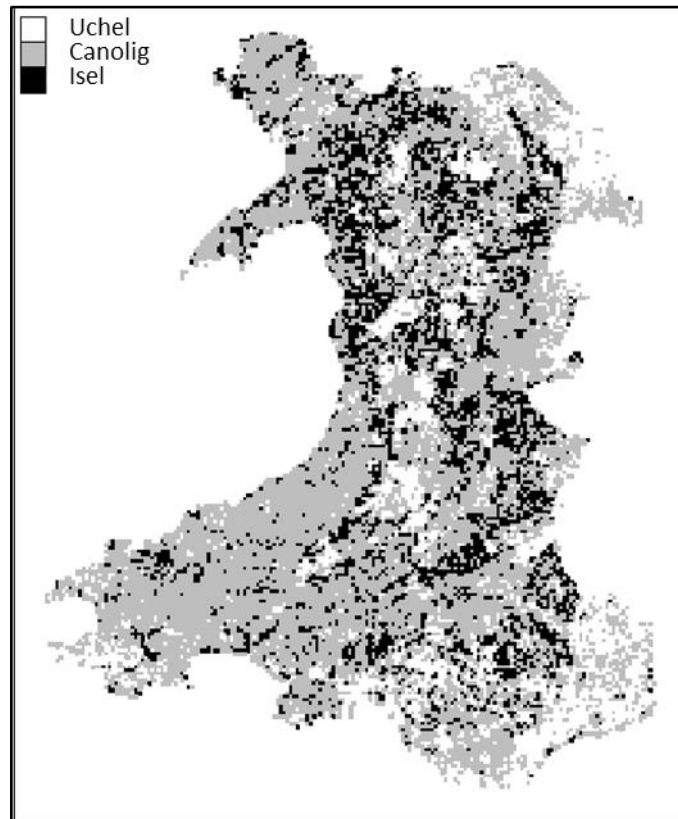
6.1 Crynodeb

- Yn yr adran hon rydym yn edrych ar y berthynas rhwng heterogenedd cynefinoedd a chyfoeth rhywogaethol planhigion gan ddefnyddio data RhMGG. Rydym yn ceisio deall sut a ble y gallai ymyriadau cynlluniau rheoli tir lwyddo i gynyddu bioamrywiaeth planhigion.
- Canfuwyd perthnasoedd cadarnhaol rhwng cyfoeth rhywogaethol a heterogenedd, yn enwedig ar raddfeydd lleol.
- Fodd bynnag, gwelsom hefyd y gall yr enillion mewn amrywiaeth cynefinoedd leihau wrth edrych ar gyfoeth rhywogaethol planhigion rhanbarthol (Ffig. 3.4).
- Y rhywogaethau sy'n elwa fwyaf o fwy o heterogenedd yw'r rheini sydd â chilfach ehangach, h.y. cyffredinolwyr. Mae rhywogaethau sydd â chilfach gul, h.y. arbenigwyr, mewn gwirionedd yn dirywio os yw'r heterogenedd yn fwy.
- Wrth dargedu, dylai cynlluniau rheoli tir ystyried cyd-destun y dirwedd, a heterogenedd yn enwedig. Fodd bynnag, gall cydrannau heterogenedd, e.e. nodweddion ffiniol ac amrywiaeth cynefinoedd, effeithio ar rywogaethau planhigion mewn ffyrdd gwahanol. O ganlyniad, mae'r pecyn o gamau sy'n cael eu defnyddio mewn fferm/ar dirwedd hefyd yn hollbwysig.
- Bydd y targedu hefyd yn dibynnu ar y math o ymyriad ac a yw hwnnw'n cael ei ddefnyddio ar gyfer rhywogaethau cyffredinol ynteu arbenigol.

6.2 Cefndir

Mae'r dadansoddiadau a gyflwynir yma yn ceisio penderfynu a oes perthynas linol gadarnhaol ynteu berthynas aflinol rhwng heterogenedd cynefinoedd a chyfoeth rhywogaethol planhigion. Mae hyn yn bwysig i ddeall sut y mae lleoliad ymyriadau amaeth-amgylcheddol yn rhyngweithio â chyd-destun y dirwedd. Er enghraifft, os yw llawer o heterogenedd yn hyrwyddo llawer o gyfoeth rhywogaethol, yna efallai y byddai ymyriadau mewn tirweddau heterogenaid yn fwy llwyddiannus.

Roedd gwaith blaenorol yn defnyddio data RhMGG a data a synhwyryw o bell i amcangyfrif yr heterogenedd sy'n gynrychioladol o dir ffermio sydd o werth mawr i natur math 2 ym mhob sgwâr 1km yng Nghymru. Cafodd y map yn ffigur 6.1 ei greu o'r echelin heterogenedd a ganfuwyd drwy'r gwaith hwnnw (Maskell et al. 2019). Gyda dealltwriaeth o sut y gallai gwahanol lefelau o heterogenedd ddylanwadu ar ganlyniadau, gellid defnyddio map o'r fath i dargedu camau gweithredu wrth gyflwyno opsiynau unigol ynghyd â phecyn o opsiynau y cytunir arno mewn ardal.



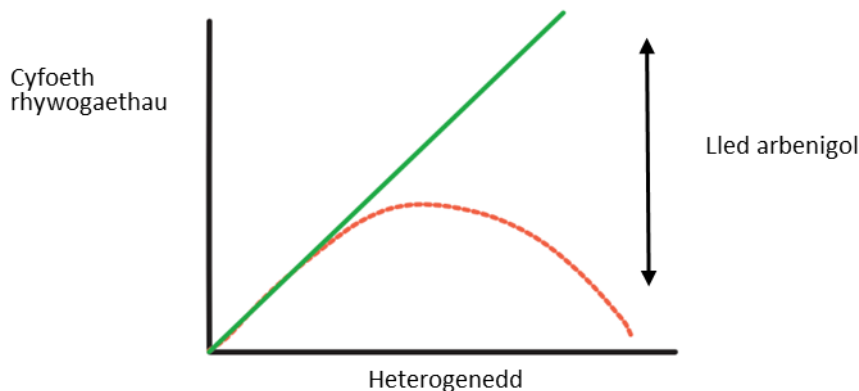
Ffigur 6.1: Map o heterogenedd tir ffermio o werth mawr i natur math 2 yng Nghymru. Cafodd y map hwn ei greu drwy ddsbarthu data arolwg maes RhMGG (newidynnau'r ymateb; gwahanol fathau o fioamrywiaeth, newidynnau esboniadol; % y tir lled-naturiol, newidynnau strwythurol fel gwrychoedd a chysylltedd coetiroedd). I allsod drwy Gymru, ychwanegwyd data wedi'i synhwyro o bell ar gyfer y newidynnau esboniadol at y dosbarthiad. Mae'r sgoriau ar hyd yr echelinau dwysedd defnydd tir a heterogenedd cynefinoedd wedi'u hechdynnu a'u categoreiddio (ar sail yr 20fed canradd) i sgoriau 'uchel' (yr 20 canradd uchaf), 'canolig' (y 60 canradd yn y canol) ac 'isel' (yr 20 canradd isaf),

Mae'r adran hon yn datblygu ar y gwaith blaenorol i edrych yn fanylach ar y canlynol: (1) y cysyniad o heterogenedd, gan gynnwys rhai metrigau ychwanegol, (2) y perthnasoedd rhwng cyfoeth rhywogaethol a gwahanol fertigau o heterogenedd ar wahanol raddfeydd a (3) pa fathau o rywogaethau a allai elwa o heterogenedd/pa fathau y gallai heterogenedd effeithio'n niweidiol arnynt, h.y. rhywogaethau cyffredinol ynteu arbenigol.

Ers nifer o flynyddoedd, bu dwy dybiaeth gyffredin yn sail i ddamcaniaethau am ddsoraniad amrywiaeth rhywogaethau mewn ecoleg, esblygiad a bioddaearyddiaeth ynysoedd (Rosenzweig 1995, MacArthur 1965). Dyma'r rhain: (1) wrth i arwynebedd cynefin gynyddu, mae ei gapasiti i gefnogi mwy o rywogaethau hefyd yn cynyddu (Allouche et al. 2013), a (2) wrth i heterogenedd amgylcheddol gynyddu, ceir gofod cilfach ehangach i ateb anghenion rhywogaethau, ac felly mae'r cyfoeth rhywogaethol yn cynyddu (Heidrich 2020). Heterogenedd yw'r amrywiad mewn ffactorau anfiotig a biotig sy'n dylanwadu ar strwythur tirweddau a chynefinoedd. I blanhigion, gallai hyn olygu heterogenedd mewn priddoedd, y maetholion sydd ar gael, pH, cywasgiad pridd, cynnwys dŵr, micro-dopograffi, neu ficrohinsawdd.

Serch hynny, efallai y bydd rhai pethau'n cael eu hennill a'u colli rhwng yr arwynebedd a heterogenedd (Allouche et al. 2012, Heidrich et al. 2020, Ben-Hur a Kadmon 2020). Wrth i heterogenedd amgylcheddol gynyddu, mae'r gofod sydd ar gael i rywogaethau unigol yn

Ileihau, gan arwain at ostyngiadau ym maint poblogaethau ac yn y pen draw at ddifodiant stocastig. Mae Ffigur 6.2 yn dangos y perthnasoedd posibl.



Ffigur 6.2. Diagram cysyniadol o'r perthnasoedd rhwng heterogenedd a chyfoeth rhywogaethol

Gall cynefinoedd gael eu darnio fwy wrth i heterogenedd gynyddu, gan arwain at gollu rhywogaethau. Pan gyrhaeddir trothwy, neu bwynt ffurfdro, rhwng yr enillion i rywogaeth o heterogenedd a'r colledion oherwydd y gostyngiad yn yr arwynebedd sydd ar gael, bydd y cyfoeth rhywogaethol yn dirywio. Mae hyn yn arwain at berthynas unfodd aflinol rhwng heterogenedd a chyfoeth (Allouche et al. 2012, Heidrich 2020). Mae disgwyl i'r ennill a'r colli hwn fod yn amlycach mewn rhywogaethau sydd â lled cilfach cul (Allouche et al. 2012), a gallai hefyd ddibynnu ar allu'r rhywogaeth i wasgaru.

Ceir tystiolaeth groes ynghylch y berthynas rhwng arwynebedd a heterogenedd, ac a oes pethau'n cael eu hennill a'u colli ai peidio. Mae rhai awduron wedi awgrymu nad oes modd rhagfynegi'r perthnasoedd rhwng arwynebedd a heterogenedd o anghenraid mewn ffordd rwydd a chyson, ac y gallant amrywio yn ôl y cyd-destun (Heidrich et al. 2020, Batary et al. 2011). Er enghraifft, yn eu plith mae maint yr astudiaeth, y cynefin neu'r ecosystem, y tacs a ddewisir, y lefel droffig a'r grwpiau swyddogaethol, y diffiniad a'r dull o fesur heterogenedd, a hyd graddiant y newidynnau a ddewisir (gall graddiannau heterogenedd byr dangynrychioli'r hyn a enillir ac a gollir). Mae'r diffiniadau gwahanol, niferus o heterogenedd hefyd yn cymhlethu'r canlyniadau; mae llawer o amwysedd yn y cysyniadau a'r derminoleg, ac mae nifer o wahanol fertigau wedi'u defnyddio i gynrychioli heterogenedd (Stein a Kreft, 2016).

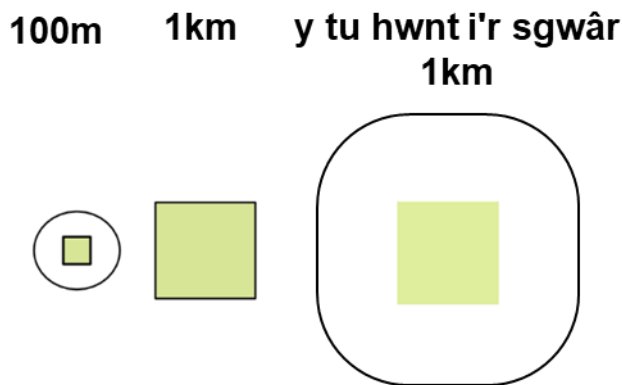
Mewn gwaith blaenorol gyda data RhMGG (Maskell et al. 2019) aethom ati i ddadansoddi newidynnau esboniadol posibl a chreu gofod dosbarthu lle byddai tir o werth mawr i natur math 1 yn cael ei gynrychioli gan raddiant dwysedd defnydd tir, a thir o werth mawr i natur math 2 yn cael ei gynrychioli gan raddiant heterogenedd. Mae safbwyntiau tirwedd o'r fath yn bwysig wrth dargedu cynlluniau rheoli tir a chynlluniau amaeth-amgylcheddol, oherwydd mae rhai astudiaethau yn awgrymu bod cynlluniau amaeth-amgylcheddol yn cael mwy o effaith ar helaethrwydd a chyfoeth rhywogaethol mewn tirweddau syml, yn hytrach na rhai cymhleth (e.e. Tschamtkke 2005, Scheper et al. 2013). Serch hynny, mae canlyniadau o'r fath yn ymwneud yn benodol â thacsonau a chynefinoedd (Batary et al. 2011). I gynyddu amrywiaeth a helaethrwydd rhywogaethau arbenigol sy'n gysylltiedig â chynefinoedd lled-naturiol, efallai yn hytrach y byddai'n well targedu ymyriadau tuag at dirweddau cymhleth lle ceir tarddle poblogaethau (Keenleyside et al. 2020, Kleijn et al. 2011, Alison et al. 2016).

Yn y gwaith hwn, rydym yn datblygu ar waith Maskell et al. (2019) gan edrych ar gyfres ehangach o newidynnau, gan gynnwys rhai data sydd wedi'u synhwyro o bell. Rydym yn edrych ar y perthnasoedd rhwng cyfoeth rhywogaethol planhigion a metrigau heterogenedd

lluosog ar raddfeydd gofodol lluosog. Ein nod yw gwella dealltwriaeth o sut a ble y gallai ymyriadau cynlluniau rheoli tir fod yn fwyaf buddiol i fioamrywiaeth planhigion.

6.3 Ein ffordd o weithio

Cafodd data eu coladu o arolwg maes RhMGG, o ddata wedi'u synhwyro o bell, ac o ffynonellau trydydd parti eraill (e.e. data am uchder o NextMap DTM). Cafodd data eu hechdynnu ar wahanol raddfeydd gofodol drwy fyffro o amgylch y llain o lystyfiant (Ffig. 6.3).



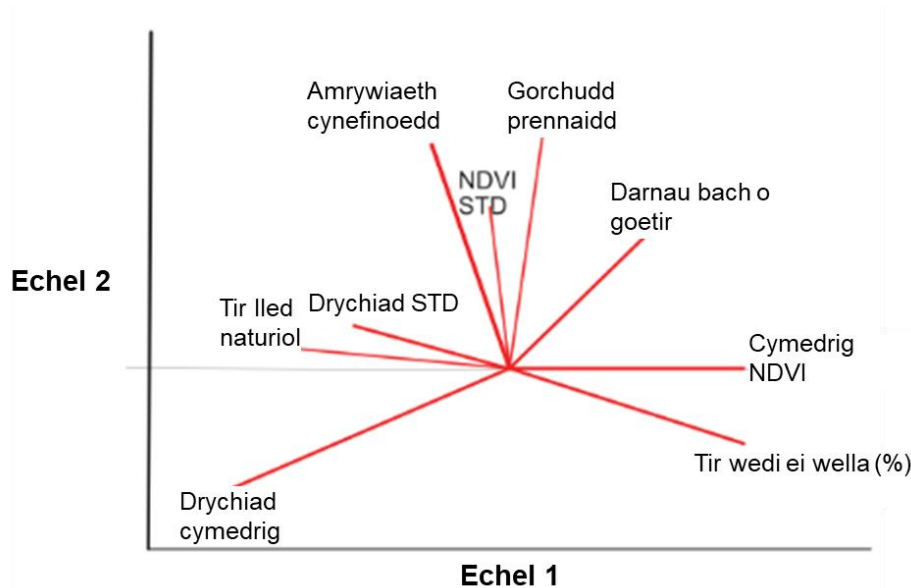
Ffigur 6.3 y graddfeydd a ddefnyddiwyd i echdynnu data

Archwiliwyd llawer o ddata i gychwyn i wirio am gydberthyniad rhwng newidynnau i sicrhau bod y dadansoddiadau ystadegol a'r casgliadau yn gadarn (Atodiad A). Er enghraifft, aethom ati i greu cydberthyniad rhwng newidynnau o'r arolwg maes a data a synhwyrwyd o bell. Pan oedd y perthnasoedd yn gryf ac yn sylweddol, aethom yn ein blaenau gyda rhai eraill a synhwyrwyd o bell ac a oedd ar gael y tu mewn a'r tu allan i'r sgwâr. Roedd perthnasoedd cryf iawn rhwng y data am nodweddion prenaidd bychain (data Copernicus; CLMS 2019) a dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd o'r arolwg maes ($r^2=0.69$). Roedd perthnasoedd cryf rhwng gorchudd tir cynefinoedd wedi'u gwella a chynefinoedd lled-naturiol o fap gorchudd tir 2015 a RhMGG ($r^2=0.7$). O ran amrywiaeth cynefinoedd, roedd y gydberthynas fymryn yn llai rhwng data RhMGG a'r Map Gorchudd Tir ond o hyd roedd $r^2=0.44$ ar raddfa 1km.

Er mwyn creu metrig ar gyfer heterogenedd cyfansawdd, aethom ati i gynnal dosbarthiad. Y newidynnau a gafodd eu cynnwys yn y dosbarthiad oedd amrywiaeth cynefinoedd, cymedr ac amrywiad safonol NDVI (Mynegai Llystyfiant Gwahaniaethol wedi'i Normaleiddio; wedi'i echdynnu o ddelweddau cyfansawdd, digwmwl, manylder 30m lloeren Landsat-8 rhwng 2013 a 2016) (mae'r amrywiad safonol yn cynrychioli amrywiad yng ngwyrddni'r llystyfiant), % y tir lled-naturiol ac wedi'i wella, gorchudd prenaidd, a gwahanol fathau o nodweddion prenaidd (o'r Map Gorchudd Tir a RhMGG). Ar raddfa sgwariau 1km, roedd hyn yn cynnwys nifer y coed, hyd y nodweddion llinellol prenaidd, a'r uchder. Cynhaliwyd dosbarthiad (dadansoddiad afraid) o newidynnau esboniadol ar y 3 graddfa. Fel yn achos dadansoddiadau blaenorol, tebyg (Maskell et al. 2019), roedd Echelin 2 y dosbarthiad yn cynrychioli metrig ar gyfer heterogenedd cyfansawdd. Golygai hyn y gellid defnyddio'r sgoriau ar gyfer Echelin 2 i gynrychioli heterogenedd cyfansawdd (Perovic et al. 2018), ynghyd â rhai newidynnau unigol fel amrywiaeth cynefinoedd.

Cymerwyd data am gyfoeth rhywogaethol o leiniau llystyfiant yn arolwg maes RhMGG (lleiniau X, Y ac U, gweler Wood et al. 2017 am fanylion methodoleg yr arolwg o llystyfiant).

Defnyddiwyd data o leiniau bychain 2m x 2m a lleiniau mawr 200m² yn y dadansoddiadau, ond dim ond y lleiniau mawr sydd wedi'u cyflwyno yma. Aethom ati i gyfrifo nifer y rhywogaethau ym mhob llain, yn ogystal â chyfanswm y cyfoeth rhywogaethol ym mhob sgwâr 1km.



Ffigur 6.4 canlyniadau o ddsbarthiad y newidynnau esboniadol posibl o ddata maes a data a synhwyrwyd o bell.

Defnyddiwyd Modelau Adiol Cymysg Cyffredinoleddig (GAMMs, strwythurau cyfeiliorni Poisson) yn R i ddadansoddi effeithiau metrigau heterogenedd ar gyfoeth rhywogaethol ar (1) lefel lleiniau a (2) lefel sgwariau. Cafodd y sgwâr 1km ei ymgorffori fel rhyngdoriad mewn dadansoddiadau ar lefel lleiniau. Cafodd nifer y lleiniau ym mhob sgwâr ei gynnwys fel rhagfynegydd yn y dadansoddiad ar lefel sgwariau.

Gellir defnyddio gorgyfeintiau cilfachau i nodweddu gallu rhywogaeth i oddef amrywiaeth eang o amodau amgylcheddol mewn gofod n - dimensiwn. Aethom ati i gyfrifo gorgyfaint cilfachau 375 o rywogaethau planhigion o gronfa ddata RhMGG yn R (y dull SVM; Blonder et al. 2018). Cafodd rhywogaethau eu dosbarthu yn bedwar grŵp yn ôl gorgyfaint cilfachau (fesul cwartil) a chyfrifwyd cyfoeth rhywogaethol pob grŵp.

Defnyddiwyd GAMMs fel uchod i archwilio'r perthnasoedd rhwng heterogenedd a chyfoeth rhywogaethol gwahanol grwpiau o gilfachau, ac roedd y modelau hefyd yn rhoi sylw i gynhyrchedd (% y tir wedi'i wella mewn sgwâr).

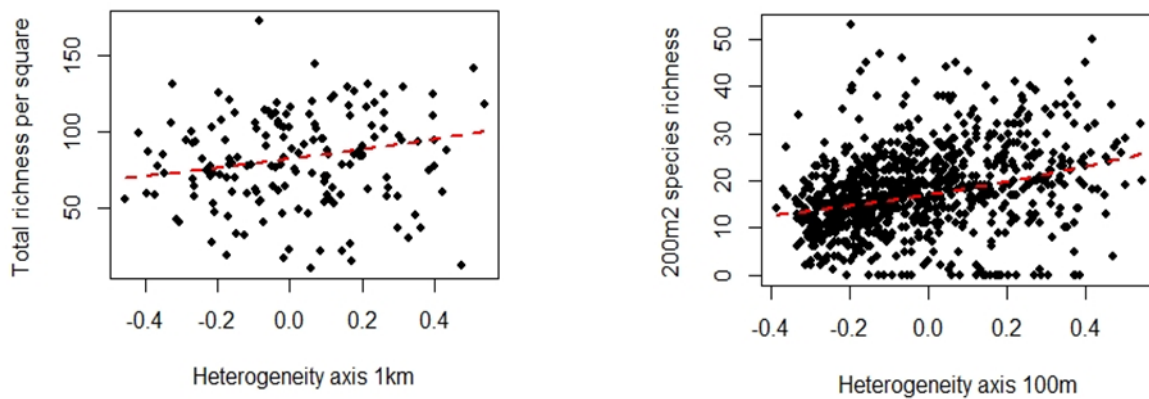
6.4 Canlyniadau

Roedd perthnasoedd cadarnhaol rhwng cyfoeth rhywogaethol a'r echelin heterogenedd ar ddwy raddfa wahanol (o fewn plot ac o fewn sgwâr, Ffig. 6.5).

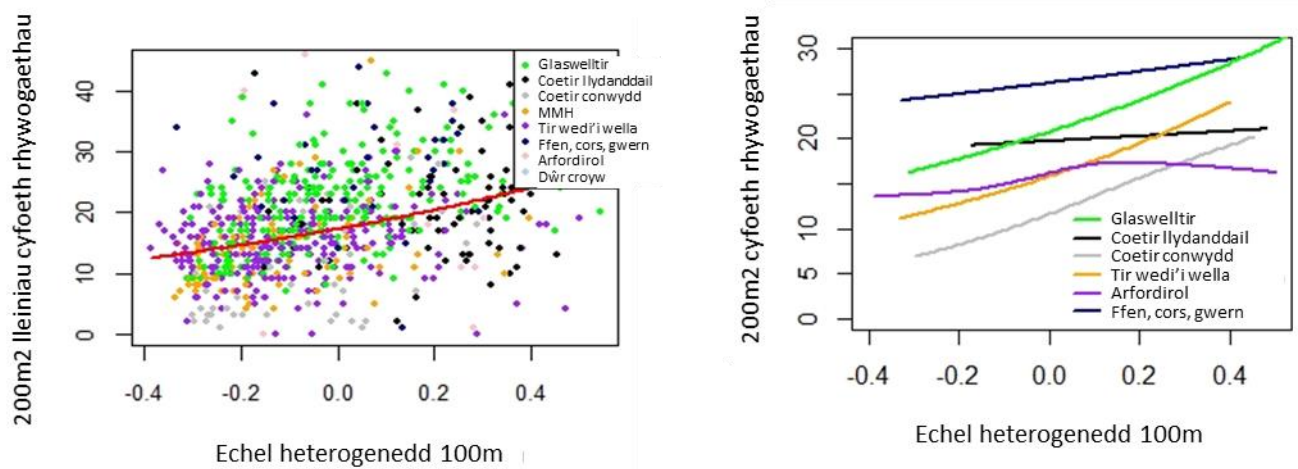
Er mwyn edrych i weld a yw'r perthnasoedd hyn yn amrywio yn ôl y math o gynefin/ecosystem, rydym wedi plotio'r un berthynas ar gyfer y lleiniau ym mhob cynefin unigol (Ffig. 6.6). Mae'r perthnasoedd yn amrywio yn ôl cynefin/ecosystem, gyda pherthnasoedd cadarnhaol mewn glaswelltir lled-naturiol, mynyddoedd, gweunydd a gweundiroedd, mignenni a chorsydd, ond dim perthynas mewn coetiroedd llydandail.

