Rhif 33 | Hydref 2021 | ISSN 1741-4261

Gwerddon

Cyfnodolyn Academaidd Cymraeg

Golygydd: Dr Anwen Jones

Cyhoeddwyd gyda chymorth: Coleg Cymraeg Cenedlaethol

Rhif 33 | Hydref 2021 | ISSN 1741-4261

Gwerddon

Cyfnodolyn Academaidd Cymraeg

Golygydd: Dr Anwen Jones

Bwrdd Golygyddol

Golygydd:	Dr Anwen Jones, Prifysgol Aberystwyth
Is-Olygydd:	Dr Hywel M. Griffiths, Prifysgol Aberystwyth
Cynorthwywyr Golygyddol:	Mari Fflur, Dr Angharad Watkins, Lois McGrath a Delyth Ifan
Cadeirydd y Bwrdd Golygyddol:	Dr Paula Roberts, Prifysgol Bangor
Aelodau'r Bwrdd Golygyddol:	Dr Sarah Cooper, Prifysgol Bangor
	Dr Gwennan Higham, Prifysgol Abertawe
	Dr Rhian Hodges, Prifysgol Bangor
	Dr Sioned Vaughan Hughes, Prifysgol Cymru y Drindod Dewi Sant
	Yr Athro Philip Jonathan, Prifysgol Caerhirfryn
	Yr Athro Rhys Jones, Prifysgol Aberystwyth
	Yr Athro R. Gwynedd Parry, Prifysgol Abertawe
	Yr Athro Simon Ward, Prifysgol Caerdydd
	Yr Athro Ioan M. Williams
	Dr Kelly Young, Prifysgol Metropolitan Caerdydd

E-gyfnodolyn academaidd cyfrwng Cymraeg yw *Gwerddon*. Y mae'n cyhoeddi ymchwil ysgolheigaidd yn y Gwyddorau, y Celfyddydau a'r Dyniaethau. Cyhoeddir *Gwerddon* ar y we o leiaf ddwywaith y flwyddyn. Arfernir cyfraniadau gan arbenigwyr yn y meysydd perthnasol yn y modd arferol. Ceir gwybodaeth lawn am amcanion, polisïau golygyddol, canllawiau i awduron a chanllawiau i arfarnwyr ar y wefan: www.gwerddon.cymru

Cyllidir *Gwerddon* gan y Coleg Cymraeg Cenedlaethol.

Cysylltwch â *Gwerddon* drwy e-bostio gwybodaeth@gwerddon.cymru neu drwy'r post: Gwerddon, Coleg Cymraeg Cenedlaethol, Y Llwyfan, Heol y Coleg, Caerfyrddin, SA31 3EQ.

ISSN 1741-4261

Hawlfraint *Gwerddon*
www.gwerddon.cymru

Cynnwys

Golygyddol 5

Elen Ifan, ‘Astudiaethau cerddo-lenyddol yng Nghymru: y diffyg a’r galw’ 6

Carwyn Jones, Meilyr Jones a Daisie Mayes, ‘Adnabod y peryglon – dadansoddiad cychwynnol o gamblo ymysg myfyrwyr chwaraeon’ 33

Hywel T. Evans a C. Aled Isaac, ‘Cronni plasma o bositronau’ 55

Philip Jonathan, ‘Cynrychioliad amharamedrig ar gyfer cyd-newidynnau amlddimensiynol mewn model gwerthoedd eithaf, â chymhwysiad eigionegol’ 68

Cyfranwyr 85

Golygyddol

Dr Anwen Jones

Croeso i rifyn Hydref 2021 o *Gwerddon*. Braf cyhoeddi a chroesawu rhifyn yr hydref wrth i ni gychwyn ar dymor newydd sy'n cynnig gobaith bod goleuni ar ddiwedd y twnnel a dywyllodd y flwyddyn a hanner ddiwethaf. Hyderwn y bydd modd dychwelyd, yn ddiogel, gam wrth gam, at rai o'r arferion cymdeithasol a diwylliannol hynny sy'n rhoi modd i fyw, ac sydd wedi encilio dan ddylanwad Covid. Beth bynnag a fu a beth bynnag a ddaw, mae *Gwerddon* wedi parhau i'n gwasanaethu trwy gyfnod argyfwng Covid, ac mae arlwy'r rhifyn diweddaraf hwn yn nodweddiadol o lwyddiant y cyfnodolyn i ddod ag ystod eang o ddisgyblaethau tra gwahanol at ei gilydd mewn disgwrs ysgolheigaidd gynhwysfawr ac amlochrog.

Mae'r erthygl agoriadol gan Elen Ifan yn ein cyflwyno i faes astudiaeth newydd yng nghyd-destun Cymru yn ogystal ag yn rhyngwladol; Astudiaethau cerddo-lenyddol. Dyma erthygl gyfoes sy'n cynnig trosolwg o ddatblygiad y cyw faes hwn i ddisgwrs am lenyddiaeth ac am gerddoriaeth yng Nghymru. Mae'r gwaith yn gosod nod newydd i dirlun disgwrs academaidd trwy gyfrwng y Gymraeg a'r Saesneg, ac yn parhau traddodiad *Gwerddon* i gymell trafodaethau ysgolheigaidd, rhyngwladol a blaengar yn y Gymraeg. Mae'r ail gyfraniad yn ein tywys eto i fyd ac i faes sy'n fythol gyfoes, sef gamblo. Mae ffocws penodol erthygl Jones, Jones a Mayes ar brofiad myfyrwyr chwaraeon yn ei gwneud yn ingol o berthnasol ac yn amlygu'r cyfraniad y gall ysgolheictod ei wneud i agenda iechyd a lles cyhoeddus.

Aiff cyfraniad Evans ac Isaac â ni ar ein pennau i faes ac i fethodoleg gwahanol wrth iddynt draethu ar y broses o gronni plasma o bositronau. Eto, mae'r ymgais i astudio gwrthfater er mwyn egluro cyfansoddiad y bydysawd o safbwynt ffisegol yn berthnasol iawn i'r her sydd ar waith yn y ddwy erthygl flaenorol, sef yr ymdrech i fynd i'r afael â'r berthynas rhwng elfennau gwahanol, gwrthgyferbyniol ar ein profiad. Trin a thrafod dulliau o ddehongli, darllen a dogfennu dwysedd tymhestloedd ar yr eigion a wna cyfraniad difyr Philip Jonathan. Mae cael cyhoeddi cyfraniad cyfrwng Cymraeg mewn maes mor arbenigol, a hynny gan ysgolor sy'n byw ac yn gweithio y tu allan i Gymru, yn wefreiddiol ac yn fan cychwyn newydd i *Gwerddon.*

Diolch i'r holl gyfranwyr am gael clywed eu lleisiau ysgolheigaidd, athrylithgar mewn cyfnodolyn Cymraeg. Mwynhewch y darllen.