Os defnyddir amrywiaeth cynefinoedd yn hytrach na'r metrig heterogenedd, mae'r berthynas yn gadarnhaol o hyd rhwng lleiniau, ond ar raddfa'r sgwâr 1km mae'r berthynas yn unfodd (Ffig. 6.7).

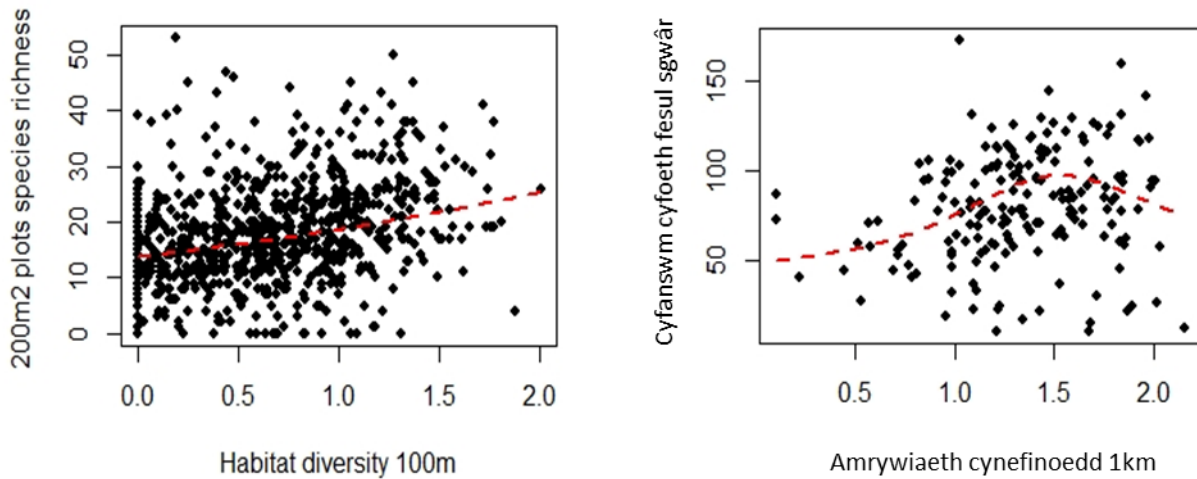
Gellir gweld y canlyniadau o'r dadansoddiadau o wahanol newidynnau ar wahanol raddfeydd yn nhabl 6.1. Yma roedd perthnasoedd cadarnhaol rhwng heterogenedd a chyfoeth rhywogaethol ar y raddfa leol a'r raddfa 1km. Serch hynny, ar y raddfa 1km, roedd y perthnasoedd ag amrywiaeth cynefinoedd yn troi'n unfodd. Roedd tuedd i orchudd prenaidd gael effaith gadarnhaol ar gyfoeth rhywogaethol ar bob graddfa.



Ffigur 6.5. Effeithiau'r echelin heterogenedd cyfansawdd (y sgoriau o'r dosbarthiad) ar gyfoeth rhywogaethol mewn plotiau 200m² (ar y chwith) a sgwariau 1km (ar y dde).



Ffigur 6.6 Fel yn ffigur 6.5 uchod, dyma'r berthynas rhwng yr echelin heterogenedd a chyfoeth rhywogaethol mewn lleiniau 200m² a.) mae'r pwyntiau wedi'u lliwio yn ôl y math o gynefin b.) mae'r ffitiadau o fodel GAMM wedi'u dangos ar gyfer pob math o gynefin.



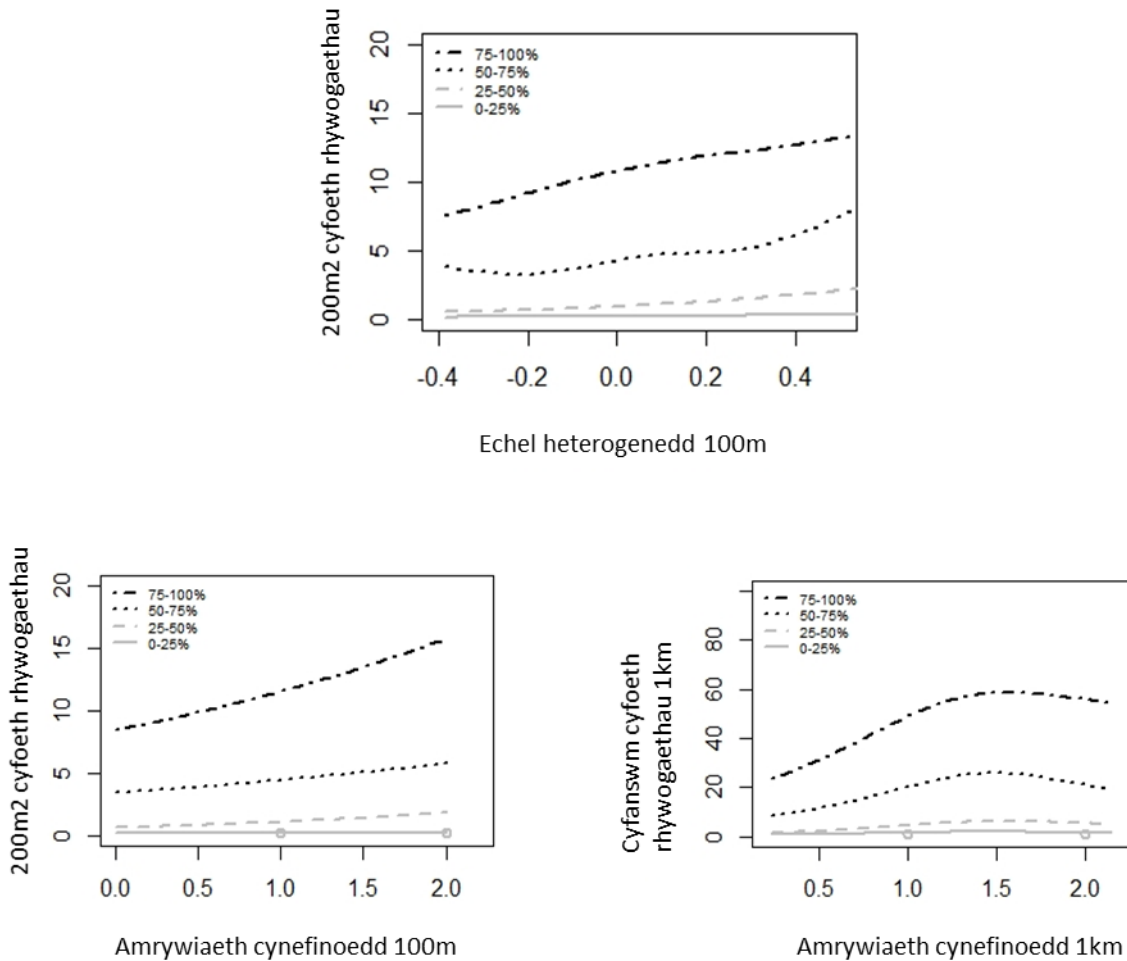
Figur 6.7. Y perthnasoedd rhwng amrywiaeth cynefinoedd a chyfoeth rhywogaethol mewn a.) lleiniau 200m2 a b.) sgwariau 1km.

Fel y rhagfynegydd, roedd gan y rhywogaethau a oedd â'r lled cilfach mwyaf berthynas gadarnhaol â heterogenedd, ac roedd gan y rhywogaethau a oedd â'r lled cilfach lleiaf berthynas negyddol â heterogenedd (Ffig. 6.8.).

Pan ddefnyddiwyd amrywiaeth cynefinoedd fel newidyn esboniadol, roedd perthynas gadarnhaol rhwng y rhywogaethau a oedd â'r lled cilfach mwyaf ac amrywiaeth cynefinoedd ar raddfa'r llain. Serch hynny, roedd perthynas unfodd rhwng y rhywogaethau a oedd â'r lled cilfach mwyaf ac amrywiaeth cynefinoedd ar raddfa 1km.

Tabl 6.1 Canlyniadau o ddadansoddiadau o wahanol fertigau ar wahanol raddfeydd. dd.a= ddim yn arwyddocaol, '+' yn dynodi effaith gadarnhaol, '∩' yn cynrychioli effaith gefngrom 'dd.b' yn golygu ddim yn berthnasol, sef yn yr achos hwn nad oes data ar y raddfa hon.

| Newidyn graddfa'r ymateb | Echelin heterogenedd (Graddfa'r rhagfynegydd) | | | Amrywiaeth cynefinoedd | | | Gorchudd prenaidd | | |
|--------------------------|---|------|-----------|------------------------|-----|-----------|-------------------|-----|-----------|
| | Lleol | 1km | Dros 1 km | Lleol | 1km | Dros 1 km | Lleol | 1km | Dros 1 km |
| 200m ² | + | dd.a | dd.a | + | ∩ | dd.a | + | + | + |
| 1km | DD.B | + | | DD.B | ∩ | dd.a | DD.B | + | + |



Ffigur 6.8: Y perthnasoedd rhwng cyfoeth rhywogaethol o fewn pedwar grŵp gyda gwahanol led cilfach, y rhywogaethau gyda'r cilfachau ehangaf yw'r rheini ar frig yr allwedd (75-100%) (a) heterogenedd, (b) amrywiaeth cynefinoedd a chyfoeth mewn lleiniau 200m² a (c) heterogenedd a chyfoeth mewn sgwariau 1km.

6.5 Trafodaeth

Mae'n bwysig deall y berthynas rhwng heterogenedd, arwynebedd a chyfoeth rhywogaethol er mwyn adfer ac ailgysylltu cynefinoedd a'u bioamrywiaeth, yn enwedig mewn tirweddau sydd wedi'u haddasu'n sylweddol. Er inni ddisgwyl y gallai heterogenedd gael effeithiau cryfach ar rywogaethau planhigion ar raddfeydd lleol, canfuwyd perthnasoedd sylweddol ar bob graddfa.

Mae'r metrig heterogenedd cyfansawdd yn ddefnyddiol i grynhoi sawl elfen yn y dirwedd, oherwydd roedd echelinau'r dosbarthiad yn gryf iawn. Serch hynny, mae metrig cyfansawdd yn ei gwneud hi'n anodd canfod pa elfennau o heterogenedd y dirwedd sydd bwysicaf – roedd y metrig yn cynnwys gorchudd prenaidd, nodweddion llinellol prenaidd, nifer y coed, amrywiad mewn NDVI ac uchder. Roedd y canlyniadau a ddefnyddiai heterogenedd cyfansawdd yn awgrymu bod cyfoeth rhywogaethol yn cael ei gynnal pan oedd yr heterogenedd yn uchel, gan awgrymu bod effeithiau negyddol lleihau arwynebedd cynefinoedd yn llai sylweddol. Wrth weithio gyda metrig heterogenedd cyfansawdd, mae'n bosibl hefyd bod effaith gadarnhaol gref gorchudd prenaidd yn cuddio effaith unfodd amrywiaeth cynefinoedd. Efallai fod nodweddion prenaidd yn rhoi gofod cilfach ychwanegol sy'n fwy nag unrhyw effaith gyfatebol a geir drwy ddarnio cynefinoedd.

Canfuwyd perthnasoedd cadarnhaol ar y cyfan rhwng cyfoeth rhywogaethol a heterogenedd, yn enwedig ar raddfeydd lleol. Serch hynny, rydym hefyd yn dangos bod ennill a cholli'n digwydd rhwng cynnydd yn nifer y cynefinoedd (amrywiaeth cynefinoedd) a chyfoeth rhywogaethol ar raddfeydd mymryn mwy. Mewn geiriau eraill, mae mwy o amrywiaeth cynefinoedd yn cyfateb i fwy o gyfoeth lleol, ond gyda'r enillion i gyfoeth rhanbarthol yn lleihau (Ffig. 6.8). Mae'r ddamcaniaeth yn awgrymu y gallai hyn ddeillio o fwy o ddarnio cynefinoedd sy'n gallu bod yn gysylltiedig â mwy o heterogenedd mewn cynefinoedd. Mae rhai awduron wedi rhagfynegi ac wedi canfod y bydd effeithiau opsiynau amaeth-amgylcheddol ar gyfoeth rhywogaethol ar eu mwyaf mewn tirweddau lle ceir cymhlethdod rhyngol (Tscharntke et al. 2005), gan ostwng i sero yn y tirweddau symlaf a'r cymhlethaf (Concepcion et al. 2008, Concepcion et al. 2012). Mae hyn wedi'i seilio ar y dybiaeth bod y perthnasoedd rhwng cymhlethdod y dirwedd a chyfoeth rhywogaethol ar raddfa caeau yn affinol a bod y rhain yn rhyngweithio ag effeithiau rheoli lleol (Concepcion et al. 2008, Concepcion et al. 2012).

Mae'r canlyniadau o ddsbarthiad y rhywogaethau yn ôl lled cilfach yn dangos mai'r rhywogaethau sydd â lled cilfach eang, sef y cyffredinolwyr, sy'n elwa fwyaf o fwy o heterogenedd. Wrth i alffa-amrywiaeth (amrywiaeth leol o fewn lleiniau bychain o lystyfiant) ddirywio, canfu Smart et al. (2006) fod cymunedau planhigion yn dod yn fwy tebyg yn swyddogaethol, tra bo tebygrwydd yng nghyfansoddiad rhywogaethau yn dirywio mewn ffordd debyg. Byddai gwahanol gymunedau'n cydgyfeirio ar ystod gulach o syndromau nodweddion cyffredinolwyr sydd ar eu hennill, ond byddai hunaniaethau rhywogaethau'n dargyfeirio wrth i wahanol rywogaethau ddod yn amlycach mewn mwy o glytiau o wahanol fathau o gynefinoedd a oedd yn brin o rywogaethau ym mhob sgwâr 1km. Byddai'r tueddiadau croes mewn beta-amrywiaeth (cyfoeth rhywogaethol sgwariau 1km) yn digwydd pan fyddai alffa-amrywiaeth yn cynyddu.

Gallai'r perthnasoedd â chynhyrchedd a chyfoeth rhywogaethol ddilyn patrymau tebyg. Fe wnaethom geisio rhoi sylw i effaith cynhyrchedd, yn gyntaf yn sgôr yr echelin heterogenedd (gan fod echelin 1 yn raddiant cynhyrchedd) ac yn ail fel newidyn ychwanegol mewn dadansoddiadau.

Bydd mwy o heterogenedd yn gyffredinol yn fuddiol, ond gallai fod pwynt lle bydd amrywiaeth cynefinoedd yn uchel, y gofod ar gyfer cilfachau'n llawn, a rhywogaethau'n cael eu colli er gwaethaf y cynnydd mewn cyfoeth rhywogaethol. Mae'n debygol mai rhywogaethau mwy arbenigol sydd â chilfachau culach yw'r rhywogaethau a fydd yn dirywio; o bosibl y rhywogaethau hynny sy'n gysylltiedig ag amodau mwy agored e.e. adar tir ffermio (Concepción et al. 2012, Maskell et al. (2019). Bydd y targedu fel rhan o gynlluniau rheoli tir felly'n dibynnu ar y math o ymyriad ac a yw hwnnw'n cael ei ddefnyddio ar gyfer rhywogaethau cyffredinol ynteu arbenigol. Rhaid ystyried hefyd y pecyn o gamau a ddefnyddir, a pha elfen o heterogenedd y mae disgwyl iddo'i gwella.

7 ASTUDIAETH ACHOS 3B: GWRYCHOEDD AR GYFER BIOAMRYWIAETH PLANHIGION

7.1 Crynodeb

- Rydym yn archwilio a yw cyd-destun y dirwedd yn dylanwadu ar gyfoeth fflora daear gwrychoedd. Rydym yn edrych ar berthnasoedd rhwng metrigau'r dirwedd a chyfoeth rhywogaethol (dangosyddion cyffredinol a dangosyddion coetiroedd hynafol iawn) ar raddfeydd gofodol lluosog. Rydym hefyd yn dadansoddi dylanwad gwahanol baramedrau wrth reoli gwrychoedd.
- Roedd cyfoeth rhywogaethol fflora daear gwrychoedd yn is pan oedd gerllaw tir wedi'i wella.
- Roedd heterogenedd ar raddfeydd mwy (dros 1km) yn effeithio'n gadarnhaol ar gyfoeth rhywogaethol fflora daear gwrychoedd. Serch hynny, yn unigol, nid oedd cysylltiad arwyddocaol rhwng amrywiaeth cynefinoedd a chyfran y cynefin lled-naturiol ar y naill law, a'r cyfoeth rhywogaethol cyffredinol a'r dangosyddion coetiroedd hynafol iawn ar y llall.
- Ar raddfeydd lleol, roedd cyfoeth rhywogaethol yn ymateb orau i uchder, tir wedi'i wella, a nodweddion prenaidd bychain o fewn radiws o 100m. Ar raddfa dros 1km, roedd gorchudd coetiroedd mawr hefyd yn effeithio ar gyfoeth rhywogaethol. Fodd bynnag, ar y raddfa 1km, roedd effeithiau coetiroedd a nodweddion prenaidd bychain yn wan.
- Roedd y perthnasoedd rhwng cyfoeth rhywogaethol dangosyddion coetiroedd hynafol iawn a gorchudd coetiroedd yn unfodd. Canfuwyd perthnasoedd sylweddol rhwng dangosyddion coetiroedd hynafol iawn, nodweddion prenaidd bychain a choetiroedd mawr ar y raddfa 1km a'r tu hwnt i'r sgwâr 1km.
- O ran rheoli, roedd perthynas unfodd rhwng bylchau fertigol mewn gwrychoedd a chyfoeth rhywogaethol. Ymddangosai bod y dulliau o reoli'r tir cyfagos ac amgylchynol yn fwy pwysig na strwythur gwrychoedd i fflora daear.

7.2 Cefndir

Fel y trafodwyd yn Adran 6, gallai'r perthnasoedd rhwng cymhlethdod y dirwedd a chyfoeth rhywogaethol fod yn gadarnhaol neu'n aflinol, ac maent yn debygol o ryngweithio ag effeithiau rheoli lleol (Concepción et al. 2008, Concepción et al. 2012). Argymhellwyd y dylid cynnwys asesiad o ffynonellau gwasgaru ar raddfa'r dirwedd wrth dargedu ymyriadau, e.e. dwysedd nodweddion llinellol (Török et al. 2018).

Mae cyd-destun y dirwedd yn bwysig fel ffynhonnell rhywogaethau ar gyfer cytrefu ar ôl rhoi ymyriad ar waith, Gall gwrychoedd roi lloches i rywogaethau sydd wedi'u colli o fatricsau ehangach sydd wedi'u haddasu. Serch hynny, maent hefyd yn elwa o effaith 'lloches' cynefinoedd lled-naturiol (a rhai prenaidd yn enwedig) sy'n cynyddu cronfeydd rhywogaethau ac yn rhoi ffynonellau ar gyfer cytrefu.

Rydym yn archwilio a yw cyd-destun y dirwedd yn dylanwadu ar gyfoeth fflora daear gwrychoedd. Rydym yn gwneud hynny yn gyntaf mewn ffordd gyffredinol, gan ddadansoddi'r perthnasoedd rhwng gwahanol fertigau a chyfoeth rhywogaethol (y cyfanswm a rhywogaethau Dangosyddion Coetiroedd Hynafol iawn) i brofi'r ddamcaniaeth

bod fflora daear gwrychoedd yn fwy cyfoethog lle mae cronfeydd y rhywogaethau yn fwy o faint h.y. mwy o orchudd lled-naturiol a gorchudd prenaidd yn enwedig ar raddfa leol, graddfa 1km, neu raddfa'r dirwedd (1km+). Rydym hefyd yn archwilio sut mae dulliau rheoli gwrychoedd yn berthnasol i gyfoeth rhywogaethol a sut y gall cyd-destun y dirwedd ddylanwadu ar hyn. Gallai opsiynau rheoli gwrychoedd gynnwys (1) "llenwi'r bylchau" (plannu planhigion gwrychoedd newydd sy'n berthnasol yn rhanbarthol mewn bylchau gyda dwysedd a gofod addas rhyngddynt – gallai hyn fod yn ymateb i golli coed drwy glefydau coed); (2) adnewyddu drwy blannu gwrychoedd neu brysgoedio ac arferion rheoli (traddodiadol) eraill sy'n berthnasol yn lleol ac a fyddai'n dylanwadu ar uchder a lled y gwrych, (3) ffensio ar y ddwy ochr i gyfyngu mynediad i dda byw yn ystod y cyfnod sefydlu ac adfer, a (4) gwella fflora daear drwy gyfyngu mynediad i dda byw, a stopio defnyddio gwrtaith (Maskell et al. 2020). Yma, rydym wedi defnyddio rhai metrigau rheoli o "lleiniau D", sy'n cofnodi cyfran y bylchau fertigol, uchder, lled, ac uchder bôn y gwrych, y pellter i'r tir cyfagos a reolir, a lled y llystyfiant lluosflwydd (h.y. lled yr ymyl).

7.3 Ein ffordd o weithio

7.3.1 Modelu cyfoeth rhywogaethol

Yn y dadansoddiadau hyn fe wnaethom ffitio modelau adiol cymysg cyffredinoleddig (GAMMs, strwythurau cyfeiliorni poisson) i ragfynegi cyfoeth rhywogaethol planhigion (cyfoeth cyffredinol a chyfoeth Dangosyddion Coetiroedd Hynafol lawn). Roedd defnyddio modelau cymysg yn ein galluogi i ychwanegu hapnewidyn i gyfrif am awtogydberthyniad gofodol lleiniau a oedd wedi'u nythu mewn sgwariau. At hynny, mae GAMMs yn caniatáu perthnasoedd aflinol llyfn ac anghyfyngedig. Ffitiwyd modelau gan ddefnyddio'r pecyn R *gamm4*, a gwnaed cymariaethau rhwng modelau gan ddefnyddio AIC (maen prawf gwybodaeth trefn dau Akaike). Cafodd AIC ei echdynnu o wrthrych "mer" y model a ffitiwyd. Gan ddilyn Burnham ac Anderson (2002), rhesom sgôr iddynt yn ôl eu gwerthoedd AIC. Y model gyda'r AIC isaf fyddai'r model a fyddai'n ffitio orau. Yn gyd-destun, rydym yn edrych ar effeithiau nodweddiad prenaidd bychain, gwrychoedd, llinellau o goed a nifer y coed, amrywiaeth cynefinoedd, % y tir lled-naturiol, uchder (o NextMap DTM) a chymedr ac amrywiad safonol NDVI (Mynegai Llystyfiant Gwahaniaethol wedi'i Normaleiddio; wedi'i echdynnu o ddelweddau cyfansawdd, digwmwl, manylder 30m lloeren Landsat-8 rhwng 2013 a 2016). Roedd yr effeithiau rheoli yn cynnwys uchder a lled y gwrych, canran y bylchau fertigol, uchder y bôn (yr uchder o'r ddaear i'r canopi), a phellter y tir cyfagos sy'n cael ei reoli neu'i aredig o linell ganol y gwrych.

7.3.2 Data

Defnyddiwyd lleiniau llystyfiant i gofnodi cyfansoddiad rhywogaethau planhigion llystyfiant sy'n gysylltiedig â gwaelod gwrychoedd (1m x 10m, "lleiniau B" a "lleiniau H", Woods et al. 2017). Ar gyfer detholiad o'r lleiniau H, ceir llain ar gyfer amrywiaeth gwrychoedd cyfagos - "llain D". Mae'r lleiniau amrywiaeth gwrychoedd yn ymestyn dros led y nodwedd linellol breinaidd ac yn 30m o hyd. Yn ogystal â gwybodaeth am rywogaethau, casglwyd data eraill am ddimensiynau a chyflwr y nodwedd, ynghyd â gwybodaeth am bresenoldeb a lled lleiniau byffro cyfagos.

Mae'r data wedi'u dadansoddi ar wahân ar gyfer pob llain B a H (N=244) ac ar gyfer y lleiniau H hynny sy'n gysylltiedig â llain D (set ddata lai, N=173).

Mae cyfoeth rhywogaethol fflora daear lleiniau ffiniol a gwrychoedd wedi'i gyfrifo yn yr un modd â'r dadansoddiad o'r data a geir yn adroddiadau SoNaRR (Alison et al. (2020), lle

cafodd y dangosyddion negyddol canlynol eu hepgor o gyfoeth rhywogaethol (rhywogaethau sy'n dangos ewtroffigedd ac aflonyddu): *Urtica dioica*, *Rumex sp.*, *Galium aparine*, *Poa annua*, *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Bromus hordeaceus*, *Senecio vulgaris* a *Stellaria media*.

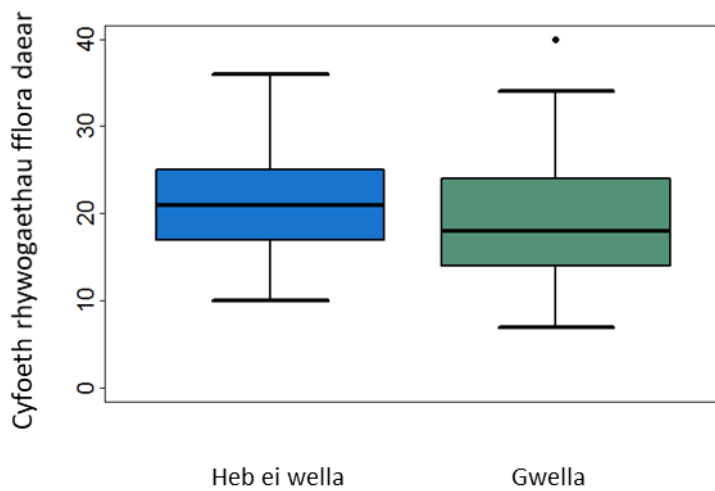
7.4 Canlyniadau

7.4.1 Yr holl leiniau gwrychoedd – Effaith cyd-destun y dirwedd

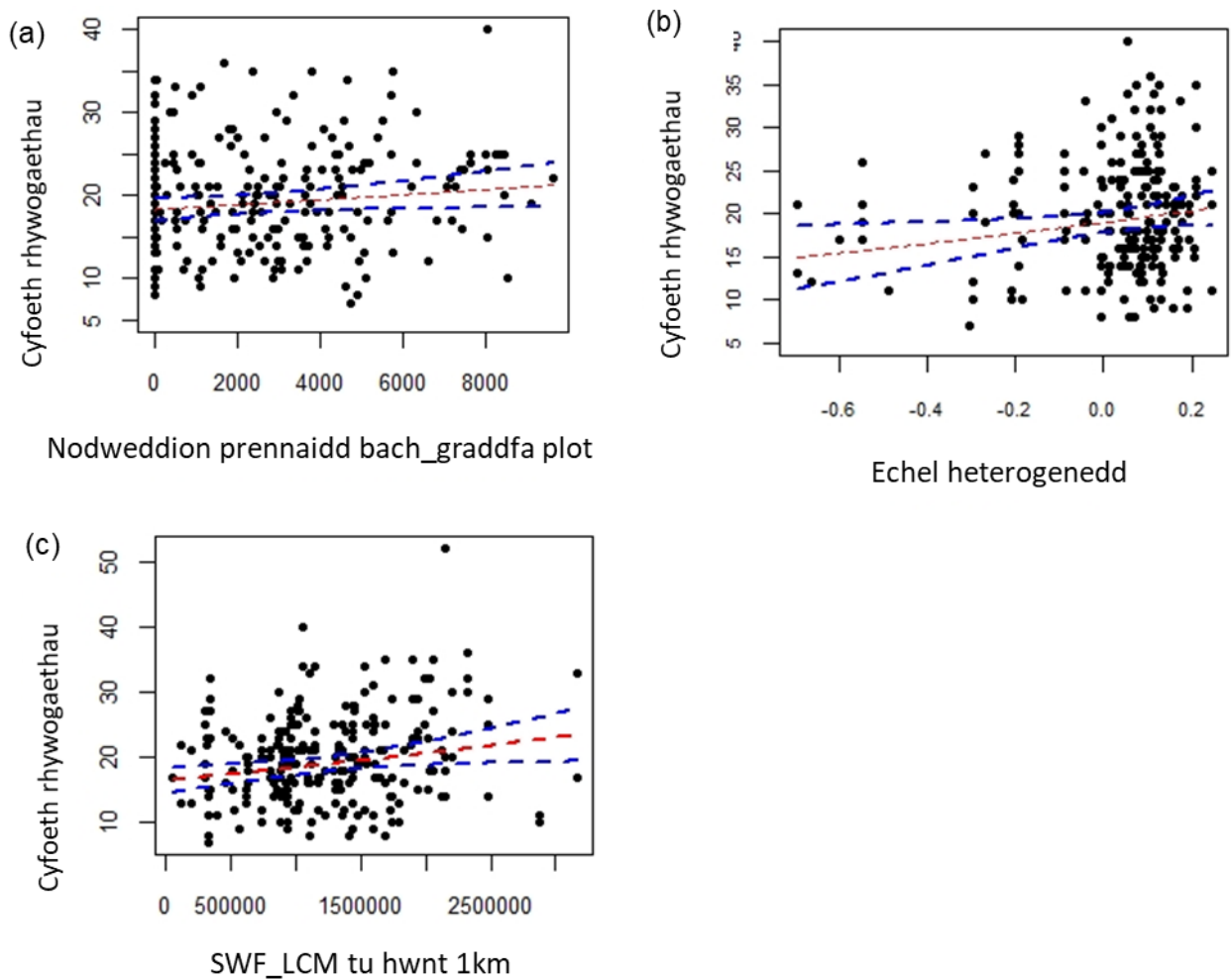
Roedd cyfoeth rhywogaethol y fflora daear yn is lle'r oedd y tir gerllaw gwrych wedi'i wella (Ffigur 7.1). Pan nad oedd statws tir wedi'i wella/heb ei wella wedi'i gynnwys yn y modelau, roedd yn lleihau'r AIC yn gyson ac yn gwella ffit y model.

Tabl 7.1: Effeithiau cyd-destun y dirwedd (naill ai amrywiaeth cynefinoedd, % y tir lled-naturiol, nodweddion prenaidd bychain (a gymerwyd o set ddata Copernicus; CLMS 2019), coetiroedd mawr (NFI a'r Map Gorchudd Tir), dwysedd nodweddion llinellol prenaidd a'r echelin heterogenedd a gyfrifwyd yn Adran 4. Mae'r dadansoddiadau wedi'u gwneud ar wahanol raddfeydd gofodol, 100m o amgylch y llain, 1km ac 1km o amgylch y sgwâr (h.y. 9km). dd.a= ddim yn arwyddocaol, '+' yn dynodi effaith gadarnhaol, '∩' yn cynrychioli effaith gefngrom. DD.B = ddim wedi'i brofi.

| Newidyn ymateb | Graddfa | Cyd-destun y dirwedd | | | | | | |
|--|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------|-----------------------------|---------------------------------------|---|----------------------|
| | | Amrywiaeth cynefinoedd | % y tir lled-naturiol | uchder | Nodweddion prenaidd bychain | Dwysedd nodweddion llinellol prenaidd | Coetiroedd mawr a nodweddion prenaidd bychain | Echelin heterogenedd |
| Cyfanswm cyfoeth rhywogaethol fflora daear gwrychoedd | 100m o amgylch y llain | dd.a | dd.a | ∩ | + | DD.B | dd.a | dd.a |
| | Sgwâr 1km | dd.a | dd.a | ∩ | dd.a | dd.a | + | dd.a |
| | Graddfa dros 1km (1km +) | dd.a | dd.a | ∩ | dd.a | DD.B | + | + |
| Cyfoeth rhywogaethol fflora daear gwrychoedd yn ôl dangosydd coetiroedd hynafol iawn | 100m o amgylch y llain | dd.a | dd.a | ∩ | dd.a | DD.B | dd.a | dd.a |
| | Sgwâr 1km | dd.a | dd.a | ∩ | dd.a | dd.a | + / ∩ | dd.a |
| | Graddfa dros 1km (1km +) | dd.a | dd.a | dd.a | dd.a | DD.B | ∩ | dd.a |



Ffigur 7.1: graff yn dangos cyfoeth rhywogaethol fflora daear gwrychoedd lle mae'r tir cyfagos wedi'i wella a heb ei wella



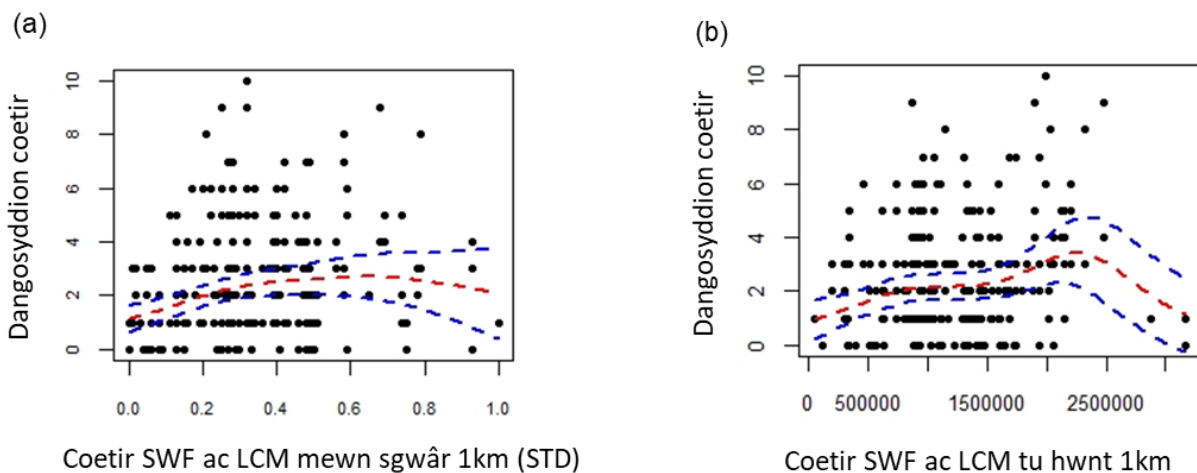
Ffigur 7.2. Y perthnasoedd rhwng cyfoeth rhywogaethol ac a.) yr echelin heterogenedd a gyfrifwyd yn adran 3. b) nodweddion prenaidd bychan ar raddfa 100m o amgylch y plot ac c) coetiroedd mawr (y Map Gorchudd Tir) a nodweddion prenaidd bychain yn y 9km sy'n amgylchynu'r sgwâr 1km. Cafodd uchder a thir wedi'i wella ei gynnwys yn b ac c.

Ar y raddfa 100m mae'r model sy'n ffitio orau ar gyfer cyfoeth rhywogaethol yn cynnwys uchder, tir wedi'i wella a nodweddion prenaidd bychain.

Ar raddfa'r sgwâr 1km, pan ychwanegir uchder at y model ar gyfer cyfoeth rhywogaethol, nid yw coetiroedd bellach yn arwyddocaol, ac uchder a thir wedi'i wella'n unig yw'r model sy'n ffitio orau.

Y tu hwnt i raddfa'r sgwâr 1km, mae'r model sy'n ffitio orau ar gyfer cyfoeth rhywogaethol yn cynnwys uchder, tir wedi'i wella a nodweddion prenaidd bychain. Roedd perthynas gadarnhaol sylweddol hefyd gyda'r echelin heterogenedd ar y raddfa hon.

Y model sy'n ffitio orau ar gyfer dangosyddion prenaidd ar raddfa'r sgwâr ac y tu hwnt i 1km yw model gyda thir wedi'i wella a choetiroedd mawr a bach wedi'u cyfuno.



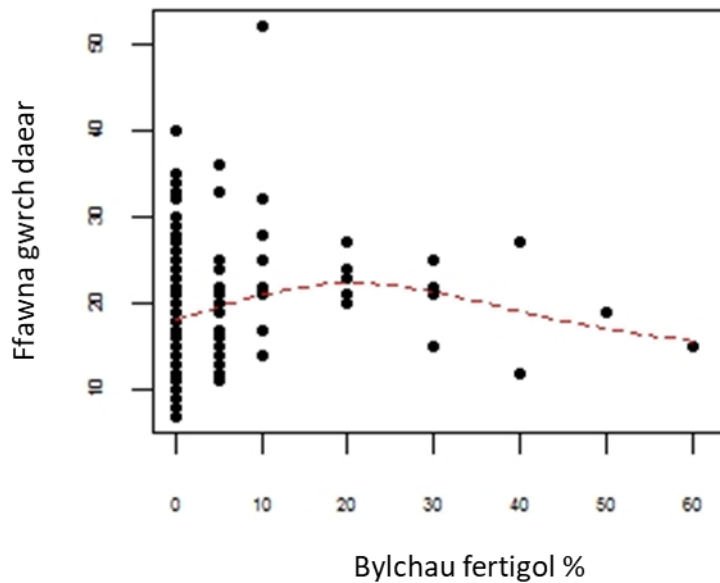
Ffigur 7.3. Mae'r perthnasoedd arwyddocaol ar gyfer y modelau sy'n ffitio orau rhwng dangosyddion coetiroedd ac a) coetiroedd mawr (y Map Gorchudd Tir) a nodweddion prenaidd bychain ar raddfa'r sgwâr 1km ar gyfer coetiroedd wedi'u safoni b) coetiroedd mawr (y Map Gorchudd Tir) a nodweddion prenaidd bychain yn y 9km sy'n amgylchynu'r sgwâr 1km. Mae'r naill fodel a'r llall yn cynnwys a yw'r tir cyfagos wedi'i wella neu heb ei wella.

Dyma grynhoi'r canlyniadau o'r uchod o ran cyfoeth rhywogaethol, dangosyddion coetiroedd a chyd-destun y dirwedd.

- Mae'r modelau sy'n ffitio orau wastad yn cynnwys a yw tir cyfagos wedi'i wella neu heb ei wella.
- Roedd i'r metrig heterogenedd cyfansawdd effeithiau cadarnhaol y tu hwnt i'r 1km.
- Roedd perthynas gadarnhaol rhwng cyfoeth rhywogaethol a nodweddion prenaidd bychain o fewn radiws o 100m i'r llain. Ar y raddfa 1km a'r tu hwnt i 1km, roedd perthynas gadarnhaol rhwng cyfoeth rhywogaethol a nodweddion prenaidd bychain a choetiroedd mawr wedi'u cyfuno.
- O ran fflora daear gwrychoedd, nid oedd perthynas arwyddocaol rhwng amrywiaeth cynefinoedd a chyfran y cynefinoedd lled-naturiol ar y naill law, a chyfoeth rhywogaethol a dangosyddion coetiroedd ar y llaw arall. Roedd y perthnasau rhwng cyfoeth rhywogaethol dangosyddion coetiroedd a choetiroedd yn gadarnhaol/afinol. Roedd perthnasoedd arwyddocaol rhwng dangosyddion coetiroedd a gorchudd nodweddion prenaidd bychain a choetiroedd mawr wedi'u cyfuno, a hynny ar raddfa'r sgwâr 1km a'r tu hwnt i'r sgwâr 1km.

7.4.2 Is-set o leiniau gwrychoedd – Effeithiau paramedrau rheoli

Yr unig berthynas arwyddocaol oedd perthynas unfodd rhwng bylchau fertigol a chyfoeth rhywogaethol (Ffigur 7.4). Roedd ffit y model wedi'i wella drwy ychwanegu nodweddion prenaidd bychain ac uchder. Nid oedd amrywiaeth cynefinoedd a chyfran y tir lled-naturaliol yn gwella'r ffit. Nid oedd perthnasau arwyddocaol rhwng rheoli a dangosyddion coetiroedd.



Ffigur 7.4. y berthynas rhwng bylchau fertigol (% o wrychoedd) a chyfoeth rhywogaethol.

Tabl 7.2. Effeithiau rheoli cynefinoedd ar gyfanswm y cyfoeth rhywogaethol a dangosyddion prenaidd fflora daear. dd.a = ddim yn arwyddocaol, '+' yn dynodi effaith gadarnhaol, '∩' yn cynrychioli effaith gefngrom.

| Newidyn ymateb | Bylchau fertigol | Lled | Uchder | Uchder y bôn | Y pellter o'r tir cyfagos oedd wedi'i reoli neu'i aredig |
|--|------------------|------|--------|--------------|--|
| Cyfanswm cyfoeth rhywogaethol fflora daear gwrychoedd | ∩ | dd.a | dd.a | dd.a | dd.a |
| Cyfoeth rhywogaethol fflora daear gwrychoedd yn ôl dangosydd coetiroedd hynafol iawn | dd.a | dd.a | dd.a | dd.a | dd.a |

7.5 Trafodaeth

Yng Nghymru, mae gan fflora daear gwrychoedd gyfoeth rhywogaethol cymharol uchel. Yn Arolwg Cefn Gwlad 2007, roedd cyfwrth y cyfoeth rhywogaethol yn 14 yn y Deyrnas Unedig ac yn 13.4 yn Lloegr (roedd hyn hefyd yn cynnwys rhywfaint o'r dangosyddion negyddol sydd wedi'u hepgor o'r dadansoddiad hwn), tra bo dadansoddiadau RhMGG yn dangos bod cyfwrth y cyfoeth rhywogaethol yng Nghymru yn ~20 (Alison et al. 2020). Yma, rydym yn

dangos bod cyfoeth fflora daear gwrychoedd yn gyffredinol uchel mewn gwahanol gyd-destunau tirwedd. Gall gwrychoedd weithredu fel llochesi, gan alluogi cadw rhywogaethau a fyddai fel arall yn cael eu colli o dirweddau amaethyddol sydd wedi'u haddasu. At hynny, mae potensial iddynt weithredu fel coridorau i fywyd gwyllt gan alluogi rhywogaethau planhigion i wasgaru rhwng ardaloedd o gynefinoedd lled-naturiol (Hilty et al. 2006). Serch hynny, mae'r dystiolaeth dros hyn yn gymysg ac yn gysylltiedig â rhywogaethau penodol, a gall gwrychoedd ddangos dyledion difodiant (colli rhywogaethau gydag oediad amser) a chanfu Litza a Diekmann (2020) fod y pellter hanesyddol i goedwig yn ffactor pwysig a ddylanwadai ar gyfoeth rhywogaethol dangosyddion coetiroedd hynafol iawn.

Roedd cyfoeth rhywogaethol yn cynyddu ar hyd echelin heterogenedd cyfansawdd (Ffigur 7.2a). Serch hynny, ceir llawer o leiniau o hyd sydd â chyfoeth rhywogaethol isel, er bod yr heterogenedd yn uchel, sy'n awgrymu bod dylanwadau eraill ar waith nad ydynt yn ymddangos yn y dadansoddiad.

Ceir rywfaint o dystiolaeth bod cyd-destun y dirwedd, ac yn enwedig dwysedd nodweddion prenaidd o amgylch y gwrych, yn cynyddu cyfoeth rhywogaethol y fflora daear. Serch hynny, mae hyn yn dibynnu ar y raddfa; ar y raddfa leol, roedd gorchudd nodweddion prenaidd bychain yn sylweddol, ond ar raddfeydd mwy, roedd gorchudd coetiroedd a nodweddion prenaidd bychain wedi'u cyfuno yn sylweddol. Mae'r effaith yn wan ar gyfer cyfoeth cyffredinol fflora daear, ond roedd perthnasoedd i'w cael rhwng rhywogaethau dangosyddion prenaidd a nodweddion yn y coetir amgylchynol ar raddfeydd mwy.

Roedd yn syndod bod cyn lleied o berthnasoedd arwyddocaol rhwng cyfoeth rhywogaethol a dulliau rheoli gwrychoedd. Mae ymchwil blaenorol yn awgrymu bod dulliau rheoli a'r amrywiad dilynol yn y priodoleddau yn cael mwy o ddylanwad ar fioamrywiaeth na ffurfweddiad gofodol cynefinoedd gwrychoedd a chyd-destun y dirwedd (Graham et al. 2018, Litza a Diekmann 2020, Deckers et al. 2004). Canfu Staley et al. (2013) duedd tuag at homogoneiddio tacsonomig mewn fflora daear gwrychoedd a hynny'n cael ei yrru gan ddirywiad mewn technegau rheoli gwrychoedd traddodiadol â llaw, a mwy o ewtroffigedd dros gyfnod o amser (yn sgil gorgyfoethogi'r pridd). Gallai gwrychoedd dwys hefyd gyfyngu ar ddrifft agrogemegion i fflora bôn gwrychoedd (Tsiourus a Marshall 1998)

Serch hynny, fe wnaethom ganfod bod dwysedd y tir gerllaw'r gwrych yn dylanwadu'n fawr ar gyfoeth rhywogaethol ac ar ddangosyddion prenaidd fflora daear gwrychoedd. Roedd y cyfoeth rhywogaethol yn gyson uwch lle nad yw tir cyfagos wedi'i wella, sy'n awgrymu pwysigrwydd rheoli tir cyfagos. Drwyddi draw, mae'n ymddangos y gallai rheoli tir cyfagos ac amgylchynol fod yn bwysicach nag adeiledd gwrychoedd yng nghyd-destun fflora daear gwrychoedd yng Nghymru.

Mae rhywogaethau llysysol cyffredinol yn elwa o arferion rheoli fel prysgoedio sy'n agor y canopi. Yma, canfuwyd bod cyfoeth rhywogaethol yn cynyddu gyda bylchau, hyd at bwynt lle roedd yn dirywio eto. Serch hynny, gallai hyn fod ar draul rhywogaethau planhigion sy'n hoffi cysgod, gan gynnwys dangosyddion coetiroedd hynafol iawn (Staley et al. 2013).

8 ASTUDIAETH ACHOS 3C: DAD-DDWYSÁU GLASWELLTIR AR GYFER BIOAMRYWIAETH PLANHIGION

8.1 Crynodeb

- Aethom ati i edrych a oes modd i gyd-destun y dirwedd ryngweithio â ffrwythlondeb i gynyddu cyfoeth rhywogaethol mewn caeau.
- Defnyddiwyd data wedi'i synhwyro o bell (NDVI – Mynegeion Llystyfiant Gwahaniaethol wedi'u Normaleiddio) fel newidyn esboniadol ar gyfer ffrwythlondeb. Mae hyn wedi'i gyfiawnhau ar sail y cydberthyniad sylweddol rhwng NDVI a ffrwythlondeb Ellenberg (dangosydd ffrwythlondeb sy'n deillio o ddata am gymunedau planhigion).
- Ceir cryn ddirywiad mewn cyfoeth rhywogaethol pan fydd y ffrwythlondeb yn uwch mewn glaswelltiroedd wedi'u gwella a glaswelltiroedd niwtral.
- Er bod cyfoeth glaswelltir yn lleihau'n arw wrth gynyddu ffrwythlondeb, efallai fod byffro'n digwydd o gyd-destun y dirwedd. Mewn glaswelltiroedd wedi'u gwella, mae amrywiaeth uwch o gynefinoedd neu orchudd tir lled-naturiol yn cynnal mwy o gyfoeth rhywogaethol hyd yn oed pan fydd y ffrwythlondeb yn uchel. Mewn glaswelltiroedd niwtral, mae'n ymddangos bod hyn yn wir yn achos faint o dir lled-naturiol sydd yno.
- Roedd cynnwys cyfoeth rhywogaethol ar lefel y sgwâr, fel dull o fesur cronfeydd rhywogaethau'r dirwedd, yn gwella ffit y model.
- Mewn tirweddau amrywiol, mae'r canlyniadau hyn yn awgrymu y gellir cynnal cyfoeth rywogaethol uchel er gwaethaf lefelau ffrwythlondeb uchel. Gallai fod mantais mewn targedu ymyriadau mewn ardaloedd lle nad yw amrywiaeth y dirwedd yn byffro hynny. Serch hynny, os yw cronfa'r rhywogaeth wedi'i theneuo drwy ffrwythlondeb uwch a symleiddiad, yna efallai na fydd lleihau ffrwythlondeb mewn tirwedd syml yn arwain at ymateb (e.e. Marrs et al. (1996), yn enwedig yn achos rhywogaethau arbenigol sy'n gysylltiedig â chynefinoedd lled-naturiol a ffrwythlondeb is (Kleijn et al. 2011).

8.2 Cefndir

Fel y trafodwyd yn yr adran flaenorol, mae cyd-destun y dirwedd yn bwysig fel ffynhonnell rhywogaethau ar gyfer cytrefu ar ôl rhoi ymyriad ar waith. Os yw tirweddau amaethyddol yn frithwaith o gynefinoedd cynnar a chynefinoedd hwyr olynol sydd wedi'u cysylltu'n dda, a'r rheini'n cefnogi lefel uchel o fioamrywiaeth (Concepción et al. 2012, Benton et al. 2003), mae mwy o gapasiti ar gyfer cynnydd ym mioamrywiaeth cynefinoedd ar ôl cyflwyno ymyriad. Mewn tirweddau syml, prin yw'r rhywogaethau sydd ar gael i gytrefu cynefinoedd sydd wedi'u creu o'r newydd (Keenleyside et al. 2020).

Ceir tystiolaeth dda bod perfformiad camau a gymerir o dan gynlluniau amaeth-amgylcheddol ar dir fferm yn amrywio gyda'r math o gynefin, y tacs a ystyrir, a chyd-destun y dirwedd. Cynhaliodd Batary et al. (2011) feta-ddadansoddiad o astudiaethau o gyfoeth a helaethrwydd rhywogaethol ymhlith grwpiau tacsonomig lluosog. Roedd camau a gymerir o dan gynlluniau amaeth-amgylcheddol mewn glaswelltiroedd yr un mor effeithiol mewn tirweddau cymhleth a syml, gydag effeithiau cadarnhaol ar blanhigion ac adar, waeth

pa mor gymhleth oedd y dirwedd. Serch hynny, nid dyma a ganfuwyd mewn astudiaethau eraill (e.e. Critchley 2003) lle dangosodd diffyg ymateb llystyfiant i gamau rheoli adferol mewn Ardaloedd Amgylcheddol Sensitif yn y DU bwysigrwydd ffrwythlondeb gweddilliol a diffyg ffynonellau egin, yn enwedig ar dir wedi'i wella. Argymhellwyd y dylid cynnwys asesiad o ffynonellau gwasgaru ar raddfa'r dirwedd wrth dargedu ymyriadau, e.e. cyfran y cynefinoedd lled-naturiol (Török et al. 2018) yn ogystal ag ystyried cynyddu heterogenedd ar raddfeydd bychain ochr yn ochr â chyflwyno camau eraill.