Astudiaethau cerddo-lenyddol yng Nghymru: y diffyg a'r galw

Dr Elen Ifan

Ysgol y Gymraeg, Prifysgol Caerdydd

Cyflwynwyd: 21 Ionawr 2021; Derbyniwyd: 15 Mehefin 2021

Crynodeb: Yn yr erthygl hon, ceir trosolwg beirniadol o faes ymchwil astudiaethau geiriau a cherddoriaeth, neu astudiaethau cerddo-lenyddol, yng Nghymru. Mae'r maes hwn yn ymdrin â'r berthynas rhwng llenyddiaeth a cherddoriaeth yn ei amryw ffyrdd. Cwmpas yr erthygl hon yw astudiaethau beirniadol a gyhoeddwyd yn ystod ail hanner yr ugeinfed ganrif yn y Gymraeg, a'r bwriad yma yw cyflwyno'r prif weithiau a syniadau dylanwadol, gan gydnabod hefyd nad yw'n bosib ymdrin â phob cyhoeddiad yn yr astudiaeth bresennol. Gosodir y maes yn ei gyd-destun beirniadol drwy ddarparu amlinelliad o'r ddisgyblaeth yn ehangach, a chynigir trywyddau ymchwil posib ar gyfer datblygu a ffurfioli'r maes yng Nghymru.

Allweddeiriau: astudiaethau geiriau a cherddoriaeth; llenyddiaeth Gymraeg; cerddoriaeth; astudiaethau cerddo-lenyddol; ugeinfed ganrif; cerddoriaeth draddodiadol; emynyddiaeth; cerddoriaeth boblogaidd.

Musico-literary studies in Wales: omissions and opportunities

Summary: This article provides a critical overview of word and music studies, or musico-literary studies, in Wales. This field of study investigates the relationship between literature and music in its various forms. The scope of this article encompasses critical works published in the second half of the twentieth century in Welsh and aims to discuss the main ideas and works of significance or influence, whilst recognising that it is not possible to refer to each individual publication in a single overview. The field of study in Wales is placed in a critical context with an overview of the main points of interest in the wider discipline, and the article also identifies areas for further research in the field in Welsh.

Keywords: word and music studies; Welsh literature; music; musico-literary studies; twentieth century; traditional music; hymnology; popular music.

Coleg Cymraeg Cenedlaethol
ISSN: 1741-4261
http://gwerddon.cymru

Mewn diwylliant sy'n gosod cymaint o bwyslais ar gerddoriaeth a chanu a'r diwylliant Cymreig, mae'n drawiadol mai prin yw'r ymdriniaethau academaidd â maes geiriau a cherddoriaeth, neu *word and music studies*. Dyma ddisgyblaeth sy'n ffynnu ar draws y byd, fel y tystia cyhoeddiadau a chynadleddau cyson yr International Association for Word and Music Studies, a chyfrol neilltuol yr *Edinburgh Companion* yn ddiweddar.[1] Bwriad yr erthygl hon yw cynnig trosolwg beirniadol o faes ymchwil geiriau a cherddoriaeth yng Nghymru gan geisio casglu ynghyd, am y tro cyntaf, yr hyn sydd wedi'i gyhoeddi yn y Gymraeg yn y maes. Ni ellir honni bod yr arolwg hwn yn un hollol gyflawn: am resymau gofod yn bennaf, nid yw'n bosib archwilio pob erthygl neu astudiaeth yn unigol, ond hyderir bod yr hyn sy'n dilyn yn gynrychiolaeth deg o'r math o waith sydd wedi'i wneud eisoes.[2] Y gobaith yw dechrau trafodaeth ar y maes hwn yn y Gymraeg, gan gymryd camau tuag at ei ffurfioli yng Nghymru, a thrwy wneud hynny gynnig ambell drywydd y gellid ei ddilyn ymhellach.

Mae astudiaethau geiriau a cherddoriaeth – *word and music studies*, *musico-literary studies*, *musico-poetics* neu *melopoetics*, a nodi'r amryw ffyrdd y cyfeirir at y ddisgyblaeth – yn gymharol newydd o ran ei sefydlu yn y byd academaidd. Mae'r termau gwahanol hyn yn dyst i'r ffaith mai maes sy'n datblygu sydd dan sylw yma. Mae gwahanol academyddion yn ffafrio gwahanol dermau, ond mae'r termau a nodir uchod oll yn safonol ac yn dderbyniol. Y tueddiad yw i'r rheiny sy'n defnyddio *melo-* neu *musico-poetics* ganolbwyntio ar agweddau cerddolegol ar y berthynas rhwng y ddwy gelfyddyd, fel y mae'r gair yn ei awgrymu: mae'r *melo-* yn cyfeirio at alaw, a'r term ei hun yn ein hatgoffa o *melopoeia*, 'the art of composing melody'.[3] Mae *poetics*, yn achos y term hwn, yn cyfeirio at yr agwedd lenyddol, sy'n cwmpasu ffurfiau megis barddoniaeth, *libretti* a geiriau caneuon. Term mwy hygyrch na *melopoetics*, efallai, yw *word and music studies*, sydd hefyd wedi'i ffurfioli gan yr International Association for Word and Music Studies, corff sy'n cyhoeddi rhai o brif gyfrolau'r maes. Mae *musico-literary studies* yn derm cyffredinol arall sy'n dueddol o gael ei ddefnyddio'n gyfystyr â *word and music studies*. Wrth drafod y maes drwy gyfrwng y Gymraeg, felly, mae'r awdur presennol yn cynnig 'astudiaethau geiriau a cherddoriaeth' neu, yn fwy cynnil, 'astudiaethau cerddo-lenyddol'. Defnyddir y ddau derm yn yr erthygl hon.

Cyn trafod astudiaethau cerddo-lenyddol yng Nghymru, priodol yn gyntaf fyddai amlinellu'r ddisgyblaeth a'i datblygiad yn fwy cyffredinol. Tad y maes cerddo-lenyddol oedd Calvin S. Brown, ymchwilydd â'i wreiddiau ym maes Astudiaethau Cymharol.[4] Yn 1948,

---

[1] 'The International Association for Word and Music Studies' (2020), *The International Association for Word and Music Studies*, <http://www.wordmusicstudies.net/index.html> [Cyrchwyd: 7 Rhagfyr 2020]; da Sousa Correa, D. (gol.) (2020), *The Edinburgh Companion to Literature and Music* (Edinburgh: Edinburgh University Press).

[2] Dymuna'r awdur ddiolch yn arbennig i Dr Siwan Rosser am ei sylwadau craff ar ddrafft o'r erthygl hon, am y drafodaeth werthfawr ac am ei hawgrymiadau am lyfryddiaeth ym maes baledi a cherddoriaeth draddodiadol.

[3] OED Online (2020), *"melopoeia, n."* <https://www-oed-com.abc.cardiff.ac.uk/view/Entry/116266#eid37204798> [Cyrchwyd: 26 Mehefin 2020].