Mae'r adran hon yn ymwneud ag ymyriadau ar laswelltiroedd i leihau'r defnydd o wrtaith, plaleiddiaid neu chwynladdwyr; ac i ddefnyddio gwrteithiau organig yn hytrach na rhai mwynol. Bydd llawer o wrtaith, a nitrogen anorganig yn enwedig, yn cael ei ddefnyddio i annog tyfiant gweiriau lluosflwydd, dwys sy'n tyfu'n gyflym ar draul gweiriau eraill, llai cystadleuol a phlanhigion sy'n blodeuo (Keenleyside et al. 2020, Cleland a Harpole 2010). Y canlyniad yw llai o gyfoeth rhywogaethol. Mae systemau glaswelltir yng Nghymru yn cael eu rheoli'n llai dwys nag mewn nifer o ranbarthau eraill, ond mae potensial o hyd i wella bioamrywiaeth drwy leihau'r mewnbynau mewn rhai cyd-destunau. Roedd y dystiolaeth o gynlluniau Ardaloedd Amgylcheddol Sensitif (Keenleyside et al. 2020, Critchley et al 2003) yn awgrymu y byddai'n bosibl adfer i sefyllfa lle byddai'r ffrwythlondeb yn is a lle byddai llai o helaethrwydd rhywogaethau planhigion sy'n ffafrio tir ffrwythlon iawn, ond bod hynny'n ddibynnol ar y man cychwyn. Dangosodd gweirgloddiau wedi'u lled-wella ymatebion da, dangosodd glaswelltiroedd wedi'u lled-wella ymatebion cymysg, tra roedd mannau cychwyn glaswelltiroedd wedi'u gwella yn ymateb llawer llai i driniaethau adfer (Keenleyside et al. 2020).

Yn y gwaith hwn rydym yn edrych i weld a yw ffrwythlondeb yn rhyngweithio â chyd-destun y dirwedd, neu â'r gronfa ranbarthol o rywogaethau, wrth bennu cyfoeth rhywogaethol glaswelltiroedd wedi'u gwella a glaswelltiroedd niwtral. Y nod yw deall ble y byddai ymyriadau i leihau'r mewnbynau yn fwyaf effeithiol yng Nghymru.

8.3 Ein ffordd o weithio

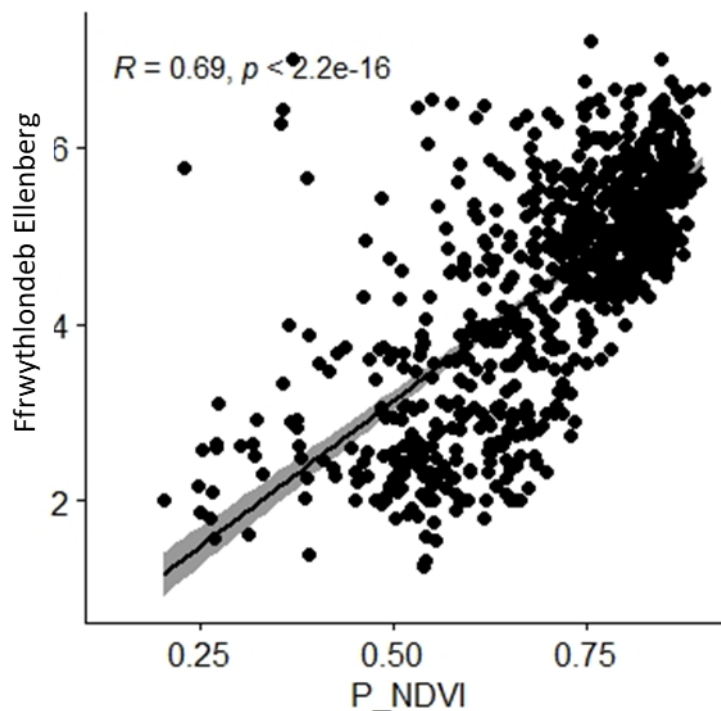
8.3.1 Modelu cyfoeth rhywogaethol

Yn y dadansoddiadau hyn fe wnaethom ffitio modelau adiol cymysg cyffredinoliedig (GAMMs, strwythurau cyfeiliorni poisson) i ragfynegi cyfoeth rhywogaethol planhigion. Roedd defnyddio modelau cymysg yn ein galluogi i ychwanegu hapnewidyn i gyfrif am awtogydberthyniad gofodol lleiniau oedd wedi'u nythu mewn sgwariau. At hynny, mae GAMMs yn caniatáu perthnasoedd aflinol llyfn ac anghyfyngedig. Ffitiwyd modelau gan ddefnyddio'r pecyn R *gamm4*, a gwnaed cymariaethau rhwng modelau gan ddefnyddio AIC (maen prawf gwybodaeth trefn dau Akaike). Cafodd AIC ei echdynnu o wrthrych "mer" y model a ffitiwyd. Gan ddilyn Burnham ac Anderson (2002), rhoesom sgôr iddynt yn ôl eu gwerthoedd AIC. Y model gyda'r AIC isaf fyddai'r model a fyddai'n ffitio orau.

8.3.2 Ffrwythlondeb glaswelltir a chyd-destun y dirwedd

Dewiswyd "lleiniau X" mawr a'r rheini wedi'u dethol ar hap (200m², Wood et al. 2017) o laswelltiroedd niwtral a glaswelltiroedd wedi'u gwella, gan gyfrifo cyfanswm y cyfoeth rhywogaethol yn y llain. Aethom ati wedyn i ddadansoddi'r perthnasoedd rhwng cyfoeth rhywogaethol a ffrwythlondeb, gan roi ystyriaeth i gyd-destun y dirwedd, a phrofi a oedd cyd-destun y dirwedd yn cyfryngu'r berthynas rhwng ffrwythlondeb a chyfoeth. Er mwyn cynrychioli ffrwythlondeb, archwiliwyd perthnasoedd rhwng gwahanol newidynnau. Cafwyd perthynas gadarnhaol hynod o arwyddocaol rhwng y Mynegai Llystyfiant Gwahaniaethol wedi'i Normaleiddio (NDVI; wedi'i echdynnu o ddelweddau cyfansawdd, digwmwl, manylder

30m lloeren Landsat-8 rhwng 2013 a 2016) a ffrwythlondeb Ellenberg ar raddfa'r llain (Ffigur 8.1). Aethom yn ein blaenau i ddefnyddio NDVI, gan y gallai alluogi defnyddio'r perthnasoedd hyn y tu allan i leiniau llystyfiant yn y dyfodol.



Ffigur 8.1: Y perthnasoedd rhwng y Mynegai Llystyfiant Gwahaniaethol wedi'i Normaleiddio (NDVI) a sgôr ffrwythlondeb Ellenberg o fewn llain ($r^2=0.69$)

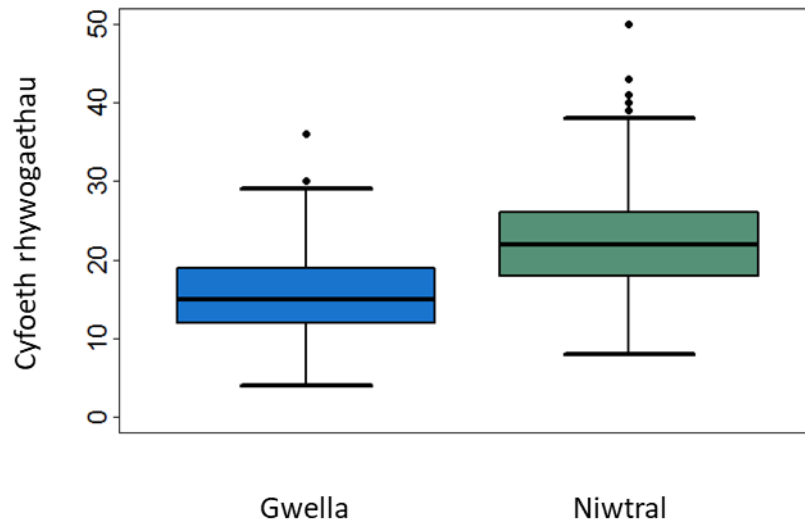
Aethom ati hefyd i brofi am rai newidynnau esboniadol eraill y gellid eu defnyddio i esbonio statws maetholion yn hytrach na NDVI. Profwyd effeithiau uchder y borfa, gwartheg, defaid ac unrhyw dda byw, a dim ond defaid a oedd â pherthynas arwyddocaol â chyfoeth rhywogaethol mewn glaswelltir wedi'i wella.

Cymerwyd newidynnau esboniadol o'r 100m a amgylchynai'r llain; o raddfa'r cae, ac o raddfa'r sgwâr. Felly, er enghraifft, os yw'r gwerthoedd NDVI yn dod o'r byffer 100m o amgylch y llain, yna daw'r newidynnau ar gyfer amrywiaeth cynefinoedd, tir lled-naturiol ac uchder (o DTM NextMap) hefyd o'r un raddfa. Ar gyfer NDVI graddfa'r cae, defnyddiwyd newidynnau esboniadol ychwanegol ar gyfer y sgwâr a'r tu hwnt i'r sgwâr (1km+). Mae'r newidynnau esboniadol yn cynnwys amrywiaeth cynefinoedd, % y tir lled-naturiol, cyfoeth rhywogaethol sgwâr 1km, ac uchder. Mae cyfoeth rhywogaethol y sgwâr wedi'i gyfrifo drwy greu swm ar gyfer y cyfoeth rhywogaethol o'r holl leiniau a rhannu hwnnw â nifer y lleiniau. Hefyd, profwyd y rhyngweithio rhwng cyd-destun y dirwedd a ffrwythlondeb.

8.4 Canlyniadau

8.4.1 Ffrwythlondeb mewn glaswelltir wedi'i wella a glaswelltir niwtral

Mae'r cyfoeth rhywogaethol yn uwch mewn glaswelltir niwtral nag mewn glaswelltir wedi'i wella (Ffig. 8.2). Aethom ati i ddadansoddi'r perthnasoedd rhwng cyfoeth rhywogaethol, ffrwythlondeb a chyd-destun y dirwedd mewn glaswelltir wedi'i wella a glaswelltir niwtral ar wahân.



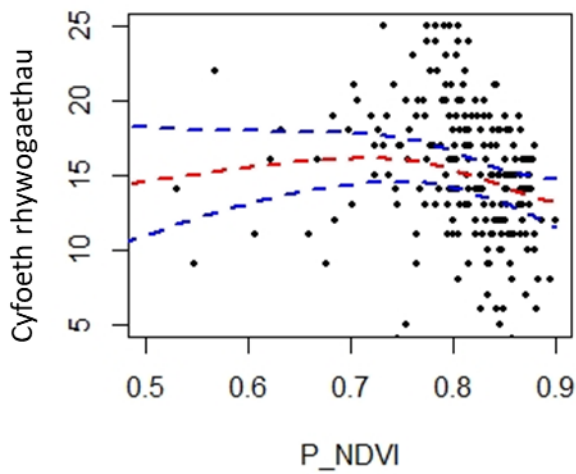
Ffigur 8.2. Cyfanswm y cyfoeth rhywogaethol mewn lleiniau 200m² ar laswelltir wedi'i wella a glaswelltir niwtral.

Roedd dirywiad serth yn y cyfoeth rhywogaethol pan oedd y ffrwythlondeb yn uwch yn y naill gynefin a'r llall (Ffig. 8.3). Mae arlliw o berthynas unfodd rhwng ffrwythlondeb a chyfoeth rhywogaethol mewn glaswelltir wedi'i wella, tra bo'r berthynas yn negyddol mewn glaswelltir niwtral. Roedd amrywiaeth cynefinoedd, cyfoeth rhywogaethol y sgwâr a'r uchder hefyd yn effeithio ar y cyfoeth rhywogaethol (Tabl 8.1).

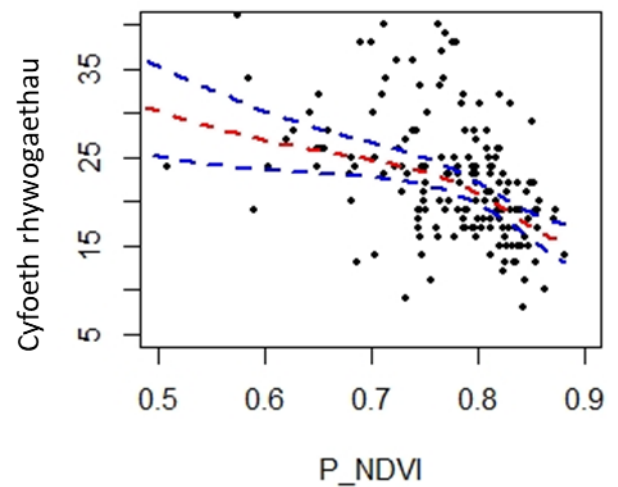
Tabl 8.1. Effeithiau ffrwythlondeb (NDVI) o fewn 100m i lain, neu o fewn yr un cae â llain, ar gyfanswm cyfoeth rhywogaethol fflora daear a dangosyddion prenaidd. dd.a = ddim yn arwyddocaol, '+' yn dynodi effaith gadarnhaol, '∩' yn cynrychioli effaith unfodd.

| | Ffrwythlondeb NDVI 100m | Newidynnau eraill yn y model gorau (100m) | Ffrwythlondeb Cae NDVI | Newidynnau eraill yn y model gorau (graddfa'r cae) |
|--------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------|---|
| Glaswelltir wedi'i wella | ∩/- | Amrywiaeth cynefinoedd, cyfoeth rhywogaethol y sgwâr a'r uchder | ∩/- | Amrywiaeth cynefinoedd, cyfoeth rhywogaethol y sgwâr a'r uchder |
| Glaswelltir niwtral | - | Amrywiaeth cynefinoedd, cyfoeth rhywogaethol y sgwâr a'r uchder | - | Cyfoeth rhywogaethol y sgwâr a'r uchder |

(a) Glaswelltir wedi'i wella



(b) Glaswelltir niwtral

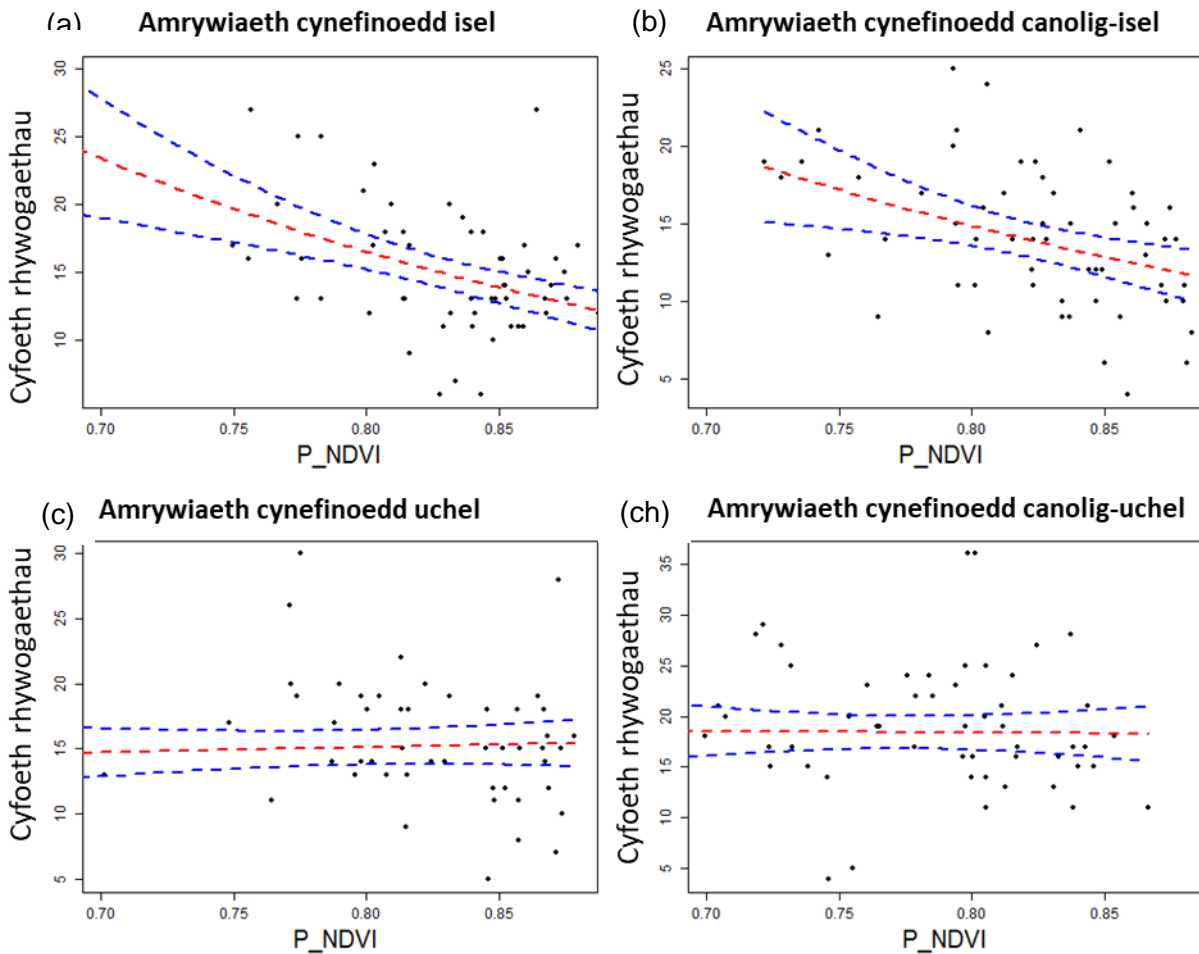


Ffigur 8.3: Y berthynas rhwng ffrwythlondeb (NDVI ar raddfa'r llain) a chyfoeth rhywogaethol gan ddefnyddio'r model ffit gorau ar gyfer (a) Glaswelltir wedi'i wella, (b) Glaswelltir niwtral

I weld a oedd effaith ffrwythlondeb ar gyfoeth rhywogaethol yn gryfach mewn rhai cyd-destunau tirwedd, aethom ati i brofi am y rhyngweithio rhwng cyd-destun y dirwedd a ffrwythlondeb. Canfuwyd bod effaith ffrwythlondeb yn dibynnu ar amrywiaeth cynefinoedd mewn glaswelltiroedd wedi'u gwella, ac yn dibynnu ar y tir lled-naturiol gerllaw mewn glaswelltiroedd wedi'u gwella a glaswelltiroedd niwtral ill dau. I ddelweddu'r berthynas rhwng ffrwythlondeb a chyfoeth rhywogaethol mewn gwahanol gyd-destunau tirwedd, ailadroddwyd y dadansoddiad ar ôl dosbarthu pob llain yn 4 grŵp (gan ddefnyddio cwantiliau) ar sail amrywiaeth cynefinoedd o isel i uchel a chyfoeth rhywogaethol y sgwâr. Gellir gweld canlyniadau'r dadansoddiad hwn yn Nhablau 8.2 a 8.3 ac yn Ffigur 8.4.

Mewn glaswelltiroedd wedi'u gwella a glaswelltiroedd niwtral, mae'r cyfoeth rhywogaethol ar lefel y llain ar ei uchaf mewn lleiniau sydd â lefel uchel o amrywiaeth cynefinoedd a chyfoeth rhywogaethol yn y sgwâr. Mewn glaswelltir wedi'i wella, ni welwyd unrhyw ddirywiad yn y cyfoeth rhywogaethol gyda ffrwythlondeb pan oedd amrywiaeth y cynefin yn ganolig uchel neu'n uchel (y ddau chwarterl uchaf, Ffig. 8.4). Serch hynny, lle'r oedd lefel yr amrywiaeth cynefinoedd yn isel, roedd y cyfoeth rhywogaethol yn gostwng gyda ffrwythlondeb.

Canfuwyd effaith debyg yn sgil faint o dir lled-naturiol oedd gerllaw a hynny yn achos glaswelltir wedi'i wella a glaswelltir niwtral ill dau. Mae hyn yn awgrymu bod rhai mathau o dirweddau yn cynnal lefel uchel o gyfoeth rhywogaethol, hyd yn oed wrth i ffrwythlondeb gynyddu.



Figur 8.4: Y berthynas rhwng ffrwythlondeb (graddfa'r llain NDVI) a chyfoeth rhywogaethol mewn lleiniau wedi'u grwpio yn ôl cwantiliau amrywiaeth cynefinoedd a) Isel, b) Canolig-isel, c) Canolig-uchel, ch) Uchel, mewn glaswelltir wedi'i wella.

Tabl 8.2: Canlyniadau rhannu lleiniau o'r dadansoddiadau blaenorol yn bedwar grŵp gan ddefnyddio cwantiliau ar sail amrywiaeth cynefinoedd o isel i uchel. '-' yn dynodi effaith negyddol, '∩' yn cynrychioli effaith unfodd. Noder na wnaethom ganfod rhyngweithio arwyddocaol rhwng NDVI ac amrywiaeth cynefinoedd ar laswelltir niwtral (Tabl 8.1).

| Amrywiaeth cynefinoedd | Wedi'i wella | | Niwtral | |
|------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | Cymedr cyfoeth rhywogaethol y llain | Y berthynas â NDVI | Cymedr cyfoeth rhywogaethol y llain | Y berthynas â NDVI |
| Isel | 15.2 | ■ *** | 20.1 | ■ *** |
| Canolig-isel | 14.1 | ■ ** | 21.6 | ■ ** |
| Canolig-uchel | 15.3 | dd.a | 22.5 | ∩** |
| Uchel | 18.9 | dd.a | 27.2 | ■ *** |

Tabl 8.3: Canlyniadau rhannu lleiniau o'r dadansoddiadau blaenorol yn bedwar grŵp gan ddefnyddio cwantiliau ar sail y cyfoeth rhywogaethol mewn sgwâr 1km. '-' yn dynodi effaith negyddol, '∩' yn cynrychioli effaith gefngrom.

| Cyfoeth rhywogaethol y sgwâr | Wedi'i wella | | Niwtral | |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | Cymedr cyfoeth rhywogaethol y llain | Y berthynas â NDVI | Cymedr cyfoeth rhywogaethol y llain | Y berthynas â NDVI |
| Isel | 13.7 | - * | 21.8 | - ** |
| Canolig-isel | 15.1 | dd.a | 21.9 | - * |
| Canolig-uchel | 16.8 | ∩** | 21.8 | - *** |
| Uchel | 17.9 | - *** | 25.7 | - *** |

Tabl 8.4: Y canlyniadau o brofi'r rhyngweithio rhwng cyd-destun y dirwedd a ffrwythlondeb gyda chyfoeth rhywogaethol *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, dd.a ddim yn arwyddocaol

| Y math o laswelltir | Amrywiaeth cynefinoedd * ffrwythlondeb | Arwynebedd y tir lled-naturiol * ffrwythlondeb | Cyfoeth rhywogaethol y sgwâr * ffrwythlondeb |
|--------------------------|--|--|--|
| Glaswelltir wedi'i wella | *** | ** | dd.a |
| Glaswelltir niwtral | dd.a | ** | dd.a |

8.5 Trafodaeth

Yn y rhan fwyaf o achosion, tir wedi'i wella neu wedi'i led-wella fydd man cychwyn creu cynefinoedd lled-naturiol newydd ar dir ffermio, ac mae'n bwysig deall sut y mae cyd-destun y dirwedd yn dylanwadu ar statws bioamrywiaeth (Keenleyside et al. 2020). Mae dwysáu amaethyddol yn lleihau capasiti tir i ymateb i liniaru dwysedd rheoli. Mae colli cynefinoedd lled-naturiol sy'n llochesi i rywogaethau, cronfeydd llai o rywogaethau, a dycnwch maethynnau yn ei gwneud hi'n fwy anodd adfer cynefinoedd, ac mae'n ymestyn yr amser y mae'n ei gymryd i gyrraedd cyflwr wedi'i adfer 2000; 2004).

Canfu'r gwaith hwn fod y cyfoeth rhywogaethol ar ei uchaf mewn glaswelltiroedd lle'r oedd yr amrywiaeth cynefinoedd amgylchynol, y tir lled-naturiol amgylchynol, neu gyfoeth rhywogaethol y sgwâr 1km yn uwch. Mae gwaith ymchwil arall wedi canfod bod y cyfoeth rhywogaethol mewn caeau amaethyddol yn cynyddu o dirweddau syml i rai cymhleth, oherwydd bod tirweddau lled-naturiol yn cynnwys mwy o adnoddau amrywiol a choridorau gwasgaru (Concepción et al. 2012, Benton et al. 2003). Mewn tirweddau syml, prin yw'r rhywogaethau sydd ar gael i gytrefu caeau.

Canfuwyd hefyd bod cyfoeth glaswelltir yn lleihau'n arw gyda ffrwythlondeb. Serch hynny, gall fod effaith fyffro mewn rhaid cyd-destunau tirwedd penodol. Mae caeau mewn ardaloedd lle mae'r amrywiaeth cynefinoedd yn uchel neu lle ceir mwy o dir lled-naturiol yn

debygol o fod â lefel uwch o gyfoeth rhywogaethol. Roedd hyn yn arbennig o wir yn achos glaswelltiroedd wedi'u gwella. Nid yw'r canlyniad hwn yn ddigynsail ac mae astudiaethau eraill wedi'i gefnogi. Serch hynny, mae astudiaethau hefyd sydd wedi dangos bod amrywiaeth yn cynyddu mewn glaswelltiroedd lle ceir ymyriadau er gwaethaf cyd-destun y dirwedd (e.e. Batary et al. 2011). Yn dra diddorol, fodd bynnag, fe wnaethom ganfod nad oedd cyfanswm y cyfoeth rhywogaethol yn y sgwâr, fel mesuriad o gronfa'r rhywogaethau yn y dirwedd, yn effeithio ar ymatebion lleol i ffrwythlondeb.

Mae'r canlyniadau hyn yn awgrymu y gellir cynnal lefelau uchel o gyfoeth rhywogaethol mewn tirweddau amrywiol er gwaethaf lefelau ffrwythlondeb uchel, felly efallai fod mantais mewn targedu ymyriadau mewn ardaloedd lle nad yw amrywiaeth y dirwedd yn eu byffro. Serch hynny, os yw cronfa'r rhywogaethau wedi'i theneuo drwy ffrwythlondeb uwch a symleiddiad, yna efallai na fydd lleihau ffrwythlondeb mewn tirwedd syml yn arwain at ymateb. e.e. Marrs et al. 1996, yn enwedig yn achos rhywogaethau arbenigol sy'n gysylltiedig â chynefinoedd lled-naturiol a ffrwythlondeb is (Kleijn et al. 2011). Mewn tirweddau sy'n cael eu rheoli'n fwy dwys, efallai y gall fod angen mwy o ymyriadau fel ychwanegu rhywogaethau codlysiâu, porfa a gwair drwy ail-hau, tros-hau, neu hau mewn slotiau, neu efallai y gallent hefyd gynnwys cyflwyno planhigion plwg neu anifeiliaid porthi gyda gwair o ansawdd da sy'n cynnwys hadau (o safleoedd gerllaw). Bydd hyn cynyddu costau (Keenleyside et al. 2020, Torok et al. 2018).

Mae'r gwaith hwn hefyd yn dangos ei bod yn fanteisiol ystyried cyflwyno pecynnau o sawl ymyriad gwahanol sy'n cynyddu faint o dir lled-naturiol a ffynonellau cytrefu sydd yn y fferm neu ar lefel y dirwedd, gan y gall y rhain fod yn ddefnyddiol i gynnal amrywiaeth, hyd yn oed pan fydd y ffrwythlondeb yn uchel.

9 ATODIAD A: RHAGOR O FANYLION AM ASTUDIAETH ACHOS 2

9.1 Canlyniadau manwl y model

Tabl 9.1. Gwerthoedd AIC ar gyfer modelau sy'n ffitio ffwythiant llyfn o wahanol gymhlethdodau ar gyfer y berthynas rhwng helaethrwydd a dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd. Mae'r canlyniadau heb reolydd wedi'u cofnodi yn y prif destun; mae'r canlyniadau fan hyn yn dangos nad oedd ychwanegu gwahanol newidynnau yn y dirwedd ar ffurf rheolyddion syml yn effeithio ar y canlyniadau (a chefnogwyd hyn drwy archwilio siapiau'r lleiniau, nad ydynt wedi'u dangos gan nad oeddent yn wahanol i Ffigurau 5.2 – 5.4). Mae'r AIC isaf ymhlith y modelau o fewn pob rheolydd wedi'i ddangos mewn print trwm.

| Grŵp | Gwerthoedd AIC gyda'r rheolydd a ddynodir | | | |
|--|---|--------|--------|---------------|
| | 1df | 2df | 3df | 4df |
| <i>Dim rheolydd</i> | | | | |
| Caeau a ffiniau | 1920.8 | 1906.0 | 1894.9 | 1884.4 |
| Caeau agored | 554.5 | 548.1 | 544.1 | 541.5 |
| Prennaidd | 1751.7 | 1722.2 | 1698.6 | 1681.4 |
| <i>Ardaloedd ffermio dwys</i> | | | | |
| Caeau a ffiniau | 1889.0 | 1875.2 | 1864.4 | 1854.1 |
| Caeau agored | 554.2 | 547.8 | 543.9 | 541.4 |
| Prennaidd | 1747.4 | 1718.6 | 1695.4 | 1678.6 |
| <i>Ardaloedd âr</i> | | | | |
| Caeau a ffiniau | 1841.6 | 1829.6 | 1820.4 | 1811.7 |
| Caeau agored | 523.3 | 516.2 | 511.2 | 507.3 |
| Prennaidd | 1749.1 | 1718.9 | 1694.8 | 1677.2 |
| <i>Nodweddion prenaidd bychain</i> | | | | |
| Caeau a ffiniau | 1900.3 | 1886.1 | 1874.9 | 1864.1 |
| Caeau agored | 498.4 | 490.9 | 487.2 | 485.0 |
| Prennaidd | 1646.3 | 1620.8 | 1598.4 | 1581.2 |
| <i>Cyfran y dirwedd sy'n llydanddail</i> | | | | |
| Caeau a ffiniau | 1919.1 | 1903.6 | 1892.3 | 1881.7 |
| Caeau agored | 521.2 | 515.0 | 511.7 | 509.2 |
| Prennaidd | 1670.2 | 1646.2 | 1625.5 | 1609.9 |

Tabl 9.2. Effeithiau rhyngweithio mewn modelau grwpiau, wedi'u hasesu gan ddefnyddio gwerthoedd AIC. Mae'r modelau wedi'u ffitio â rhyngdoriad yn unig (nwl), a chaiff effeithiau llinol a chwadratig dwysedd nodweddion llinellol prenaidd eu cymharu, gan reoli'r pedair prif nodwedd yn y dirwedd, ynghyd â modelau sy'n ffitio effeithiau llinol a chwadratig a rhyngweithiadau'r effeithiau hynny â phrif effaith y rheolydd yn y dirwedd ym mhob achos. Ar gyfer pob rhywogaeth a senario reoli, mae'r model gorau (sef yr un sydd â'r AIC isaf, neu'r model symlaf sydd ag $\Delta AIC < 2$ yn gymharol i'r isafswm) wedi'i ddynodi ag "Y Gorau": L = prif effaith linol yn unig, Q = prif effaith gwadratig yn unig, IL = model rhyngweithio llinol, IQ = model rhyngweithio cwadratig.

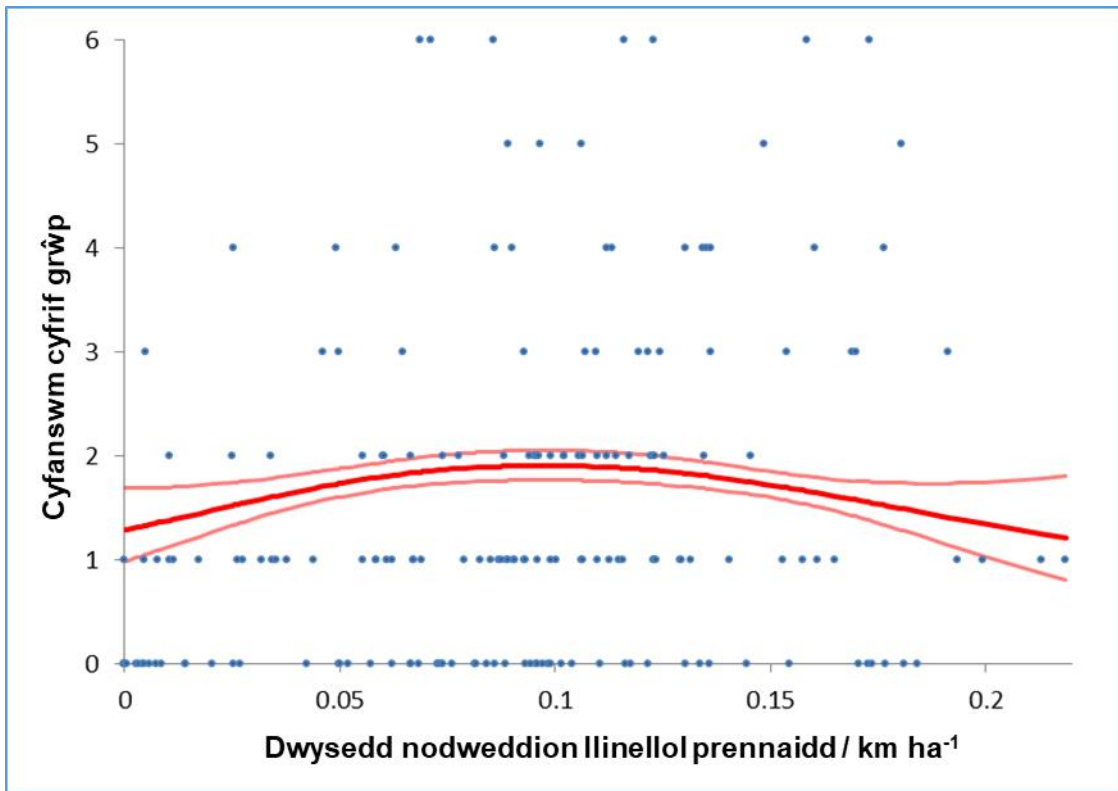
| Rheolydd | Grŵp | Y prif effeithiau | | | Rhyngweithiadau | | Y Gorau |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|--------|--------|-----------------|--------|---------|
| | | Nwl | Llin | Cwad | Llin | Cwad | |
| Dim rheolydd | Caeau a ffiniau | 3240.0 | 2994.3 | 2916.6 | - | - | Q |
| | Caeau agored | 782.5 | 766.2 | 757.6 | - | - | Q |
| | Prennaidd | 3423.3 | 2821.7 | 2714.1 | - | - | Q |
| Ardaloedd dwys | Caeau a ffiniau | 3192.4 | 2957.3 | 2887.9 | 2958.8 | 2889.5 | Q |
| | Caeau agored | 783.9 | 768.1 | 759.2 | 767.8 | 750.3 | IQ |
| | Prennaidd | 3409.8 | 2816.2 | 2712.5 | 2817.5 | 2716.2 | Q |
| Ardaloedd âr | Caeau a ffiniau | 3153.4 | 2903.7 | 2840.9 | 2905.4 | 2840.5 | Q |
| | Caeau agored | 751.5 | 734.8 | 729.2 | 716.7 | 705.9 | IQ |
| | Prennaidd | 3424.0 | 2823.1 | 2713.0 | 2822.7 | 2710.2 | IQ |
| Nodweddion prenaidd bychain | Caeau a ffiniau | 3174.1 | 2990.3 | 2917.7 | 2977.5 | 2905.8 | IQ |
| | Caeau agored | 760.8 | 756.4 | 745.4 | 756.2 | 747.7 | Q |
| | Prennaidd | 3059.1 | 2709.6 | 2636.2 | 2692.8 | 2620.2 | IQ |
| Llydanddail | Caeau a ffiniau | 3229.7 | 2996.3 | 2916.2 | 2986.4 | 2911.4 | IQ |
| | Caeau agored | 740.5 | 737.6 | 725.4 | 723.7 | 713.1 | IQ |
| | Prennaidd | 3199.9 | 2716.1 | 2640.4 | 2695.7 | 2616.4 | IQ |

9.2 Canlyniadau ar lefel rhywogaethau

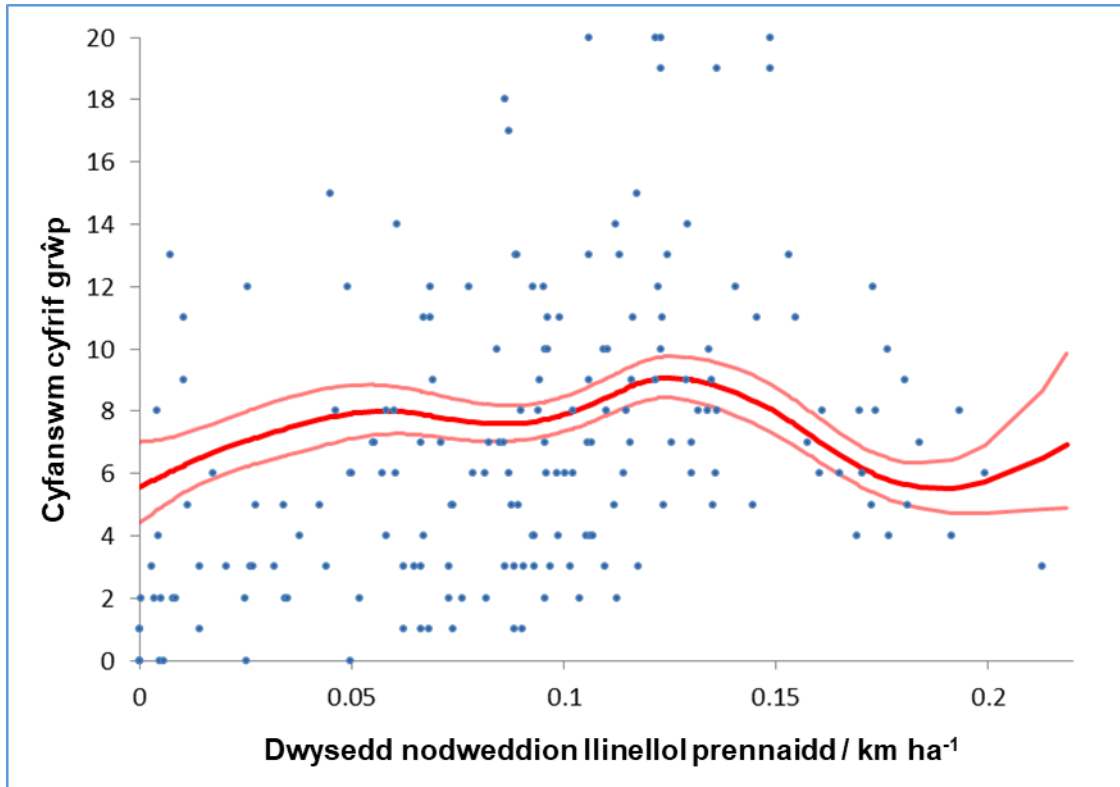
Ar lefel rhywogaethau, roedd yr holl rywogaethau'n dangos rhywfaint o dystiolaeth o ymatebion aflinol i ddwysedd nodweddion llinellol prenaidd, wrth asesu gan ddefnyddio ffitiadau GAM (Ffig. 9.1a-y), er bod cryfder y sail ystadegol i'r patrymau hyn yn amrywio (Tabl 9.3). Tueddai prif siâp y ffwythiant i ddangos bod helaethrwydd ar ei uchaf pan oedd dwysedd y nodweddion llinellol prenaidd yn rhyngol, ac roedd yn is pan oedd y dwysedd yn uwch ac/neu yn is (Ffig. 9.1a-y). Ar draws rhywogaethau, roedd ffwythiannau llyfn mwy cymhleth cael eu cefnogi (gwerthoedd AIC is) ar gyfer y rhan fwyaf o rywogaethau, gydag eithriadau'n achos y Llwydfron Fach a'r Fronfraith, tra nad oedd ffit model gorau amlwg ar gyfer y Telor Penddu, yr Ehedydd a'r Llwydfron (Tabl 9.3). Serch hynny, roedd hi'n gyffredin hefyd i'r gwahaniaethau mewn AIC rhwng modelau a oedd â ffwythiannau llyfnion mwy cymhleth i fod yn ymylol, e.e. yn achos y Dryw, Bras y Cyrs a Choch y Berllan (Tabl 9.3). Ychydig yn unig o dystiolaeth hefyd oedd bod ychwanegu rheolydd yn y dirwedd neu'r dewis o'r rheolydd hwnnw yn effeithio ar siâp y ffwythiant a ganfuwyd: dim ond yn achos un rhywogaeth, sef Llwyd y Berth, yr oedd cymhlethdod y ffit llyfn gyda'r gefnogaeth gryfaf yn newid gyda gwahanol reolyddion, ac roedd y gwahaniaethau mewn AIC yn ymylol iawn (Tabl 9.3). Digwyddodd hyn er gwaethaf y ffaith bod y gwerthoedd AIC yn dangos bod cynnwys un neu ragor o'r rheolyddion bron wastad yn gwella ffit cyffredinol y model (Tabl 9.3).

Ymhlith rhywogaethau unigol, yn y rhan fwyaf o achosion, roedd y patrymau a ddatgelwyd gan y ffwythiannau llyfn yn dangos y patrwm gyda'r brig a ddisgrifir uchod, a phrin oedd y dystiolaeth fod mwy o gymhlethdod o ran ffit yn datgelu amrywiad a oedd yn fiolegol arwyddocaol, hyd yn oed pan oedd cefnogaeth ystadegol gref dros hynny, e.e. yn achos y Mwyalch, y Ji-binc a'r Siff-siaff: roedd y ffwythiannau cymhlethach yn datgelu manylion o fewn brig eang o helaethrwydd ar draws dwyseddau rhyngol o nodweddion llinellol prenaidd (Ffigurau 9.1a, 9.1e a 9.1f). *Nid* oedd patrymau clir bod helaethrwydd yn cynyddu o ddwyseddau nodweddion llinellol prenaidd isel i ryngol yn achos y Llwydfron Fach, Bras y Cyrs, y Llwydfron, Telor yr Helyg, y Llinos Werdd, y Llinos, y Bras Melyn, y Cornchwiglen, a'r Ehedydd (Ffigurau 9.1o, 9.1r, 9.1u, 9.1x, 9.1i, 9.1m, 9.1y, 9.1l a 9.1s). *Nid* oedd patrymau'n dangos dirywiad o ddwyseddau nodweddion llinellol prenaidd rhyngol i uchel yn achos Llwyd y Berth, y Llwydfron Fach, y Llinos, y Fronfraith, y Bras Melyn a'r Ehedydd (Ffigurau 9.1g, 9.1o, 9.1m, 9.1t, 9.1y a 9.1s). Nid yw'r setiau hyn o rywogaethau yn cyd-fynd â'r grwpiau a bennwyd yn *a priori*, gan awgrymu bod ffactorau anrhagweladwy yn gyrru'r cysylltiadau â nodweddion llinellol. Gallai'r rhain gynnwys nodweddion cynnil o ran defnydd tir neu gyd-destun y dirwedd nad yw'r rheolyddion a ddefnyddiwyd fan hyn yn eu hystyried, neu amrywiad o fewn y nodweddion llinellol prenaidd eu hunain, fel eu bod yn cael effeithiau gwahanol ar rywogaethau mewn ardaloedd lle maent yn gymharol gyffredin neu'n gymharol brin. At hynny, mewn achosion fel yr Ehedydd, nad yw'n hoff o strwythurau ffiniol prenaidd, gallai'r methiant i ddod o hyd i batrwm o'r fath ddynodi bod nodweddion prenaidd i bob pwrpas yn disodli nodweddion eraill o fewn y sampl, fel waliau, sy'n gwneud y cynefin yn llai addas beth bynnag.

Yn Ffig 9.1a-y ceir y ffitiau GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol. Mae pob graff yn dangos y ffit lefn orau (fel y gwelir yn Nhabl 9.3, ac eithrio'r Cornchwiglen (Ffig 9.1l), a ddangosai arteffactau ystadegol yn gysylltiedig â maint sampl bychan, felly dangosir y fi ar gyfer 2df) fel llinell goch dywyll gyda'r cyfwng hyder o 95% ar gyfer y llyfn wedi'i ddangos gan linellau coch golau, a'r data crai wedi'u dangos gan bwyntiau glas (noder bod yr holl echelinau-y wedi'u tocio i ddangos y llinellau llyfn yn well; nid yw'r pwyntiau data crai sy'n allanolion wedi'u dangos gan hynny):