[4] Bernhart, W. (2015), 'A Profile in Retrospect: Calvin S. Brown as a Musico-Literary Scholar (2000)', yn Wolf, W. (gol.), *Essays on Literature and Music (1985–2013) by Walter Bernhart* (Leiden and Boston: Rodopi), t. 211.

cyhoeddwyd un o'i brif gyfraniadau, sef y gyfrol *Music and Literature: A Comparison of the Arts*. Noda ei fwriad yn ei ragarweiniad:

> This book was written with the hope that it might open up a field of thought which has not yet been systematically explored [...] there has been no survey of the entire field. This book attempts to supply such a survey.[5]

Yn *Music and Literature*, trafoda Brown y tebygrwydd a'r gwahaniaethau rhwng llenyddiaeth a cherddoriaeth, ac mae'n cyflwyno nifer o syniadau pwysig a fu'n ddylanwadol, megis yr ymgais i adlewyrchu ffurf gerddorol (e.e. ffiwg, rondo, sonata) mewn testun llenyddol.[6] Ceir hefyd drafodaeth ganddo ar wahanol ddulliau gosod testun i gerddoriaeth: *literal* a *dramatic*.[7] Ymgais gan y gerddoriaeth i ail-greu ystyr ambell air penodol o'r testun yw gosodiad llythrennol (byddai llinell gerddorol yn esgyn i nodau uchel wrth i'r geiriau ddisgrifio aderyn yn hedfan yn enghraifft o hyn), tra bod gosodiad dramatig yn fwy cyd-destunol ei ymdriniaeth, gan geisio adlewyrchu naws y testun yn ei gyfanrwydd drwy gyfrwng y gerddoriaeth.[8] Parhaodd Brown i gyfrannu at y maes wedi i'r gyfrol hon ymddangos, er enghraifft drwy lunio arolwg o astudiaethau cerddo-lenyddol yn 1970, gan gynnig, yn ei eiriau ei hun, '[a] systematic view of the field'.[9] Yn yr un flwyddyn, cyhoeddodd drosolwg arall o'r pwnc gan ddadlau dros werth a dilysrwydd astudiaethau cerddo-lenyddol fel maes academaidd.[10] Un o'i brif gŵynion oedd diffyg methodoleg, a'r modd y byddai academyddion yn cyhoeddi ar berthynas llenyddiaeth a cherddoriaeth heb wybodaeth ddigonol o'r naill ddisgyblaeth na'r llall – a heb fethodoleg bendant. Meddai, 'there is no official point of view and no standard methodology. The entire field of study remains essentially individual and unorganized'.[11] Dyma, felly, oedd un o brif amcanion Brown, sef gosod canllawiau pendant ar gyfer ysgolheigion a oedd yn bwriadu gweithio yn y maes hwn.

Un a ddatblygodd yr agwedd hon ar y maes oedd Steven P. Scher, sydd wedi'i ddisgrifio fel 'mastermind' yn sgil ei rôl yn natblygiadau astudiaethau geiriau a cherddoriaeth yn ystod ail hanner yr ugeinfed ganrif.[12] Bathodd y term dylanwadol 'composed reading', sy'n cyfeirio at y cysyniad bod cyfansoddwr, wrth osod darn o farddoniaeth ar gân, yn cynnig 'darlleniad' beirniadol o'r testun hwnnw drwy gyfrwng y gerddoriaeth.[13] Dyfeisiodd hefyd

---

[5] Brown, C. S. (1948), *Music and Literature: A Comparison of the Arts* (Athens, GA: University of Georgia Press), t. xi.
[6] ibid.
[7] ibid.
[8] ibid., t. 62.
[9] Brown, C. S. (1970), 'The Relations Between Music and Literature as a Field of Study', *Comparative Literature*, 22 (2), tt. 19, 102.
[10] Brown, C. S. (2000), 'Musico-Literary Research in the Last Two Decades', yn Cupers, J. a Weisstein, U. (goln), *Musico-Poetics in Perspective: Calvin S. Brown in Memoriam* (Amsterdam: Rodopi), t. 202.
[11] ibid.
[12] Bernhart, W. (2015), 'Masterminding Word and Music Studies: A Tribute to Steven P. Scher', yn Wolf (gol.), *Essays on Literature and Music (1985–2013)*, t. 281.
[13] ibid., t. 284.

system o gategorïau er mwyn dosrannu'r maes, sef model teiran ar gyfer ymdrin â gweithiau cerddo-farddonol: 'music and literature, literature in music and music in literature'.[14] Mae categori cyntaf Scher, 'music and literature', yn cynnwys gweithiau sy'n gyfuniad o'r ddwy gelfyddyd. Cerddoriaeth leisiol, sef caneuon ac operâu, yw cynnwys y categori hwn: unrhyw enghraifft lle y mae geiriau'n cael eu canu neu'n ymddangos gyda cherddoriaeth ynghlwm.[15] I Scher, mae cynnwys yr ail gategori, 'literature in music', yn gyfystyr â'r hyn a elwir yn 'program music', sef cerddoriaeth offerynnol sy'n ceisio cyfleu ystyr naratif penodol: mae 'symphonic poems', neu 'tone poems', cyfansoddwyr fel Franz Liszt a Bedřich Smetana, yn enghraifft o'r *genre* cerddorol hwn.[16] Mae 'music in literature', sef categori olaf Scher, yn gategori sy'n cyfeirio at weithiau llenyddol yn unig: dyma weithiau sydd, mewn rhyw ffordd neu'i gilydd, yn defnyddio neu'n ceisio atgynhyrchu nodweddion cerddorol.[17] Yn y grŵp hwn, ceir enghreifftiau o farddoniaeth sy'n efelychu ffurfiau cerddorol fel rondo neu ffiwg, ynghyd â'r hyn a elwir gan Scher yn 'word music or pure poetry', barddoniaeth sy'n ystyried bod sain y geiriau yr un mor bwysig, os nad yn fwy felly, na'u hystyr.[18] Mae Scher hefyd yn cynnwys 'verbal music' yn y categori hwn, sef unrhyw ymgais ar atgynhyrchu cerddoriaeth mewn geiriau: 'any literary presentation [...] of existing or fictitious musical compositions: any poetic texture which has a piece of music as its theme'.[19]

Er bod y model teiran hwn yn parhau i fod yn berthnasol ac yn ddefnyddiol i astudiaethau cerddo-lenyddol, gellid dadlau bod iddo gyfyngiadau hefyd. Mae'r categorïau'n eang, ac yn gosod gweithiau o natur ddigon gwahanol o fewn yr un dosbarth: mae 'music and literature', er enghraifft, yn cynnwys (ac enwi detholiad o ffurfiau yn unig) opera, cerddoriaeth draddodiadol, cerddoriaeth boblogaidd a chaneuon celf. Er bod tebygrwydd yn y modd y mae geiriau a cherddoriaeth yn rhyngweithio yn y ffurfiau hyn, mae eu gosod yn yr un categori yn osgoi cydnabod y gwahaniaethau methodolegol sy'n codi wrth ymdrin â'r gweithiau unigol. Mae Werner Wolf wedi datblygu ac ychwanegu at fodel Scher, gan gyflwyno'r term 'intermediality' i gyfeirio at weithiau sy'n defnyddio (i raddau amrywiol) y gwahanol gyfryngau sydd dan sylw, sef geiriau a cherddoriaeth.[20] Mae'n dadlau bod categorïau Scher yn enghreifftiau 'overt' a 'covert' o'r berthynas rhwng y ddau gyfrwng: yn ôl Wolf, mae'r categori cyntaf, 'music and literature', yn gyfuniad agored, amlwg o eiriau a cherddoriaeth.[21] Yn y ddau gategori arall, 'literature in music' a 'music in literature', mae'r cysylltiad yn

[14] Scher, S. P. (1999), 'Melopoetics Revisited: Reflections on Theorizing Word and Music Studies', yn Bernhart, W., Scher, S. P. a Wolf, W. (goln), *Word and Music Studies: Defining the Field (Proceedings of the First International Conference on Word and Music Studies at Graz, 1997)* (Amsterdam: Rodopi), tt. 18–19.

[15] Scher, S. P. (1982), 'Literature and Music', yn Barricelli, J. a Gibaldi, J. (goln), *Interrelations of Literature* (New York: Modern Language Association of America), t. 226.

[16] ibid., t. 227.

[17] ibid., t. 229.

[18] ibid., t. 230.

[19] ibid., t. 234.