Ffig. 9.1a Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Mwyalch



Ffig. 9.1b Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Telor Penddu

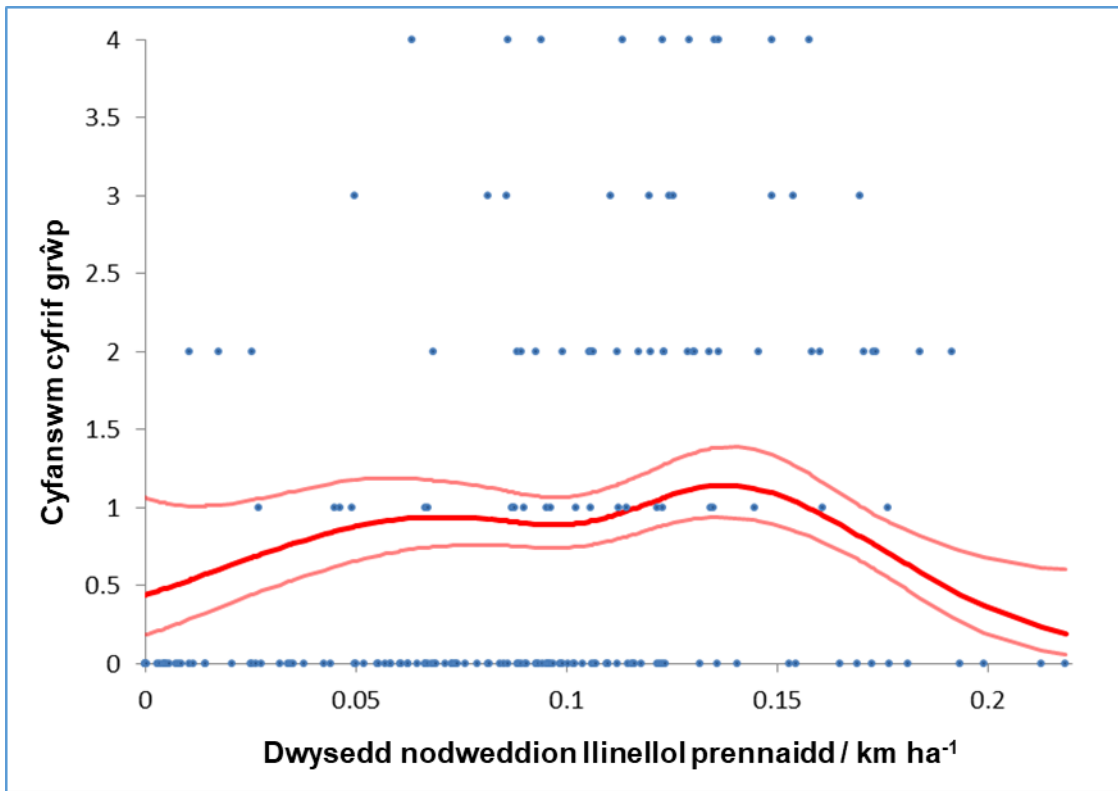


Fig. 9.1c Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Coch y berllan

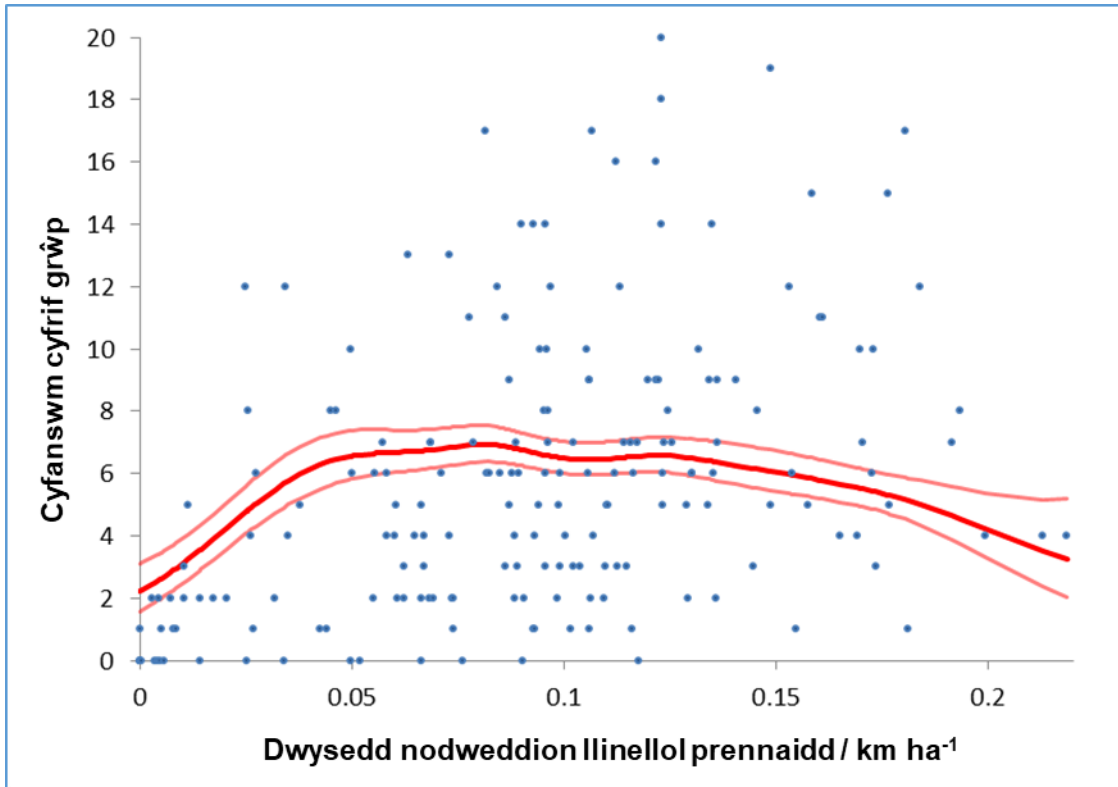


Fig. 9.1d Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Titw tomos las

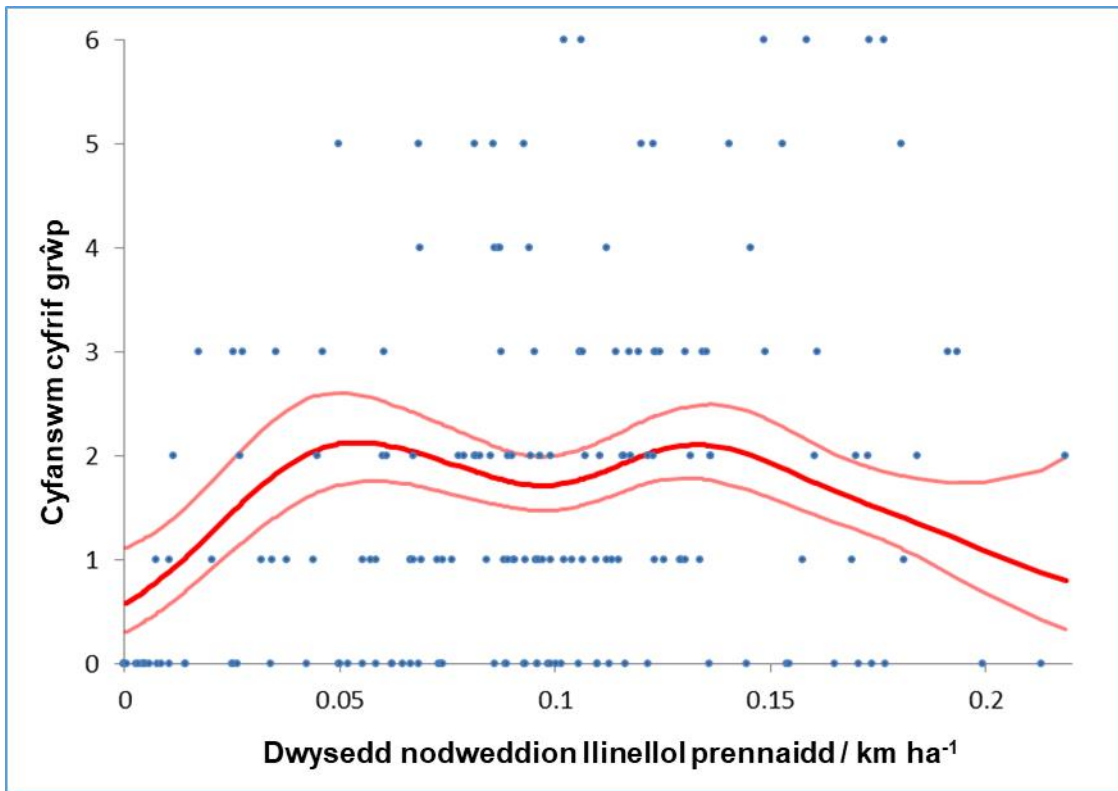


Fig. 9.1e Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Siff-siaff

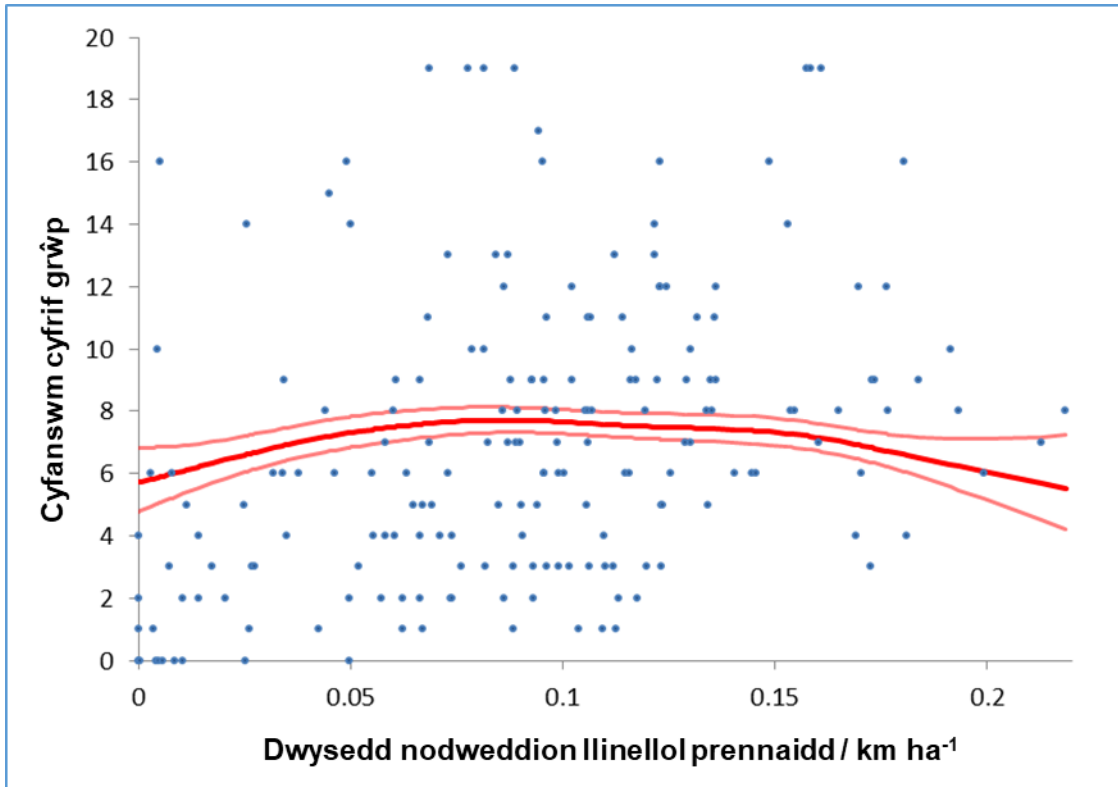
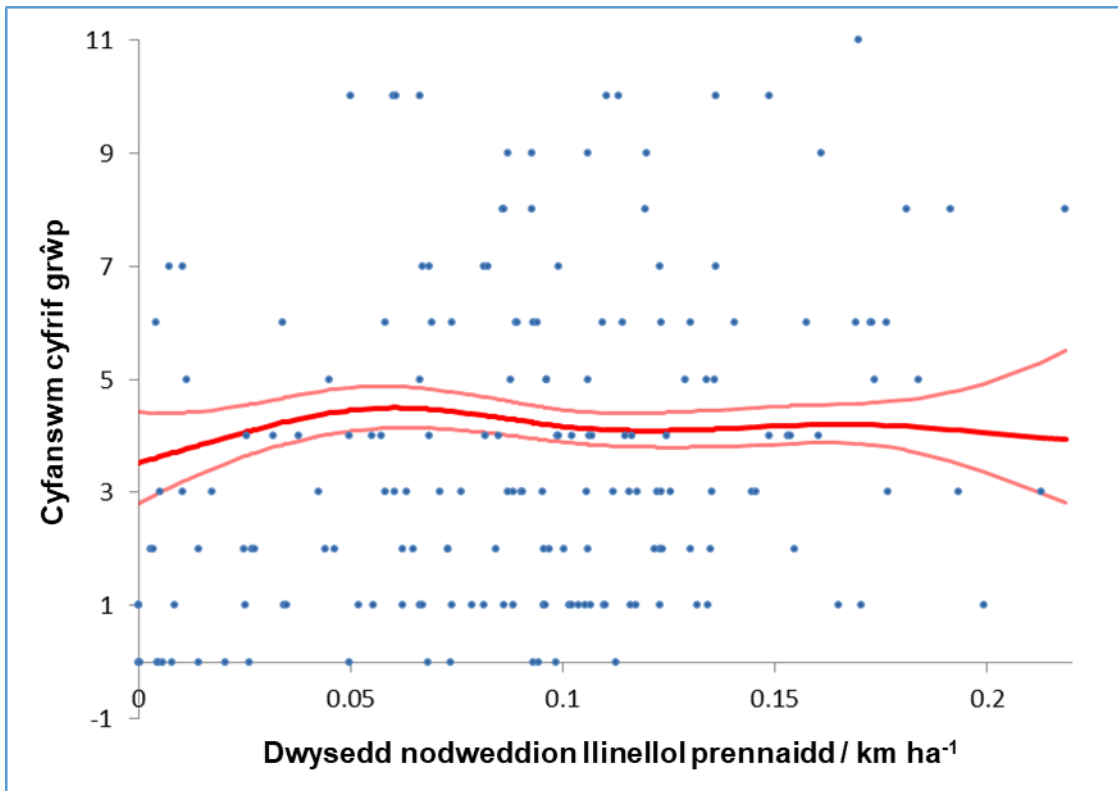
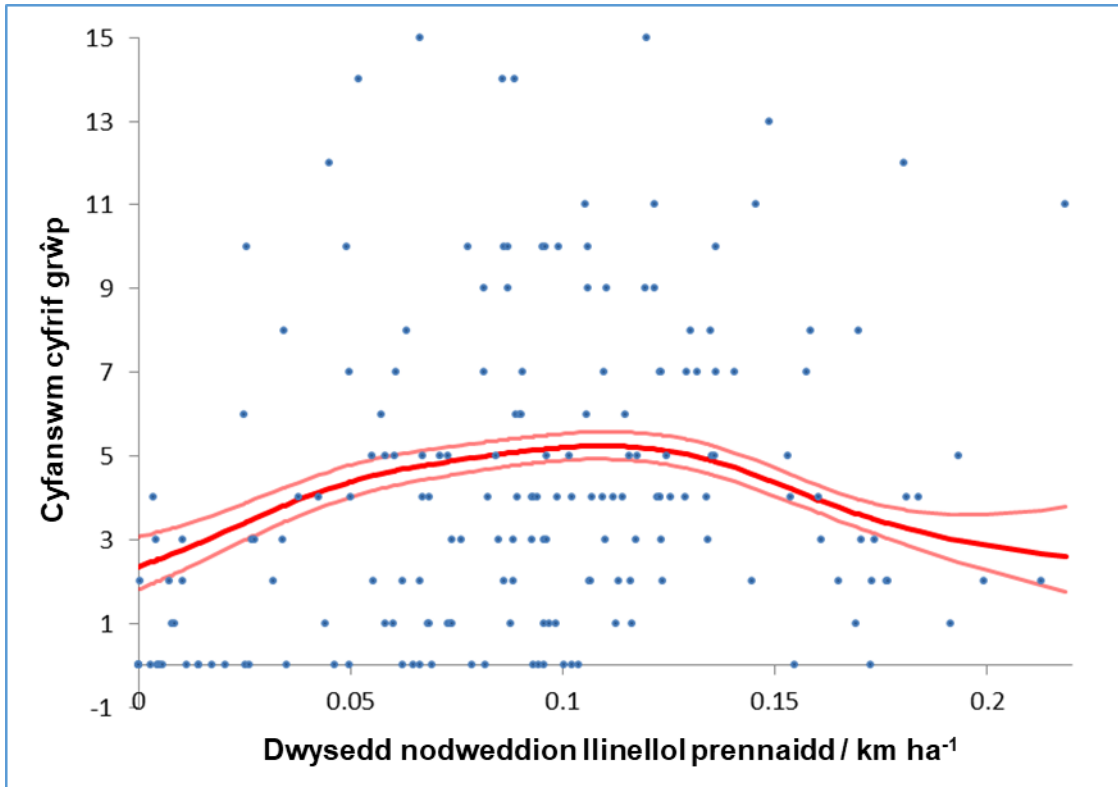


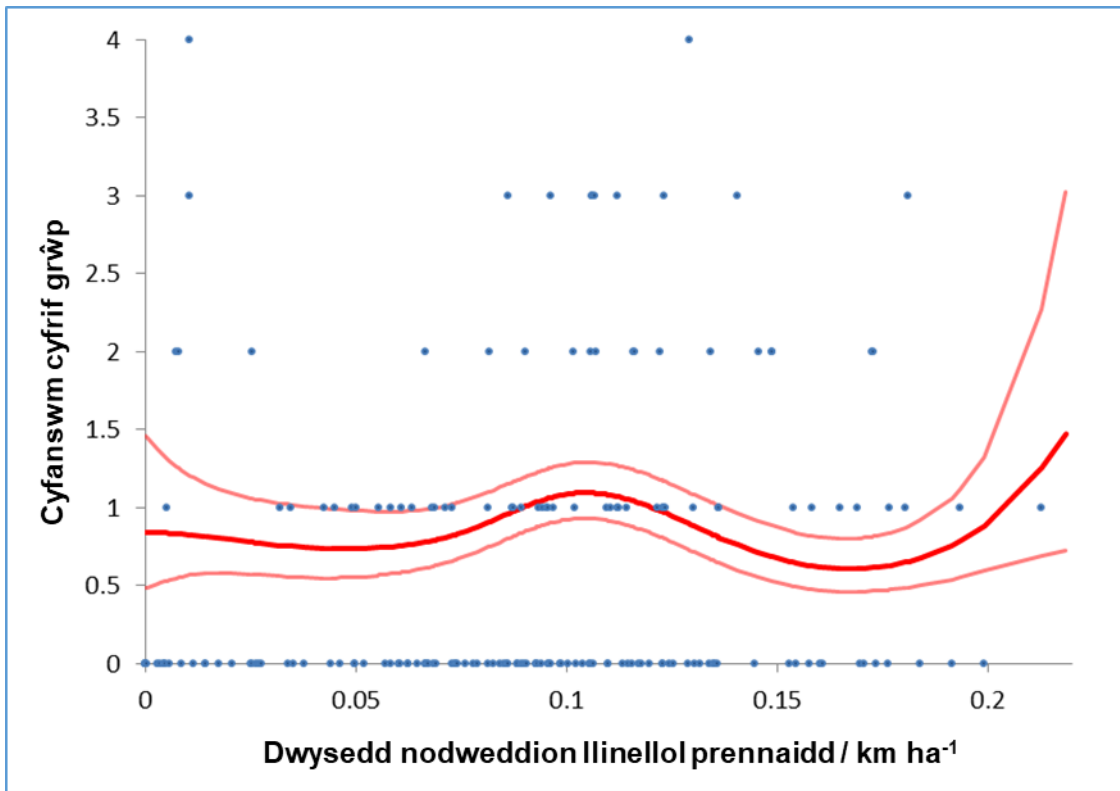
Fig. 9.1f Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Ji-binc



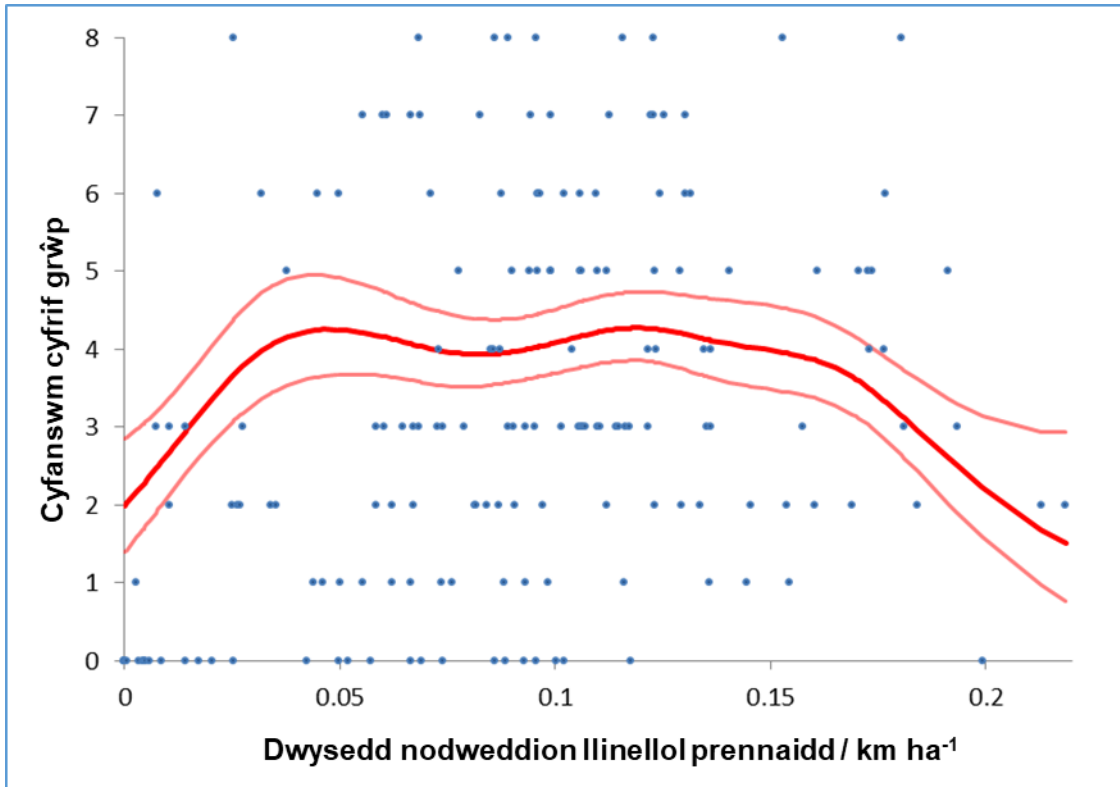
Ffig. 9.1g Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Llwyd y berth



Ffig. 9.1h Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Nico



Ffig. 9.1i Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Llinos werdd



Ffig. 9.1j Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Titw mawr

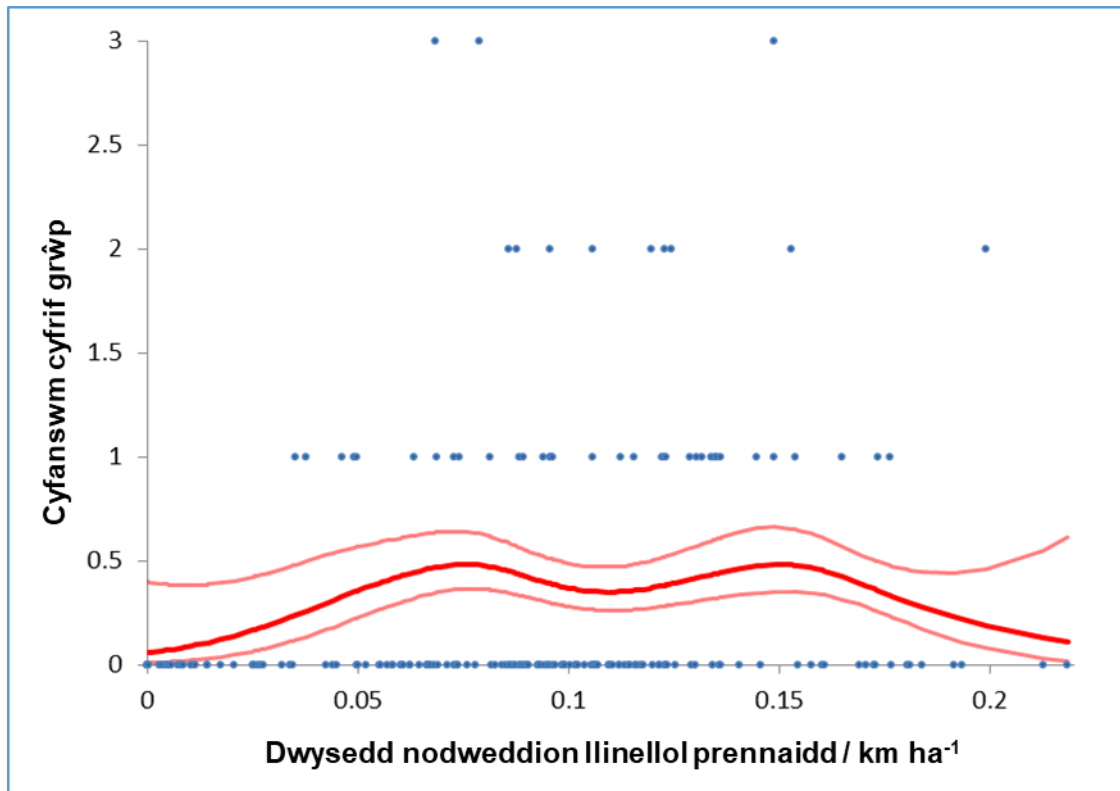


Fig. 9.1k Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Telor yr ardd

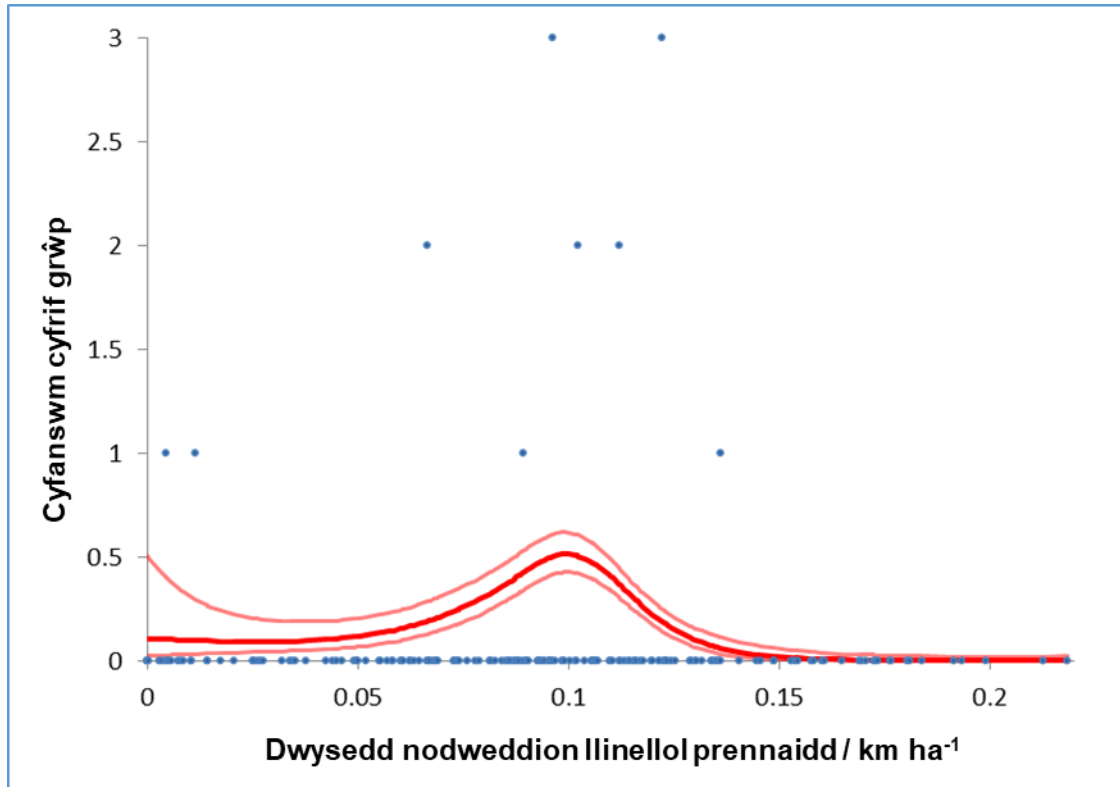
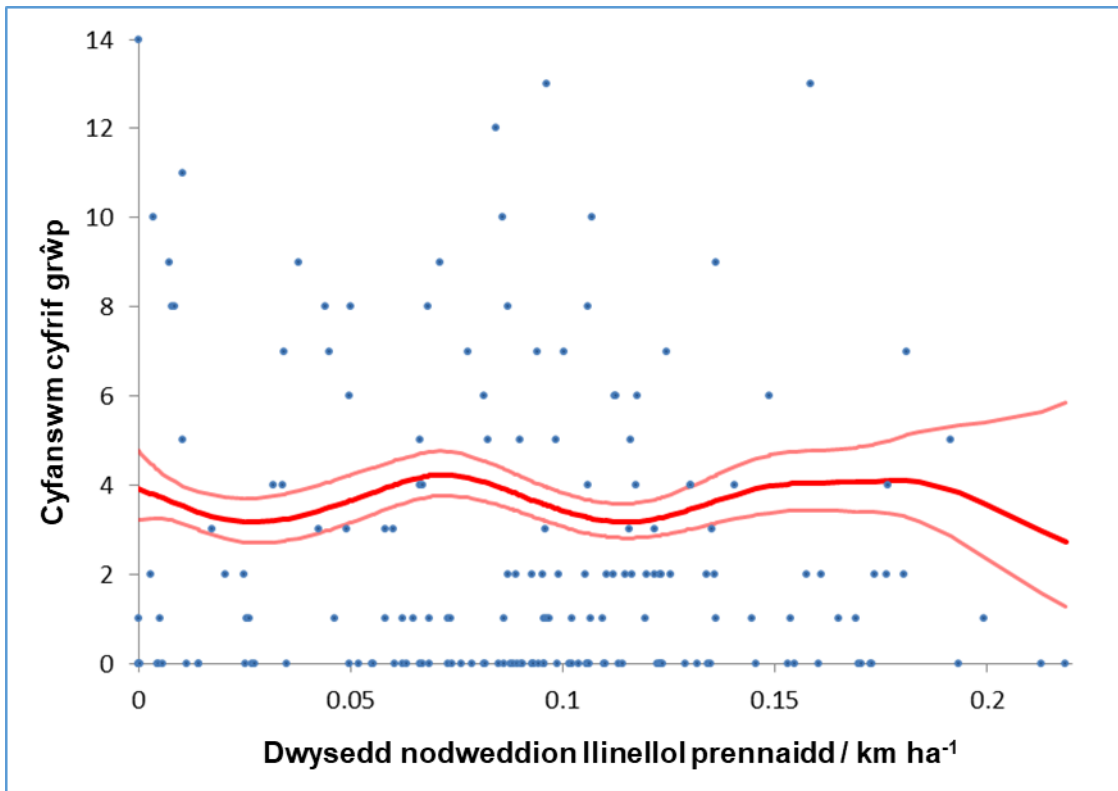
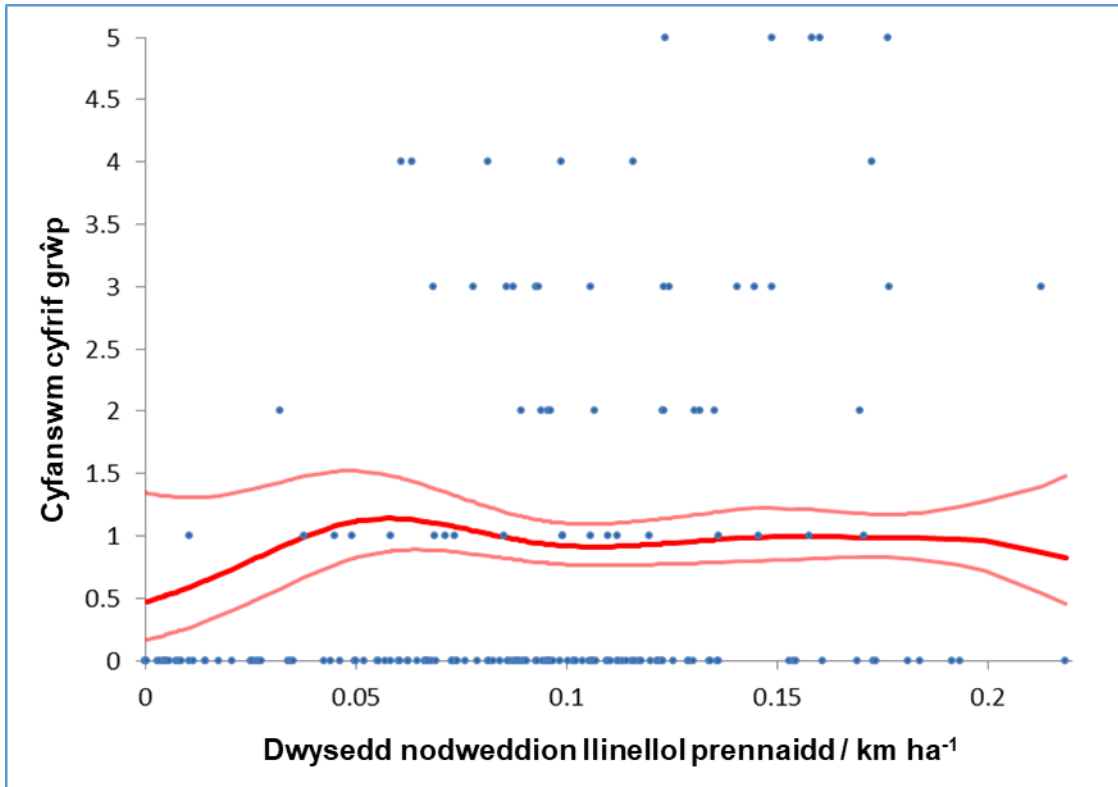


Fig. 9.1l Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Cornchwigen



Ffig. 9.1m Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Llinos



Ffig. 9.1n Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Titw cynffonhir

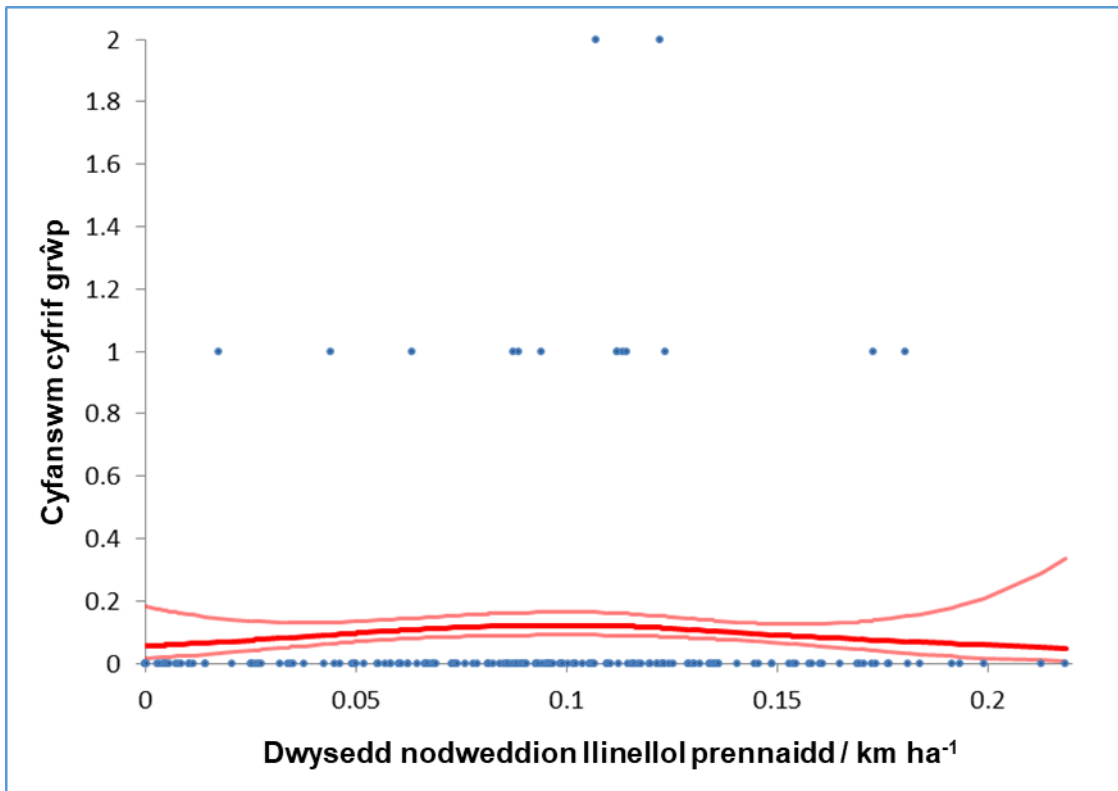


Fig. 9.1o Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Llwydfron fach

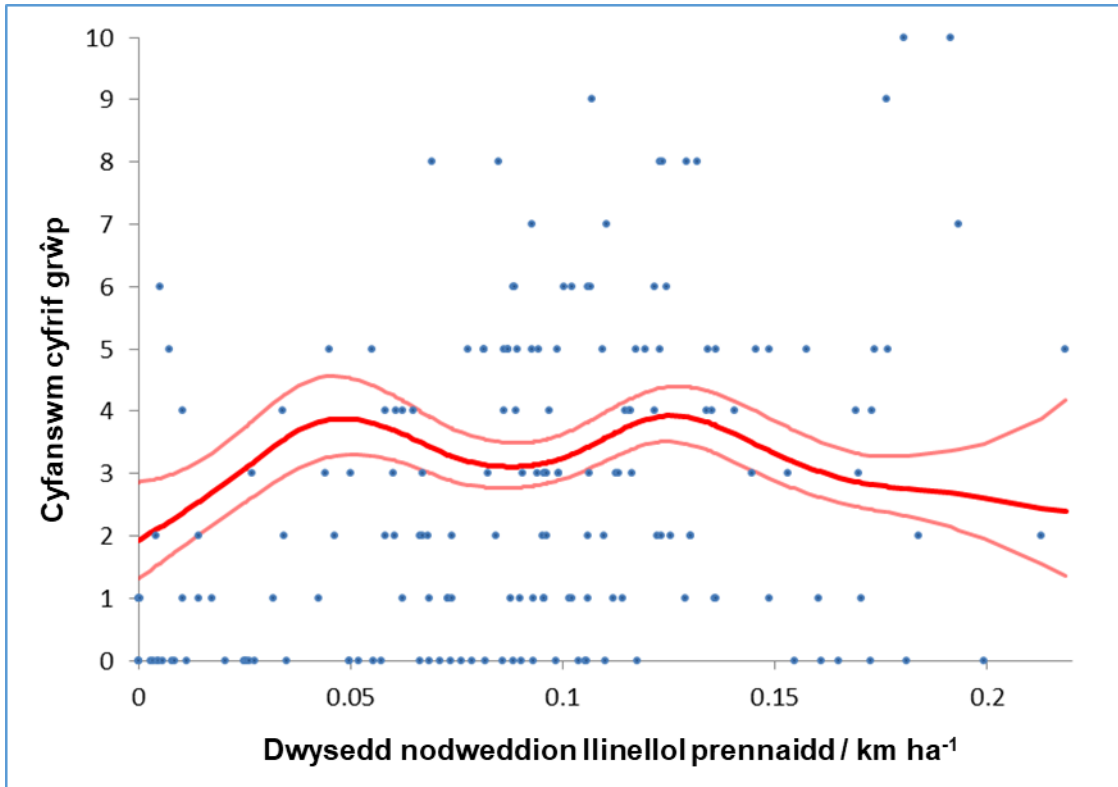


Fig. 9.1p Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Pioden

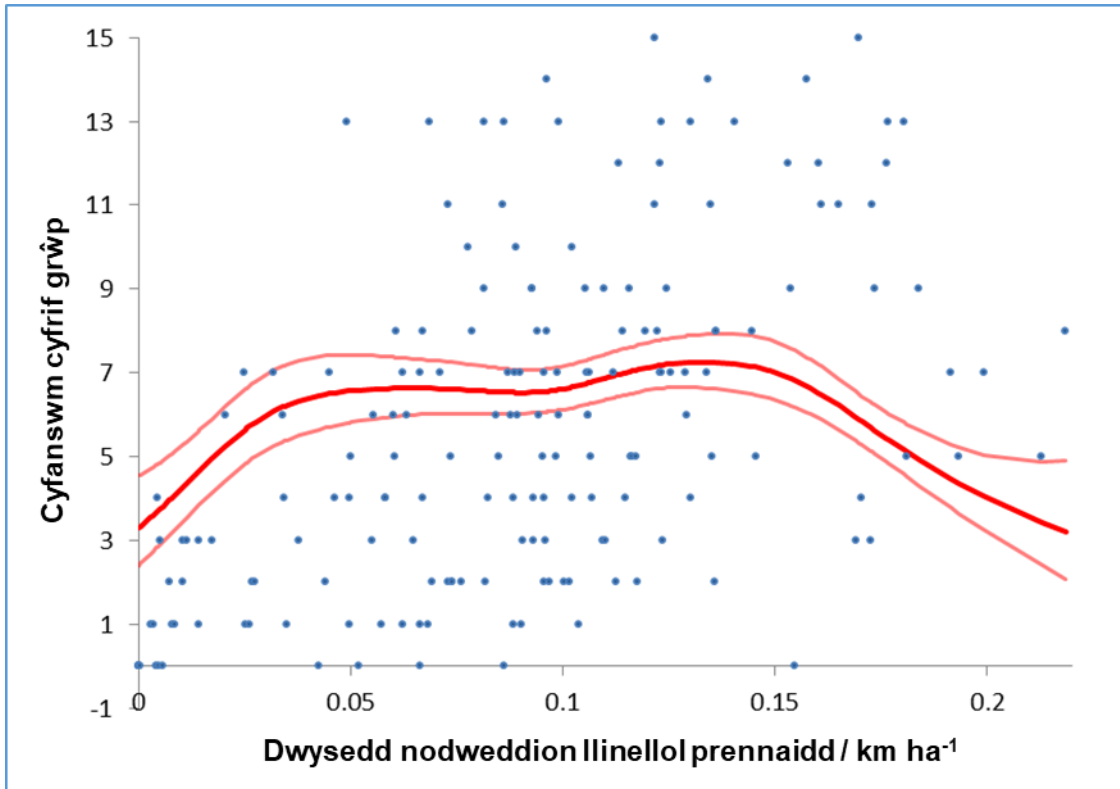


Fig. 9.1q Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Robin goch

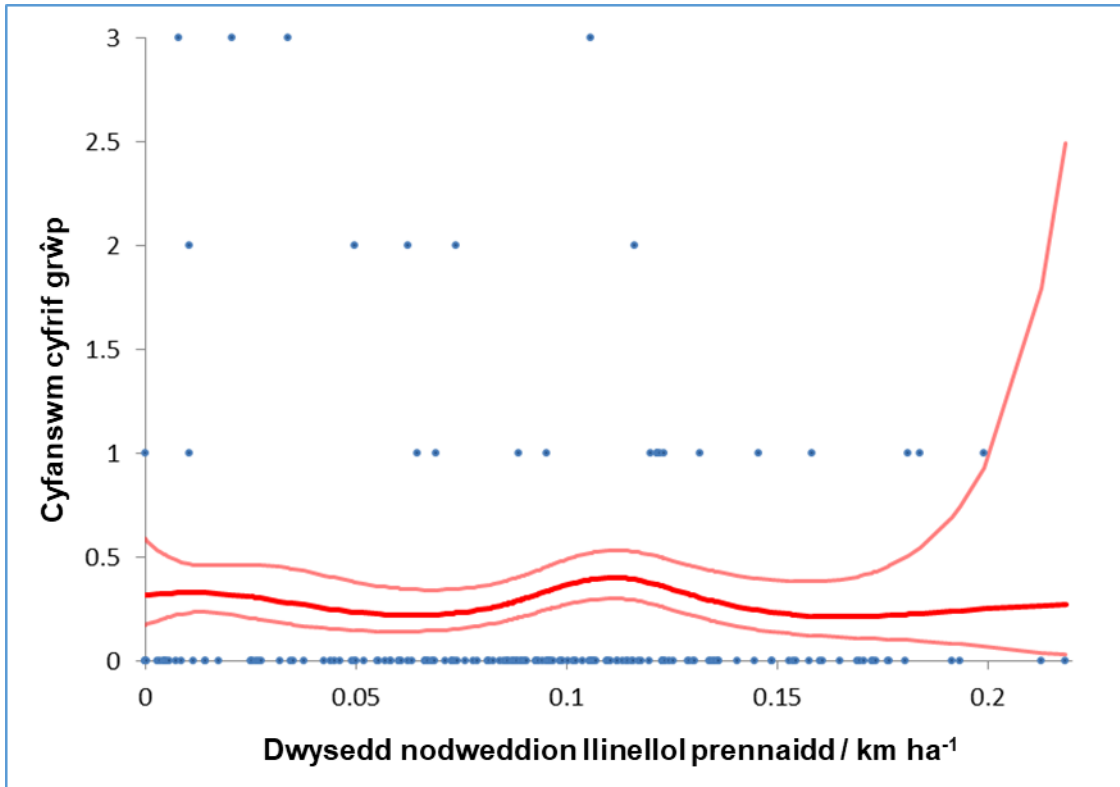


Fig. 9.1r Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Bras y cyrs

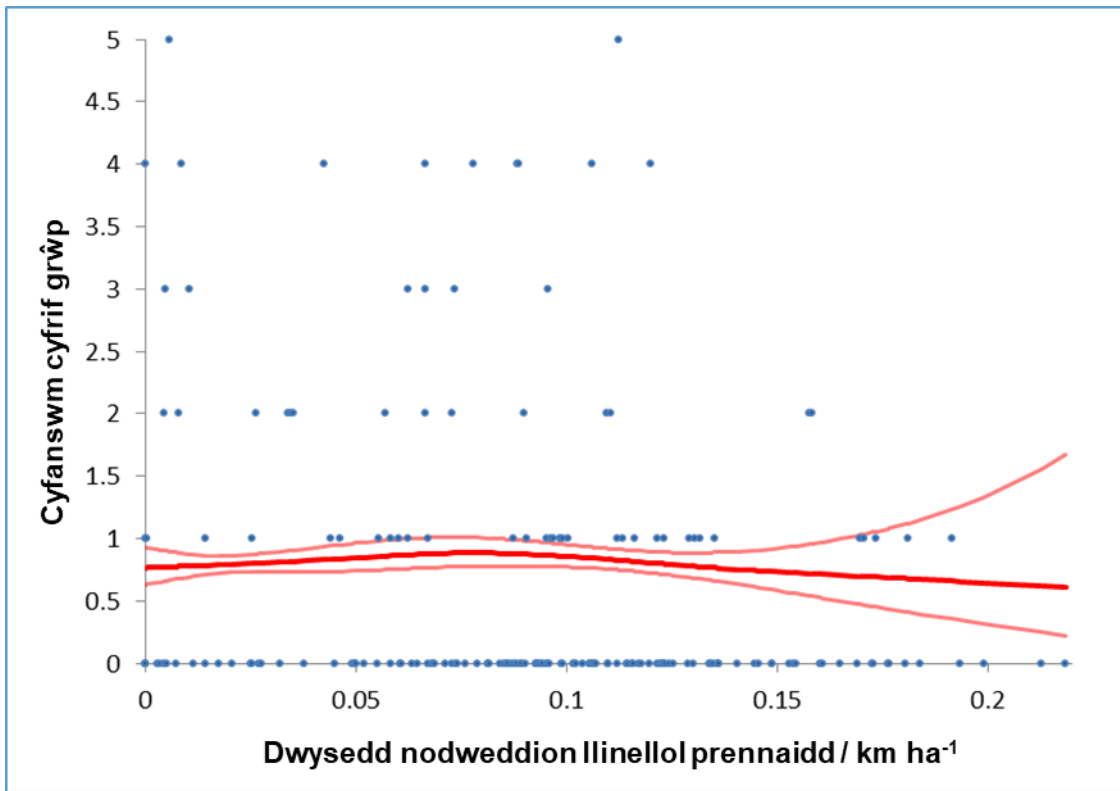


Fig. 9.1s Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Ehedydd

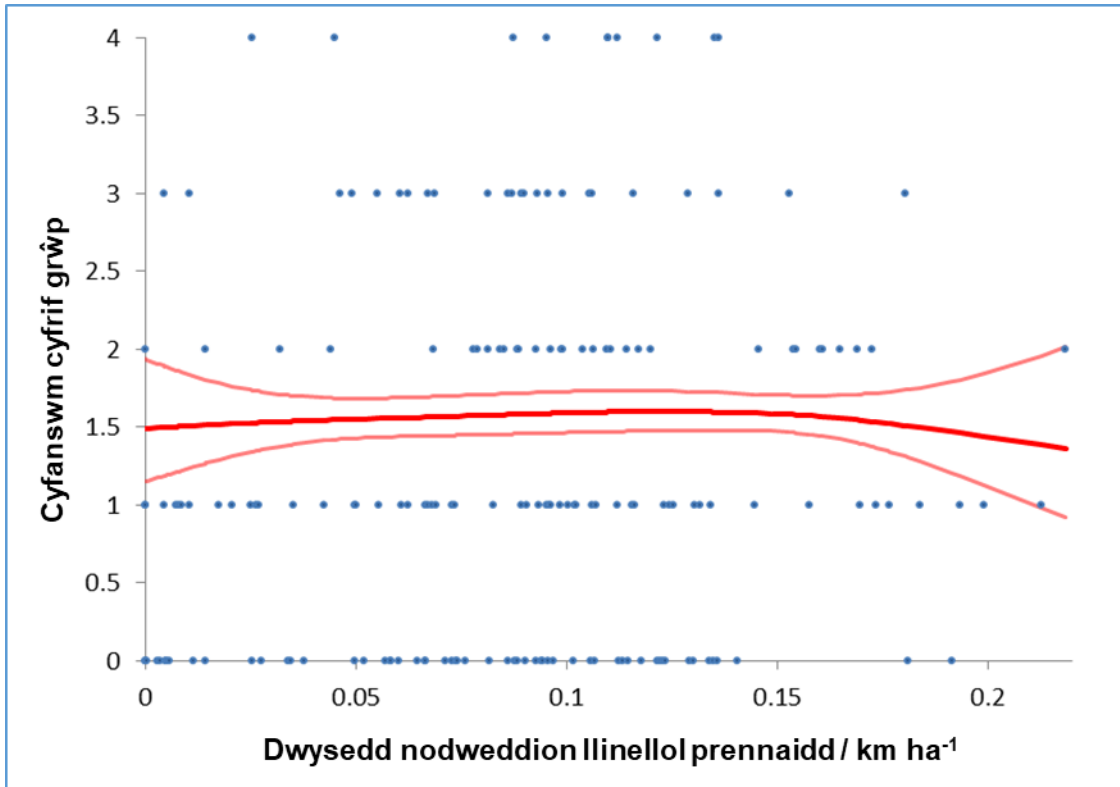


Fig. 9.1t Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Bronfraith

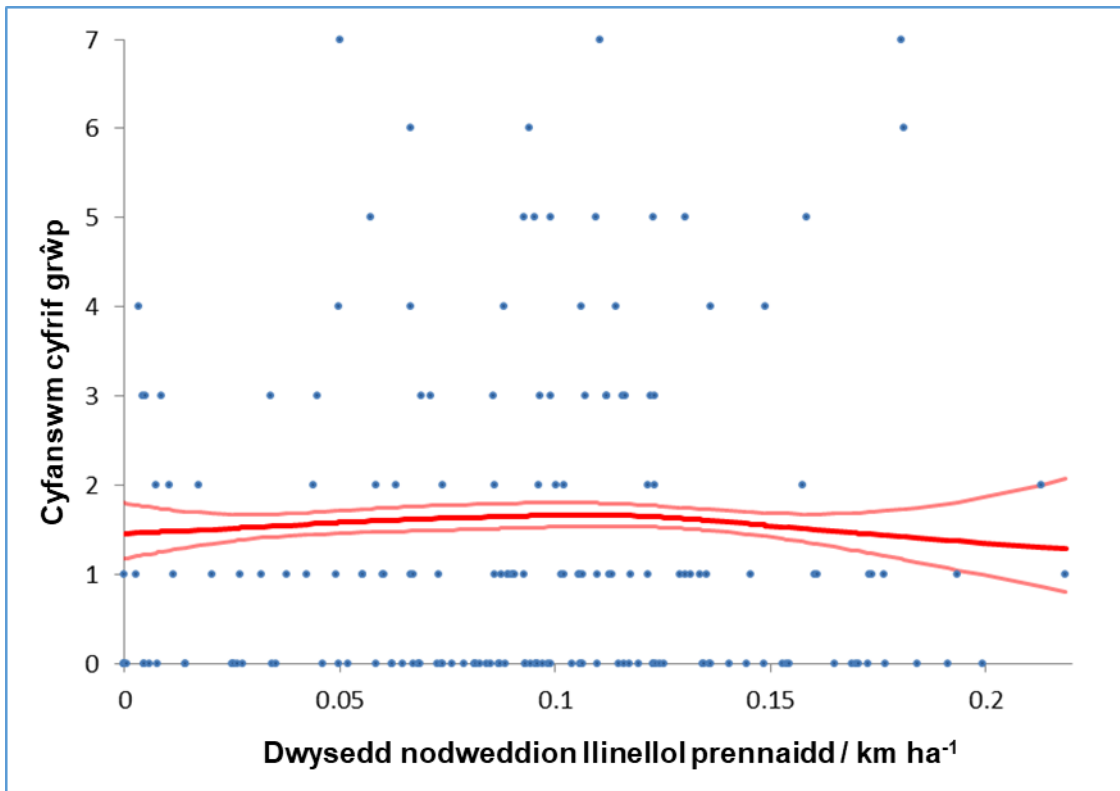


Fig. 9.1u Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Llwydfron

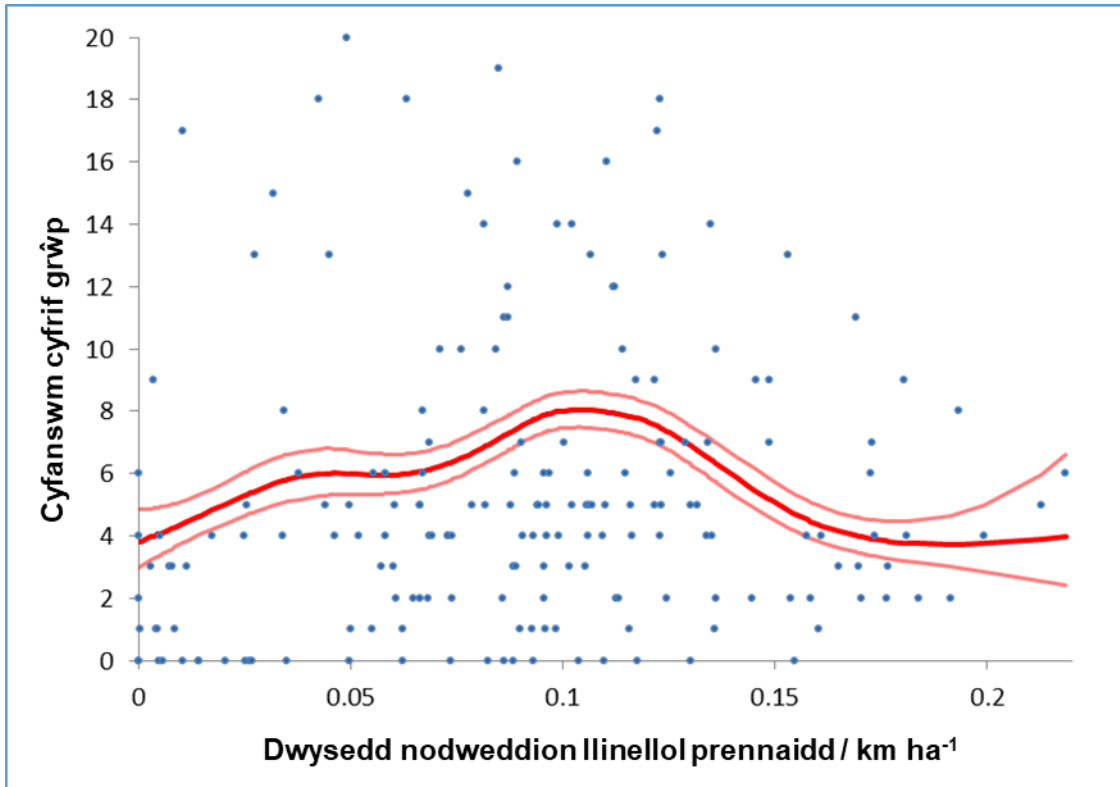


Fig. 9.1v Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Ysguthan

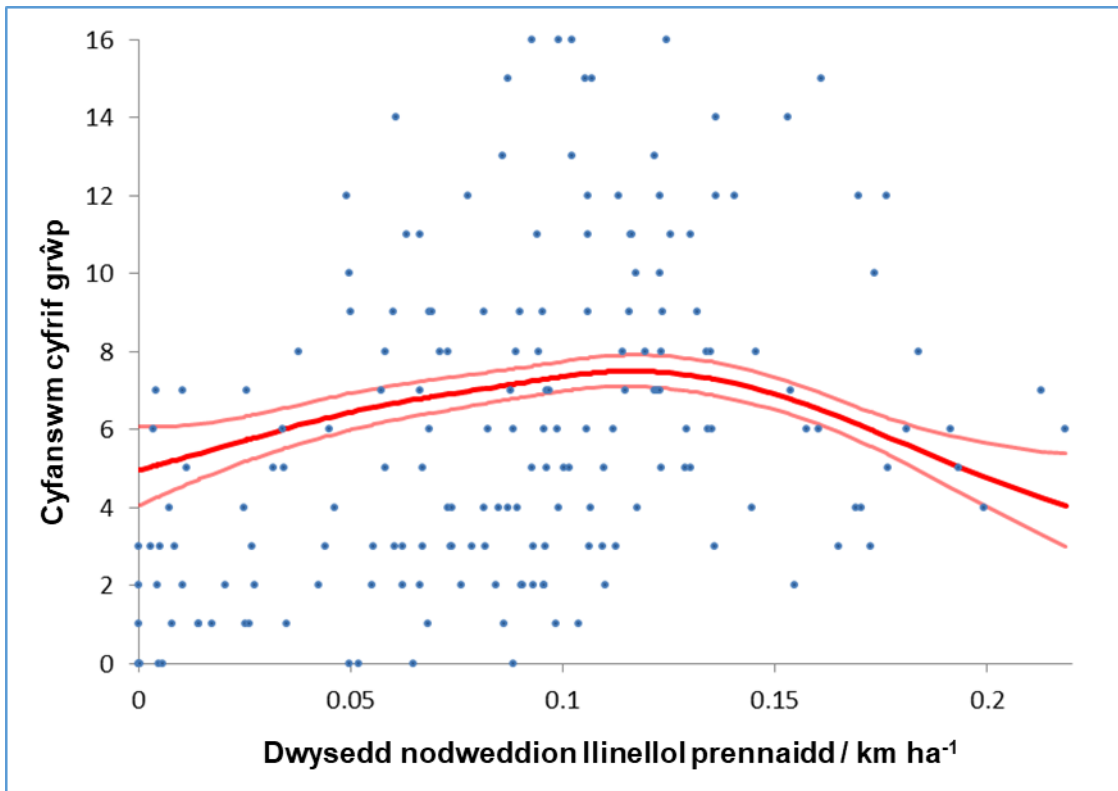


Fig. 9.1w Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Dryw

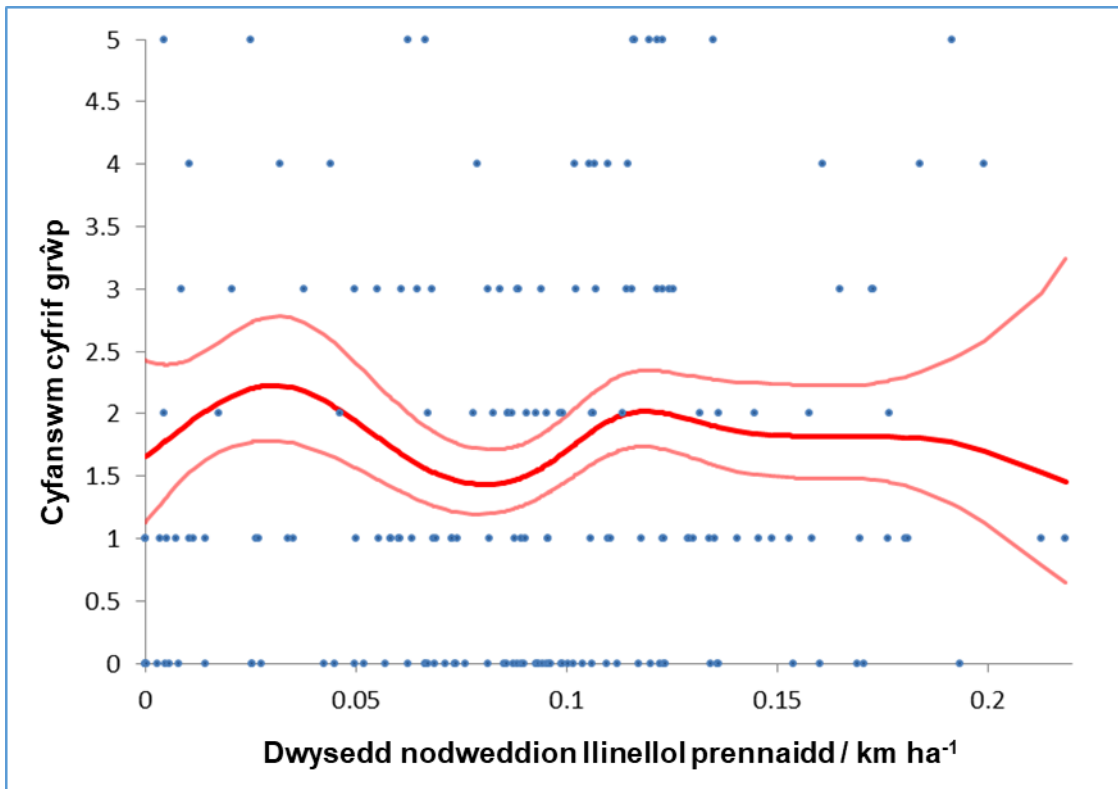
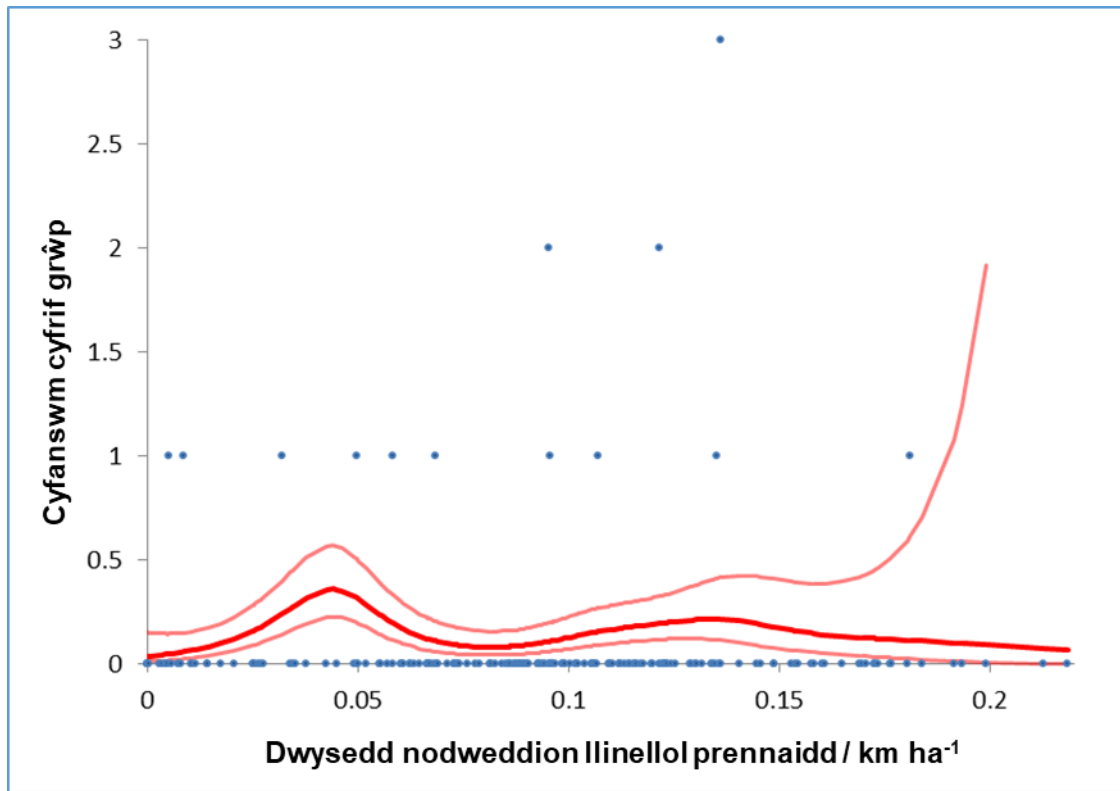


Fig. 9.1x Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Telor yr hesg



Ffig. 9.1y Ffit GAM heb reolydd yn y dirwedd ar gyfer rhywogaethau unigol: Bras melynras melyn

10 CYFEIRIADAU

Alison, J., Botham, M., Maskell, L.C., Garbutt, A., Seaton, F.M., Skates, J., Smart, S.M., Thomas, A.R.C., Tordoff, G., Williams, B.L., Wood, C.M., Emmett, B.A. (submitted) Woodland, cropland, hedgerows and flower cover underpin pollinator abundance in improved grassland landscapes.

Alison, J., Duffield, S. J., van Noordwijk, C. G. E., Morecroft, M. D., Marrs, R. H., Saccheri, I. J., & Hodgson, J. A. (2016). Spatial targeting of habitat creation has the potential to improve agri-environment scheme outcomes for macro-moths. *Journal of Applied Ecology*, 53, 1814–1822. doi: 10.1111/1365-2664.12750

Alison, J., Maskell, L.C., Smart, S.M., Feeney, C., Henrys, P.A., Botham, M., Robinson, D.A. & Emmett, B.A. (2020). Environment and Rural Affairs Monitoring & Modelling Programme (ERAMMP). ERAMMP Report-30: Analysis of National Monitoring Data in Wales for the State of Natural Resources Report 2020. Report to Welsh Government (Contract C210/2016/2017)(UK Centre for Ecology & Hydrology Project 06297)

Allouche, O., Kalyuzhny, M., Moreno-Rueda, G., Pizarro, M. & Kadmon, R. (2012). Area-heterogeneity tradeoff and the diversity of ecological communities. *Proc. Natl Acad. Sci.*, 109, 17495–17500.

Armstrong, E. (2016). Research Briefing of the National Assembly for Wales 16-053: The Farming Sector in Wales. Retrieved from http://www.assembly.wales/research_documents/16-053-farming-sector-in-wales/16-053-web-english2.pdf

Armstrong, E. (2016). Research Briefing of the National Assembly for Wales 16-053: The Farming Sector in Wales. http://www.assembly.wales/research_documents/16-053-farming-sector-in-wales/16-053-web-english2.pdf

Baker, D.J., Freeman, S.N., Grice, P.V. & Siriwardena, G.M. (2012) Landscape scale responses of birds to agri-environment management: a test of the English Environmental Stewardship scheme. *Journal of Applied Ecology* 49: 871-882.

Balbuena, M. S., Molinas, J., & Farina, W. M. (2012). Honeybee recruitment to scented food sources: Correlations between in-hive social interactions and foraging decisions. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66(3), 445–452. doi: 10.1007/s00265-011-1290-3

Batary, P., Baldi, A., Kleijn, D. and Tscharrntke, T. (2011). Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society - Series B*, 278, 1894-1902.

Ben Hur and Kadmon, 2020. Heterogeneity–diversity relationships in sessile organisms: a unified framework. *Ecology Letters* 23: 193–207

Benton, T.G., Vickery, J.A., Wilson, J.D., 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol.Evol.* 18 No.4 A. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011-9)

Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., ... Kunin, W. E. (2006). Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5785), 351–354. doi: 10.1126/science.1127863

Blonder, B., Morrow, C.B., Maitner, B., Harris, D.J., Lamanna, C., Violle, C., Enquist, B.J., Kerkhoff, A.J. 2018. New approaches for delineating n-dimensional hypervolumes. *Methods Ecol Evol.* ;9:305–319.DOI: 10.1111/2041-210X.12865

Brereton, T. M., Cruickshanks, K. L., Risely, K., Noble, D. G., & Roy, D. B. (2011). Developing and launching a wider countryside butterfly survey across the United Kingdom. *Journal of Insect Conservation*, 15(1–2), 279–290. doi: 10.1007/s10841-010-9345-8

- Broughton, R. K., Chetcuti, J., Burgess, M. D., Gerard, F. F., & Pywell, R. F. (2021). A regional-scale study of associations between farmland birds and linear woody networks of hedgerows and trees. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 310, 107300.
- Burnham KP, Anderson DR (2002) Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer, New York
- Carvalho, L. G., Kunin, W. E., Keil, P., Aguirre-Gutiérrez, J., Ellis, W. N., Fox, R., ... Biesmeijer, J. C. (2013). Species richness declines and biotic homogenisation have slowed down for NW-European pollinators and plants. *Ecology Letters*, 16, 870–878. doi: 10.1111/ele.12121
- Christmas, S., Bloomfield, B., Bradburn, H., Duff, R., Ereaut, G., Miskelly, K., ... Whiting, R. (2018). Pollinating insects: what do they mean to people and why does it matter? Report to Defra. Retrieved from http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=14215_PH0523_FinalReport.pdf
- Cleland, E., and Harpole, W. S. (2010). Nitrogen enrichment and plant communities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1195(1), 46.
- Concepción, E. D., Díaz, M., and Baquero, R. A. (2008). Effects of landscape complexity on the ecological effectiveness of agri-environment schemes. *Landscape Ecology*, 23(2), 135-148.
- Concepcion, E.D., Díaz, M., Kleijn, D., Baldi, A., Batary, P., Clough, Y., Gabriel, D., Herzog, F., Holzschuh, A., Knop, E. and Marshall, E.J.P., (2012). Interactive effects of landscape context constrain the effectiveness of local agri-environmental management. *Journal of Applied Ecology*, 49(3), pp.695-705.
- CLMS; Copernicus Land Monitoring Service (2019) High Resolution Layer Small Woody Features – 2015 reference year. Product Specifications & User Guidelines. <https://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/small-woody-features/small-woody-features-2015>
- Critchley C.N.R. & Fowbert J.A. (2000) Development of vegetation on set-aside land for up to nine years from a national perspective. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 79, 159-174
- Critchley, C.N.R., Burke, M.J.W. and Stevens, D.P. (2004). Conservation of lowland semi-natural grasslands in the UK: a review of botanical monitoring results from agri-environment schemes. *Biological Conservation*, 115(2), pp.263-278.
- Dadam, D., & Siriwardena, G.M. 2019. Agri-environment effects on birds in Wales: Tir Gofal benefited woodland and hedgerow species. *Agric. Ecosyst. Env.* 284, 106587.
- Davey, C.M., Vickery, J.A., Boatman, N.D., Chamberlain, D.E. & Siriwardena, G.M. 2010b. Entry Level Stewardship may enhance bird numbers in boundary habitats. *Bird Study* 57: 415-420.
- Davey, C.M., Vickery, J.A., Boatman, N.D., Chamberlain, D.E. Parry, H.R. & Siriwardena, G.M. 2010a. Assessing the impact of Entry Level Stewardship on lowland farmland birds in England. *Ibis*, 152: 459-474.
- Davies, A. (2012). Written statement - Glastir update. <https://gov.wales/written-statement-glastir-update-1>
- Deckers, B., Kerselaers, E., Gulinck, H., Muys, B., Hermy, M., 2005. Long-term spatiotemporal dynamics of a hedgerow network landscape in Flanders, Belgium. *Environ. Conserv.* 32 (1), 20–29.
- Emmett, B. A., & GMEP Team. (2013). An integrated ecological, social and physical approach to monitoring environmental change and land management effects: The Wales Axis II Monitoring and Evaluation Programme. *Aspects of Applied Biology*, 118, 31-39.