[20] Wolf, W. (1999), 'Musicalized Fiction and Intermediality: Theoretical Aspects of W&M Studies', yn Bernhart, Scher a Wolf (goln), *Word and Music Studies: Defining the Field*, t. 52.

[21] ibid.

fwy cudd – 'covert' – gan mai dim ond un cyfrwng sy'n cael ei ddefnyddio i gynrychioli'r berthynas.[22] Ychwanega Wolf '-(to)' at 'in' Scher ('literature **in(to)** music'; 'music **in(to)** literature', pwyslais gwreiddiol), er mwyn egluro'r syniad hwn o gynrychiolaeth ymhellach.[23]

Mae rhai, megis Susanne Langer a Kofi Agawu, yn ymdrin â'r berthynas rhwng geiriau a cherddoriaeth ar lefel dechnegol ac yn archwilio'r cysylltiadau rhwng y ddwy gelfyddyd yn hytrach na chyfrannu at y drafodaeth ar ddosbarthu a welwyd uchod. Codir cwestiynau ynghylch hunaniaeth darn o waith ysgrifenedig wrth iddo gael ei osod i gerddoriaeth: i ba raddau y mae cerdd a osodir i gerddoriaeth yn colli'r hyn sy'n ei gwneud yn gerdd? Yn ei chyfrol sy'n cynnig theori gelfyddydol mewn cyd-destun athronyddol, mae Langer yn cynnig 'assimilation model', gan ddadlau fod y geiriau yn colli'r nodweddion 'barddonol' hynny megis rhythm, acennu ac, i raddau, sain geiriau ac effaith glywedol odl. Meddai,

> When words and music come together in song, music swallows words; not only mere words and literal sentences, but even literary word-structures, poetry. Song is not a compromise between poetry and music [...] song is music.[24]

Yn y model hwn felly, caiff y geiriau eu cymathu i'r gerddoriaeth, dadl sy'n cynnig esboniad o'r modd y mae caneuon â thestun barddonol heb eiriau cofiadwy na thrawiadol yn aml yn llwyddiannus fel cyfanweithiau. I eraill, fodd bynnag, nid yw'r model hwn yn ddigon cynhwysol: dywed Kofi Agawu nad yw Langer yn ddigon manwl o ran natur y berthynas, ac nad yw hi chwaith yn llwyddo i gynnig esboniad dros swyddogaeth newydd y geiriau, sydd bellach, meddai, yn elfennau cerddorol yn y gân ehangach.[25]

Mae Agawu ei hun yn cynnig model triphlyg arall: 'the tri-partite model', sy'n ystyried y ffurf fel 'three independent but overlapping systems' – geiriau, cerddoriaeth, a'r gân gyflawn ei hun – systemau sy'n rhyngweithio ond yn dal i gadw rhywfaint o'u hunaniaeth wreiddiol. Yn ôl Agawu, rhydd y model hwn rwydd hynt i'r dadansoddwr felly ystyried geiriau'r gân ar wahân, y gerddoriaeth ar wahân, neu'r gân ei hun fel cyfanwaith, yn ôl y galw:

> According to the model, some aspects of the function of words may be explained exclusively in terms of the poem, just as the music may also have independent existence outside song [...] Song retains an ultimate identity that is not reductible to word influence or musical influence.[26]

Un o'r agweddau pwysig ar waith Agawu yw'r modd y mae'n cyfrannu at y cysyniad nad oes raid ystyried y berthynas gerddo-lenyddol o'r safbwynt bod y gerddoriaeth yn llawforwyn

[22] ibid.
[23] ibid.
[24] Langer, S. K. (1953), *Feeling and Form* (New York: Scribner), t. 152.
[25] Agawu, K. (1992), 'Theory and Practice in the Analysis of the Nineteenth-Century *Lied*', *Music Analysis*, 11 (1) Mawrth, 5–6.
[26] ibid., 7.

i gynnwys y geiriau. Er gwaethaf pwysigrwydd term 'composed reading' Scher y cyfeirir ato uchod, mae'r maes yn gyffredinol wedi symud oddi wrth y tueddiad o geisio canfod 'ystyr' darn o farddoniaeth yn ei osodiad cerddorol. Wrth gwrs, mae'r cysyniad bod modd darganfod 'gwir ystyr' unrhyw ddarn o waith llenyddol yn un a gwestiynir: yng nghyd-destun llenyddiaeth a beirniadaeth ôl-fodernaidd, er enghraifft, ystyrir bod yr awdur, y darllenydd, y cyd-destun diwylliannol, a thestunau eraill yn rhyngweithio i greu haenau o 'ystyr' i'r testun, haenau sy'n hyblyg a newidiol.[27] Ymysg academyddion cerddo-lenyddol, prin y gwelir bellach unrhyw ymgais i ganfod gwerth sylweddol mewn 'word painting' (neu, fel y dywed Calvin S. Brown, 'literal setting'[28]), sef y syniad bod cerddorion yn adlewyrchu delwedd benodol o'r geiriau yn eu gosodiad. Mae'r 'composed reading', yn hytrach, yn cael ei ddadansoddi drwy batrymau harmonig, rôl y cyfeiliant a'i berthynas â'r llinell leisiol, ac effaith y gosodiad ar ffurf a strwythur y testun llenyddol.[29] Un peth sy'n allweddol yw'r ymwybyddiaeth mai dehongliad o *ddehongliad* yw'r astudiaeth o'r gân neu'r gwaith cerddorol dan sylw, yn hytrach na datganiad unbennaidd o 'wir ystyr' y gân, y geiriau, neu fwriad y cyfansoddwr.[30] Mae unigolion fel Walter Bernhart wedi ystyried y cwestiwn cymhleth a niwlog hwnnw o allu cerddoriaeth i gyfathrebu syniad neu naratif, ac i ba raddau y gallwn ni drin cerddoriaeth fel 'iaith'.[31]

I Lawrence Kramer, dylid symud y tu hwnt i archwilio manwl ar lefel caneuon unigol, ac ystyried yn hytrach y cysyniad o ystyr cerddoriaeth ar lefel ddiwylliannol, fel yr amlygir gan ei gyfrol *Music as Cultural Practice, 1800–1900*.[32] Yn achos y dull diwylliannol hwn, nid yw union 'ystyr' y gwaith neu'r gân dan sylw mor allweddol i'r drafodaeth ag y bu mewn astudiaethau blaenorol, a chaniateir ystyried gwaith unigol mewn cyd-destun ehangach na 'darlleniad' y cyfansoddwr o'r gerdd yn unig:

> the music may be unconcerned about the meaning of a poem on its surface level [...] yet it can very well relate to its meaning on the 'deep-structure level' [...] deep-structure readings interpret the music and the text – separately and in their interaction – in relation *to cultural implications*.[33] (pwyslais gwreiddiol)

---

[27] Am drafodaeth ehangach gweler, er enghraifft, Nicol, B. (2009), *The Cambridge Introduction to Postmodern Fiction* (Cambridge: Cambridge University Press); Hutcheon, L. (1988), *A Poetics of Postmodernism: History, Theory, Fiction* (New York & London: Routledge).

[28] Brown (1948), *Music and Literature*, tt. 53–61.

[29] Scher, S. P. (2004), 'Comparing Poetry and Music: Beethoven's Goethe Lieder as Composed Reading', yn Bernhart, W. a Wolf, W. (goln), *Essays on Literature and Music (1967–2004) by Steven Paul Scher* (Amsterdam & New York: Rodopi), tt. 223–37.

[30] Bernhart, W. (2015), 'Setting a Poem: The Composer's Choice For or Against Interpretation (1988)', yn Wolf (gol.), *Essays on Literature and Music (1985–2013)*, t. 55.

[31] Gweler ibid. tt. 53–74; Bernhart, W. (2015), 'An Exegetic Composer: Benjamin Britten's *Journey of the Magi* (1995)', yn Wolf (gol.), *Essays on Literature and Music (1985–2013)*, tt. 115–29.

[32] Kramer, L. (1990), *Music as Cultural Practice, 1800–1900* (Berkeley: University of California Press).

[33] Bernhart, W. (2015), 'What can Music do to a Poem? New Intermedial Perspectives of Literary Studies (2008)', yn Wolf (gol.), *Essays on Literature and Music (1985–2013)*, t. 408.

Mae dull Kramer yn arbennig o ddefnyddiol wrth drafod gweithiau nad ydynt yn arddangos perthynas amlwg rhwng y geiriau a'r gerddoriaeth: cerddoriaeth boblogaidd, er enghraifft, sy'n aml yn dilyn patrymau cerddorol cyffredin a strwythur penodol. Fel yr esbonia Walter Bernhart:

> The two media are combined in the song, and thus are related elements incorporated into a single art object; yet, they contribute to the overall work as much by contradiction as by correspondence, or by indifference to one another.[34]

Gan ddatblygu syniadaeth Kramer mewn trafodaeth ymarferol-fethodolegol, mae Bernhart yn archwilio'r gwahanol ffyrdd y mae cerddoriaeth a geiriau'n rhyngweithio (neu'n gwrthweithio) mewn cân. Mewn mwy nag un cyhoeddiad, cyflwyna'r syniad o 'destructiveness of music' (sef yr effaith y mae gosodiad cerddorol yn ei chael ar fydr a seiniau darn llenyddol), gan gynnig dulliau gwahanol o archwilio'r berthynas. Yn 'What Can Music Do to a Poem?', mae'n enghreifftio perthynas 'non-interpretive' geiriau a cherddoriaeth mewn cân *reggae* â geiriau gan Linton Kwesi Johnson, gan ddangos sut y mae'r *genre* cerddorol a phrofiad y gynulleidfa o glywed y gân wedi'i pherfformio'n fyw yn fodd o atgyfnerthu neges wleidyddol gyffredinol y geiriau, er na cheir unrhyw dystiolaeth o ymgais ymwybodol ar ran y gerddoriaeth i adlewyrchu 'ystyr' y geiriau unigol.[35] Yr hyn y mae fframweithiau Kramer a Bernhart yn ei gynnig, felly, yw dull o ymdrin â gweithiau cerddo-lenyddol sy'n wahanol i ddarlleniadau manwl-ddadansoddol yn unig. Mae pwyslais astudiaeth o'r fath yn symud oddi wrth archwilio arwyddocâd cyfuno'r ddwy gelfyddyd (megis 'composed reading' Scher), ac yn hytrach yn galluogi ystyried y ddwy elfen fel cyfraniadau i drafodaeth ddiwylliannol ehangach.

Bellach, mae'r International Association for Word and Music Studies (a adnabyddir hefyd fel y Word and Music Association, neu'r WMA) yn cynnal cynhadledd ryngwladol bob dwy flynedd, ac yn cyhoeddi'r trafodion fel rhan o gyfres gyhoeddedig *Word and Music Studies*. Mae'r cyfrolau'n bwrw goleuni ar wahanol agweddau ar y maes megis y llais, perfformiadwyedd (*performativity*), opera, y *Lied*, ac ystyriaethau rhyngddisgyblaethol pellach megis perthynas geiriau a cherddoriaeth mewn cyd-destun digidol.[36] Ym mhob cynhadledd, cynhwysir papurau o dan y pennawd 'Surveying the Field', sy'n cyflwyno newidiadau a thueddiadau diweddar yn y byd cerddo-lenyddol. Yn ogystal â thrafodion y gynhadledd, mae'r WMA hefyd yn cyhoeddi casgliadau o ysgrifau gan rai o brif ffigyrau'r maes.[37] Gwelir felly yng nghyfres *Word and Music Studies* ymgais ymwybodol i sefydlu canon ar gyfer disgyblaeth sydd, i raddau, yn dal i geisio cael ei thraed oddi tani yn y byd academaidd ehangach.

---

[34] ibid.

[35] ibid., t. 410.

[36] Ceir rhestr lawn a chyfredol o gyhoeddiadau'r gyfres yma: Brill (2021), *Word and Music Studies* <https://brill.com/view/serial/WMS?language=en> [Cyrchwyd: 28 Ebrill 2021].

[37] Bernhart, Wolf (goln), *Essays on Literature and Music (1967–2004) by Steven Paul Scher*; Kramer, L. (2017), *Song Acts: Writings on Words and Music* (Leiden and Boston: Brill & Rodopi); Wolf (gol.), *Essays on Literature and Music (1985–2013) by Walter Bernhart*.

Yn ychwanegol at gyhoeddiadau'r WMA, mae nifer cynyddol o gyfrolau cerddo-lenyddol bellach yn cael eu cyhoeddi. Mae'r cyfrolau hyn yn aml yn canolbwyntio ar ddylanwadau rhyngddisgyblaethol ar waith cyfansoddwyr clasurol unigol.[38] Yn gyffredinol, mewn cyfrolau o'r fath ceir dadansoddiadau cerddolegol manwl o ddarnau o waith sy'n enghreifftio natur gerddo-lenyddol allbwn yr unigolion. Mae'r diffiniad o 'lenyddiaeth' yn dueddol o fod yn weddol eang, fodd bynnag – er enghraifft, ceir pennod mewn cyfrol ar Michael Tippett sy'n trafod ysgrifau'r cerddor ar gerddoriaeth.[39] Nid cerddorion clasurol yn unig sy'n cael sylw mewn cyfrolau o'r fath, a chyhoeddwyd nifer o astudiaethau o berfformwyr cerddoriaeth boblogaidd o wahanol *genres* hefyd.[40] Tuedda astudiaethau o waith cerddorion poblogaidd i fod yn llai cerddolegol eu gogwydd na'r cyhoeddiadau sy'n trafod cerddorion clasurol, gan ganolbwyntio'n aml ar gyd-destunoli gwaith unigolyn yn y diwylliant ehangach a phwyso a mesur arwyddocâd eu cyfraniad i'r diwylliant hwnnw.