Emmett, B. A., & the GMEP team. (2014). Glastir Monitoring & Evaluation Programme. First Year Annual Report to Welsh Government (Contract reference: C147/2010/11). NERC/Centre for Ecology & Hydrology (CEH Project: NEC04780). Retrieved from <https://gmep.wales/resources>

Emmett, B. A., & the GMEP team. (2017). Glastir Monitoring & Evaluation Programme. Final Report to Welsh Government. Contract reference: C147/2010/11. NERC/Centre for Ecology & Hydrology (CEH Projects: NEC04780/NEC05371/NEC05782). Retrieved from <https://gmep.wales/resources>

Fox, R., Oliver, T. H., Harrower, C., Parsons, M. S., Thomas, C. D., & Roy, D. B. (2014). Long-term changes to the frequency of occurrence of British moths are consistent with opposing and synergistic effects of climate and land-use changes. *Journal of Applied Ecology*, 51(4), 949–957. doi: 10.1111/1365-2664.12256

Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J., & Vaissière, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68(3), 810–821. doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014

Graham, L., Gaulton, R., Gerard, F., Staley, J.T. 2018. The influence of hedgerow structural condition on wildlife habitat provision in farmed landscapes. *Biological Conservation* 220, 122–131

Heard, M. S., Carvell, C., Carreck, N. L., Rothery, P., Osborne, J. L., & Bourke, A. F. G. (2007). Landscape context not patch size determines bumble-bee density on flower mixtures sown for agri-environment schemes. *Biology Letters*, 3(6), 638–641. doi: 10.1098/rsbl.2007.0425

Heidrich, L., Bae, S., Levick, S. et al. Heterogeneity–diversity relationships differ between and within trophic levels in temperate forests. *Nat Ecol Evol* (2020). <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1245-z>

Hilty, J. A., W. Z. Lidicker Jr., and A. M. Merenlender. 2006. *Corridor ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation*. Island Press, Covelo, California.

Jackson, D. L. (2000). Guidance on the interpretation of the Biodiversity Broad Habitat Classification (terrestrial and freshwater types): Definitions and the relationship with other habitat classifications. JNCC Report No. 307. JNCC, Peterborough, ISSN 0963-8091. Retrieved from <https://hub.jncc.gov.uk/assets/0b7943ea-2eee-47a9-bd13-76d1d66d471f>

Jones, L., Brennan, G. L., Lowe, A., Creer, S., Ford, C. R., & de Vere, N. (2021). Shifts in honeybee foraging reveal historical changes in floral resources. *Communications Biology*, 4(1). doi: 10.1038/s42003-020-01562-4

Keenleyside, C.B., Maskell, L., Smart, S.M., Siriwardena, G.M. (2020). Environment and Rural Affairs Monitoring & Modelling Programme (ERAMMP): Report 25: Report to Welsh Government (Contract C210/2016/2017)(Centre for Ecology & Hydrology Project NEC06297)

Kleijn, D., Rundlöf, M., Scheper, J., Smith, H.G., Tscharntke, T., (2011). Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends Ecol. Evol.* 26, 474–81. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.05.009>

Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. doi: 10.1098/rspb.2006.3721

Krebs, J.R., Wilson, J.D., Bradbury, R.B. & Siriwardena, G.M. 1999. The second silent spring? *Nature*, 400: 611–612.

Litza, K. & Diekmann, M. 2020. The effect of hedgerow density on habitat quality distorts species-area relationships and the analysis of extinction debts in hedgerows. *Landscape Ecol* (2020) 35:1187–1198 <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01009-5>

MacArthur, R.H. 1965. Patterns of species diversity *Biol. Rev.* 40. 510-533

Marrs, R.H., Grace, J.B. and Gough. L. 1996. On the Relationship between Plant Species Diversity and Biomass: A Comment on a Paper by Gough, Grace and Taylor. *Oikos*, Mar., 1996, Vol. 75, No. 2, pp. 323-326

Maskell 2020 soNaRR- think I meant Alison

Maskell, L. C., M. Botham, P. Henrys, S. Jarvis, D. Maxwell, D. A. Robinson, C. S. Rowland, G. Siriwardena, S. Smart, J. Skates, E. J. Tebbs, G. M. Tordoff, and B. A. Emmett. 2019. Exploring relationships between land use intensity, habitat heterogeneity and biodiversity to identify and monitor areas of High Nature Value farming. *Biological Conservation* 231:30–38.

Natural England. (2009). Agri-environment schemes in England 2009: A review of results and effectiveness. NE194. URL <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/46002>.

Perović, D., Gámez-Virués, S., Börschig, C., Klein, A.M., Krauss, J., Steckel, J., et al., 2018. Configurational landscape heterogeneity shapes functional community composition of grassland butterflies. *J. Appl. Ecol.* 52, 505–513. doi:10.1111/1365-2664.12394

Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., ... Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220–229. doi: 10.1038/nature20588

Powney, G. D., Carvell, C., Edwards, M., Morris, R. K. A., Roy, H. E., Woodcock, B. A., & Isaac, N. J. B. (2019). Widespread losses of pollinating insects in Britain. *Nature Communications*, 10(1), 1–6. doi: 10.1038/s41467-019-08974-9

Redhead, J. W., Hinsley, S. A., Beckmann, B. C., Broughton, R. K., & Pywell, R. F. (2018). Effects of agri-environmental habitat provision on winter and breeding season abundance of farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 251, 114-123.

Redhead, J. W., Pywell, R. F., Bellamy, P. E., Broughton, R. K., Hill, R. A., & Hinsley, S. A. (2013). Great tits *Parus major* and blue tits *Cyanistes caeruleus* as indicators of agri-environmental habitat quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 178, 31-38.

Rosenzweig, M.L. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, New York. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511623387>

Scheper, J., Holzschuh, A., Kuussaari, M., Potts, S.G., Rundlöf, M., Smith, H.G., Kleijn, D., (2013). Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss – a meta-analysis. *Ecol. Lett.* 16, 912–920.

Siriwardena, G.M., Cooke, I.R. & Sutherland, W.J. 2012. Landscape, cropping and field boundary influences on bird abundance. *Ecography* 35: 162–173.

Smart, S. M., Astbury, S., August, T., Botham, M., Cooper, J., Emmett, B. A., ... Dadam, D. (2015). Glastir Monitoring and Evaluation Programme. Second Year Annual Report to Welsh Government. Chapter 5: Biodiversity. (Contract reference: C147/2010/11). NERC/Centre for Ecology & Hydrology (CEH Project: NEC04780). Retrieved from <https://gmep.wales/resources>

Smart, S. M., Thompson, K., Marrs, R. H., Le Duc, M. G., Maskell, L. C., & Firbank, L. G. (2006). Biotic homogenization and changes in species diversity across human-modified ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1601), 2659-2665.

Staley, J.T., Bullock, J.M., Baldock, K.C.R., Redhead, J.W., Hooftman, D.A.P., Button, N., Pywel, R.F., 2013. Changes in hedgerow floral diversity over 70 years in an English rural landscape, and the impacts of management. *Biol. Conserv.* 167, 97–105.

Stein, A. and Kreft 2015. Terminology and quantification of environmental heterogeneity in species-richness research *Biol. Rev.*, 90, pp. 815–836. 815 doi: 10.1111/brv.12135

Thomas, J. A., Telfer, M. G., Roy, D. B., Preston, C. D., Greenwood, J. J. D., Asher, J., ... Lawton, J. H. (2004). Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. *Science*, 303(5665), 1879–1881. doi: 10.1126/science.1095046

Török, P., Vida, E., Deák, B., Lengyel, S. and Tóthmérész, B., 2011. Grassland restoration on former croplands in Europe: an assessment of applicability of techniques and costs. *Biodiversity and Conservation*, 20(11), pp.2311-2332.

Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8(8), 857–874. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>

Tsiourus, S., Marshall, E.J.P., 1998. Observations on patterns of granular fertiliser deposition beside hedges and it's likely effects on the botanical composition of field margins. *Ann. Appl. Biol.* 132, 115–127.

Wood Claire M.; Bunce Robert G.H.; Norton Lisa R.; Maskell Lindsay C.; Smart Simon M.; Scott W. Andrew; Henrys Peter A.; Howard David C.; Wright Simon M.; Brown Michael J.; Scott Rod J.; Stuart Rick C.; Watkins John W.; , 2017, Ecological landscape elements: long-term monitoring in Great Britain, the Countryside Survey 1978-2007 and beyond. *Earth System Science Data Discussions*

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

www.erammp.cymru

www.erammp.wales