Wrth reswm, ceir hefyd gasgliadau mwy cyffredinol sy'n tynnu ysgrifau am bynciau amrywiol ynghyd, megis *Words and Music*, cyfrol gerddolegol ei gogwydd ar y cyfan sy'n cynnwys llawer o amrywiaeth o ran cyfnod a natur testunau.[41] Yn fwyaf diweddar, cyhoeddwyd *The Edinburgh Companion to Words and Music*, casgliad swmpus a chynhwysfawr sy'n cynnig trosolwg o berthynas geiriau a cherddoriaeth o'r cyfnod cyn 1500 hyd heddiw. Ceir yn y gyfrol benodau sy'n trafod amrediad eang o wahanol *genres* ac agweddau ar y maes: a hynny yng nghyd-destun *music and literature*, *literature in music* a *music in literature* fel ei gilydd.[42] Gwelir ôl dylanwad y methodolegau a'r dadleuon a drafodwyd uchod drwy'r gyfrol hon: mae Philip Ross Bullock, er enghraifft, yn archwilio hierarchiaeth perthynas geiriau a cherddoriaeth mewn cân ac yn cynnig sylwadau ar allu'r naill i gyfoethogi'r llall drwy 'acts of performed and enunciated emotion' yng nghaneuon Pyotr Ilyich Tchaikovsky.[43] Mae Lawrence Kramer yn trafod gallu cerddoriaeth i gyfleu naratif a goblygiadau hynny i'n dealltwriaeth o rôl ddiwylliannol gweithiau cerddo-lenyddol, ac mae Dai Griffiths yn

[38] Robinson, S. (gol.) (2004), *Michael Tippett: Music and Literature* (Aldershot: Ashgate); Potter, C. (gol.) (2013), *Erik Satie: Music, Art and Literature* (London and New York: Routledge); Rae, C. (gol.) (2019), *André Jolivet: Music, Art and Literature* (London and New York: Routledge).

[39] Symons, D. (2004), 'Michael Tippett: Music and Literature (Review)', *Musicology Australia*, 27 (1), 151.

[40] Moskowitz, D. (2010), *The Words and Music of Jimi Hendrix* (Santa Barbara, CA: Praeger); Mills, P. (2010), *Hymns to the Silence: Inside the Words and Music of Van Morrison* (New York & London, Continuum); Woldu, G. Hilson (2008), *The Words and Music of Ice Cube* (Westport, CT: Praeger).

[41] Williamson, J. (gol.) (2005), *Words and Music* (Liverpool: Liverpool University Press). Cyhoeddwyd *Words and Music* yn dilyn cynhadledd yn dwyn yr un enw ym Mhrifysgol Lerpwl. Mae pennod ragarweiniol y gyfrol hon yn cynnig trosolwg manwl a gwerthfawr o'r maes, darn o waith a fu o fudd mawr i'r adran hon o'r ysgrif.

[42] Er enghraifft: Sokol, B. J. (2020), 'Shakespeare's Musicians: Status and Hierarchy', yn da Sousa (gol.), *The Edinburgh Companion to Literature and Music*, tt. 195–201; Gallo, D. P. (2020), 'From English Literature to Italian Opera: A Tangled Web of Translation', yn da Sousa (gol.), *The Edinburgh Companion to Literature and Music*, tt. 405–14; Sutton, E. (2020), 'Music in Woolf's Short Fiction', yn da Sousa (gol.), *The Edinburgh Companion to Literature and Music*, tt. 544–51; Saltzstein, J. (2020), 'Citation and Quotation', yn da Sousa (gol.), *The Edinburgh Companion to Literature and Music*, tt. 86–95.

[43] Bullock, P. Ross (2020), 'Tchaikovsky's Songs: Music as Poetry', yn da Sousa (gol.), *The Edinburgh Companion to Literature and Music*, t. 481.

ymdrin ag ystyriaethau methodolegol sy'n codi wrth drafod cerddoriaeth boblogaidd yn academaidd.[44] Mae pennod glo'r gyfrol gan Michael L. Klein, 'Origins and Destinations: A Future for Literature and Music', yn ystyried gwreiddiau perthynas y ddwy gelfyddyd, gan ofyn hefyd beth fydd dyfodol y ddisgyblaeth. Mae Klein yn sicr y bydd y maes yn datblygu mwy o fethodolegau ac yn ffurfioli ymhellach, ond pwysleisia ei bod yn bwysig iddi osod ei hun mewn cyd-destun academaidd a diwylliannol ehangach: 'The discipline [...] will also need to look outwards [...] at the greater projects of modernity and postmodernity within which it operates and to which it aspires to contribute'.[45] Mae'r amrywiaeth eang sydd i'w weld yn y gyfrol yn arddangos y potensial o ran trywyddau ymchwil, yn ogystal â'r diddordeb cynyddol yn y maes hwn.

* * *

Maes sy'n datblygu yw hwn, felly, ond beth am y maes yng Nghymru? Ar sail yr ystrydeb gyfarwydd honno o Gymru fel Gwlad y Gân, disgwylir, efallai, y byddai'r ddisgyblaeth yn boblogaidd, ond, fel y nodwyd uchod, prin yw'r drafodaeth feirniadol yn y Gymraeg yn ei chylch. Mae'n werth oedi i ddiffinio hyd a lled ffiniau'r arolwg presennol: ni fydd gweithiau sydd wedi'u cyhoeddi yn y bedwaredd ganrif ar bymtheg, er enghraifft, yn cael eu hystyried yma, a chanolbwyntir ar ysgrifau ac astudiaethau sy'n dyddio o ail hanner yr ugeinfed ganrif ymlaen er mwyn rhoi blaenoriaeth i'r gweithiau sydd fwyaf perthnasol i'r maes heddiw. Er bod cyhoeddiadau beirniadol a gyhoeddwyd cyn hynny y byddai modd ymdrin â hwy yma, bu'n rhaid cyfyngu oherwydd gofynion gofod. Nodwyd uchod nad cynnig arolwg hollgynhwysol yw bwriad yr erthygl hon, ac yn hynny o beth cydnabyddir y posibilrwydd y bydd ambell astudiaeth wedi'i hepgor yn ddamweiniol. Canolbwyntiwyd ar gyfnodolion cyfrwng-Cymraeg yn bennaf, gan dalu sylw arbennig i'r rheiny sy'n ymwneud yn amlwg â cherddoriaeth, a chraffu ar gynnwys cyhoeddiadau megis *Canu Gwerin* a *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*. Ac eto, ni fyddai'r arolwg presennol wedi bod yn foddhaol gynhwysfawr, nac yn gwbl ddilys, pe bai cyfnodolion mwy llenyddol eu gogwydd yn cael eu hanwybyddu. Gwelir maes o law fod ysgrifau ymysg cloriau cyfnodolion megis *Y Traethodydd*, *Taliesin* a *Llên Cymru* sydd hefyd yn ymdrin â pherthynas llenyddiaeth a cherddoriaeth a'r gwahanol weddau a geir ar y berthynas honno.

Er na roddir blaenoriaeth i ysgrifau a gyhoeddwyd yn y bedwaredd ganrif ar bymtheg yn yr erthygl hon, mae'n briodol cydnabod rôl ffurfiannol diwylliant y ganrif honno i'n hymwybyddiaeth bresennol o berthynas geiriau a cherddoriaeth yng Nghymru. Mae'r ddelwedd Fictoraidd o 'Wlad y Gân' yn fyw yn y Gymru fodern: ar ddechrau'r 1960au, darlledwyd perfformiadau o gerddoriaeth Gymraeg i gynulleidfa ITV drwy Brydain ar y

[44] Kramer, L. (2020), 'Music and the Rise of Narrative', yn da Sousa (gol.), *The Edinburgh Companion to Literature and Music*, tt. 395–404; Griffiths, D. (2020), 'Words in Popular Songs', yn da Sousa (gol.), *The Edinburgh Companion to Literature and Music*, tt. 664–71.

[45] Klein, M. L. (2020), 'Origins and Destinations: A Future for Literature and Music', yn da Sousa (gol.), *The Edinburgh Companion*, t. 688.

rhaglen *Gwlad y Gân: Land of Song*, ac yn 1998 roedd Catatonia'n galw, 'Deffrwch Cymru cysglyd [sic], gwlad y gân' yn *International Velvet*, trac teitl yr albwm aeth i rif un yn y siartiau Prydeinig.[46] Yn fwy diweddar, 'Gwlad y Gân: Land of Song' oedd teitl cyngerdd agoriadol gŵyl Womex a gynhaliwyd yn 2013 yng Nghaerdydd, ac mae chwiliad cyflym ar Twitter yn dangos bod nifer o gyfeiriadau gan amryw gyrff ac unigolion at yr ymadrodd yn y ddwy iaith.[47]

I Gymry Oes Fictoria, roedd cerddoriaeth a llenyddiaeth yn fodd o arddangos parchusrwydd y genedl, a'r ddelwedd o 'Gymru lân, Cymru lonydd' yn rhan o'r ymdrech i wrthbrofi'r darlun o'r Cymry diaddysg ac anfoesol a gyflwynwyd yn adroddiad y Llyfrau Gleision yn 1847.[48] Roedd cyflwyno'i hun fel cenedl gerddorol yn greiddiol i hunan-barch a hunan-gred y Cymry yn y cyfnod hwn, fel y noda Hywel Teifi Edwards: 'Erbyn diwedd y ganrif 'roedd credu yn ei "hathrylith" gerddorol yn un o amodau parhad ffydd y genedl ynddi hi ei hun. Cymru *oedd* Gwlad y Gân'.[49] 'Lleisiau'u hunain yn canu' oedd yn mynd â bryd Cymry'r cyfnod, a byddai beirdd y cyfnod yn cyfansoddi geiriau newydd i'w canu ar alawon Cymreig traddodiadol.[50] Un o feirdd mwyaf poblogaidd y cyfnod oedd John Ceiriog Hughes, a gyfansoddodd gannoedd o ganeuon, nifer ohonynt yn benodol i'w canu ar alawon Cymreig traddodiadol.[51] Yn ogystal â'i gyfraniad sylweddol at y corff o delynegion a gyfansoddwyd yn y cyfnod, cyhoeddodd Ceiriog hefyd ganllaw ar gyfer y rheiny a oedd yn awyddus i gyfansoddi geiriau ar gerddoriaeth, sef 'Y Bardd a'r Cerddor: Awgrymiadau Ynghylch Ysgrifennu Caneuon a Geiriau i Gerddoriaeth'. Pwysleisia Huw Meirion Edwards fod pwrpas moesol i'r cerddi hyn, a'r gred yn y cyfnod oedd y byddai neges foesol 'gywir' wedi'i chanu ar alaw draddodiadol yn cael effaith gadarnhaol ar gyflwr ysbrydol y gynulleidfa.[52] Dyma ystyriaeth sy'n cael sylw gan Ceiriog yn ei draethawd: wrth drafod testunau addas i ganu arnynt noda, 'Ni oddefir un testun yn awr os na bydd o duedd dyrchafedig neu foesol', ac wrth draethu am 'ddifyrgerddi' dadleua fod 'caniadau digrif, pur oddiwrth anfoesoldeb' yn 'fendith fawr i gymdeithas'.[53] Yn ogystal â'i sylwadau ar addasrwydd pynciau penodol, mae nifer o ganllawiau Ceiriog i'r

[46] Archif ITV Cymru/Wales @ LlGC (2015), *Gwlad y Gân* <https://www.youtube.com/watch?v=waM5L_nJoOg> [Cyrchwyd: 7 Awst 2020]; Catatonia (1998), 'International Velvet', *International Velvet*, Blanco Y Negro; The Official UK Charts Company (2020), *Official Albums Chart Top 100* <https://www.officialcharts.com/charts/albums-chart/19980510/7502/> [Cyrchwyd: 17 Gorffennaf 2020].

[47] Cerdd Cymru, Caerdydd (2013), *Gwlad y Gân – Cyngerdd Agoriadol Womex 2013* <http://www.cerddcymru.co.uk/cardiff-womex-2013/1749?diablo.lang=cym> [Cyrchwyd: 17 Gorffennaf 2020]; @welshgocreative (1 Mawrth 2020), <https://twitter.com/welshgocreative/status/1234084729806348288?s=20> [Cyrchwyd: 20 Gorffennaf 2020]; @reviewwales (13 Rhagfyr 2018), <https://twitter.com/reviewwales/status/1073202376545263617?s=20> [Cyrchwyd: 20 Gorffennaf 2020]; @SionedGwen (11 Awst 2018), <https://twitter.com/SionedGwen/status/1028299490728587265?s=20> [Cyrchwyd: 20 Gorffennaf 2020].

[48] Edwards, H. Teifi (1989), *Codi'r Hen Wlad yn ei Hôl* (Llandysul: Gomer), t. 3.

[49] Edwards, H. Teifi (1980), *Gŵyl Gwalia: Yr Eisteddfod Genedlaethol yn Oes Aur Victoria 1858–1868* (Llandysul: Gomer), t. 190.

[50] ibid.

[51] Edwards, H. Meirion (2000), 'The Lyric Poets', yn Edwards, H. Teifi (gol.) *A Guide to Welsh Literature c. 1800–1900* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru), t. 118.

[52] ibid., t. 123.

[53] Hughes, J. Ceiriog (dyddiad anhysbys), *Gweithiau Ceiriog Cyf. II* (Wrecsam: Hughes a'i Fab), tt. 32, 22.

bardd sydd yn bwriadu cyfansoddi i gerddoriaeth yn ymarferol eu gogwydd, ac mae'n rhoi sylw manwl i sain geiriau unigol, yn awgrymu cynnwys cyffyrddiad o gynghanedd, a meddwl am '[b]erseinedd y llinellau' – ystyriaethau sy'n cydnabod bod presenoldeb cerddoriaeth yn newid blaenoriaethau'r bardd wrth gyfansoddi.[54] Mae Meredydd Evans yn ymdrin â'r cerddi a gyfansoddodd Ceiriog yn benodol ar gyfer eu canu i gerddoriaeth yn 'Ceiriog: Bardd y Gân', ac yno ceir trafodaeth ar arferion y bardd wrth gyfansoddi i gerddoriaeth: ei ddewis o bynciau, ei ddefnydd o'r gynghanedd, ac ystyriaethau o ran perfformio.[55]

Wrth i fywyd celfyddydol a deallusol Cymru ffynnu ar droad y ganrif a dechrau'r ugeinfed ganrif gyda sefydlu Prifysgol Cymru, datblygodd ysgolheictod ym meysydd llenyddiaeth a cherddoriaeth fel ei gilydd. Yn 1905, dyfarnodd Prifysgol Cymru ei gradd BMus gyntaf, a hynny i'r cerddor David de Lloyd yng Ngholeg Aberystwyth.[56] Yn 1911, sefydlodd John Morris-Jones *Y Beirniad*, cylchgrawn 'safonol ac ysgolheigaidd at wasanaeth y genhedlaeth newydd a oedd yn awyddus i drafod pob agwedd ar fywyd diwylliannol Cymru'.[57] Cyhoeddai'r cylchgrawn ysgrifau ac adolygiadau ar bynciau amrywiol, gan gynnwys y gwyddorau, addysg, crefydd a'r celfyddydau, ac roedd cerddoriaeth yn cael sylw ar brydiau hefyd.[58] Roedd y cylchgrawn beirniadol *Y Llenor* yn adolygu cyfrolau cerddorol yn aml[59] ac yn cyhoeddi ambell erthygl yn ymwneud â cherddoriaeth hefyd.[60] Bu David Evans, pennaeth Adran Gerdd Coleg y Brifysgol, Caerdydd, yn olygydd ar gylchgrawn *Y Cerddor* rhwng 1915 ac 1920 ac yn ystod 1930–1, yn dilyn 'y cyfansoddwr hunan-ddysgedig D. Emlyn Evans a'r gŵr academaidd o Aberystwyth David Jenkins', golygyddion cyntaf y cylchgrawn pan sefydlwyd ef yn 1889.[61] Er mai cyfnodolyn a'i gynulleidfa'n fwy eang na darllenwyr academaidd yn unig ydoedd,[62] ceir ymysg ei gloriau erthyglau sy'n ymwneud â'r berthynas rhwng llenyddiaeth a cherddoriaeth.[63] Rhwng 1922 a 1929, y cerddor a'r cyhoeddwr W. S. Gwynn Williams oedd golygydd *Y Cerddor Newydd*, cylchgrawn dwyieithog a oedd yn amlwg â diddordeb yn y berthynas rhwng geiriau a cherddoriaeth; roedd yn cyhoeddi barddoniaeth yn fisol gan

[54] ibid., t. 6–16.

[55] Evans, M. (1987), 'Ceiriog: Bardd y Gân', *Canu Gwerin* 10, 11–25.

[56] Jones, S. (1970), *De Lloyd, David John (1883–1948), cerddor* <https://bywgraffiadur.cymru/article/c2-LLOY-JOH-1883> [Cyrchwyd: 8 Ionawr 2021].

[57] James, A. (2011), *John Morris-Jones* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru), t. 196.

[58] Gweler, er enghraifft, Williams, J. Lloyd (1914), 'Folk Songs Collected in Flintshire (etc.) (*Mrs. Herbert Lewis*), Alawon Gwerin Môn (*Grace Gwyneddon Davies*)', *Y Beirniad*, IV, 288–91.

[59] Gweler, er enghraifft, Gruffydd, W. J. (1934), '*Y Gainc Olaf* (T. Gwynn Jones ac W. S. Gwynn Williams)', *Y Llenor*, XIII, 191–3; Morgan, T. J. (1940), '*Pennill a Thonc* (W. R. Evans)', *Y Llenor*, XIX, 203–4; Roberts, G. M. (1948), '*Hanes Canu Cynulleidfaol Cymru* (R. D. Griffith)', *Y Llenor*, XXVII, 202–3.

[60] Williams, W. Albert (1942), 'Y Llenor a Cherddoriaeth', *Y Llenor*, XXI, 37–42; Thomas, E. H. (1944), 'Ehangder trwy'r Celfyddydau', *Y Llenor*, XXIII, 89–96.

[61] Morgans, D. (2002), 'Y Cerddor: Cyfnodolyn y Werin', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 5, 105, 113; Llyfrgell Genedlaethol Cymru (2021), *Cylchgronau Cymru: Y Cerddor* <https://cylchgronau.llyfrgell.cymru/browse/2619094> [Cyrchwyd: 13 Ionawr 2021].

[62] Morgans, 'Y Cerddor: Cyfnodolyn y Werin', 105.

[63] Gweler, er enghraifft Jenkins, D. (1896), 'Geiriau Cyfaddas at Gerddoriaeth', *Y Cerddor*, VIII (87), 2 Mawrth, 1–2; Evans, E. Keri (1905), 'Yn Eisieu – Libretti', *Y Cerddor*, XVII (197), 1 Mai, 45; Thomas, T. (1921), 'Sylfeini Cân', *Y Cerddor*, XXXIII (393), 1 Medi 1921, 118–20.

unigolion megis T. Gwynn Jones, T. H. Parry-Williams, Cynan ac Eifion Wyn,[64] yn ogystal ag erthyglau megis 'Perthynas y Bardd a'r Cerddor', '*Poetry and Music*', ac 'Y Delyneg yng Ngherddoriaeth Cymru'.[65] Wrth drafod cyngherddau radio yn *Y Cerddor* yn 1934, nododd 'Hafren' fod 'dyfodol cerddoriaeth Cymru yn dibynnu i raddau ar weithgarwch y beirdd' a'u parodrwydd i gyfieithu gweithiau safonol i'r Gymraeg.[66] Parhaodd cerddoriaeth leisiol yn boblogaidd yng Nghymru wrth i'r ugeinfed ganrif fynd rhagddi, a diddordeb llenyddol cyfansoddwyr megis Morfydd Llwyn Owen yn amlwg yn y testunau a osodwyd ganddynt.[67]

Yn *Ysgrifau Beirniadol* 1977, cyhoeddodd John Rowlands yr erthygl 'Ein Llenorion Cerddorol', sy'n ymdrin â'r modd y mae cerddoriaeth yn ymddangos mewn gwahanol weithiau llenyddol o'r ugeinfed ganrif. Dyma drydedd ran model Scher, 'music in literature'. Yn ei ysgrif, mae Rowlands yn cyfeirio at waith llenorion fel Cynan, T. Gwynn Jones ac Islwyn Ffowc Elis, gan roi sylw i'r math o gerddoriaeth sy'n cael ei ddisgrifio, ac at ba ddiben y'i cynhwysir: creu darlun, er enghraifft, neu fel symbol cynrychioladol o gymeriad neu ddosbarth cymdeithasol penodol.[68] Er iddo synnu cyn lleied o enghreifftiau o ddisgrifiadau llenyddol o gerddoriaeth sydd yn y Gymraeg, a gresynu na cheir cymaint â chymaint o ddeunydd i'w drafod, mae'n cydnabod mai braslun o'r maes sydd ganddo, maes sy'n 'haeddu ymdriniaeth fanylach a dyfnach'.[69] Mae ei eiriau yn wir hyd heddiw: nid yw'r awdur presennol wedi dod o hyd i unrhyw astudiaeth arall sy'n archwilio 'music in literature' yn y Gymraeg. A rhyfedd felly: mae Rowlands yn awgrymu nifer o drywyddau ymchwil addawol. Mewn man arall awgrymwyd y byddai archwiliad 'music in literature' o waith T. Gwynn Jones yn werth ei wneud.[70] Enghraifft arall o drywydd ymchwil posib fyddai trafodaeth feirniadol o'r agwedd hon ar waith Gwyn Thomas: yn ei gyfrol hunangofiannol *Llyfr Gwyn*, ceir pennod o'r enw 'Cerddoriaeth' sy'n trafod dylanwad cerddoriaeth arno fel bardd a cherddoriaeth ei gerdd deledu 'Cadwynau yn y Meddwl', ond nid yw'r berthynas gerddo-lenyddol, hynny yw, rôl a dylanwad cerddoriaeth yn ei waith cyhoeddedig, ac arno, wedi ei harchwilio'n llawn gan eraill.[71] Diau y byddai ymchwil pellach o'r math hwn i lenyddiaeth Gymraeg yn cynnig lens newydd i weld gweithiau cyfarwydd drwyddi, gan ganfod, o bosib, agweddau newydd ar y testunau a'r llenorion, ac ysgogi ymchwil a gwaith ymarferol pellach.

Y garfan fwyaf o gyhoeddiadau sy'n perthyn i astudiaethau cerddo-lenyddol yn y Gymraeg,

---

[64] Gweler amrywiol (1922–9), *Y Cerddor Newydd*, 1(1)–8(63).

[65] 'Caerwyn' (1922), 'Perthynas y Bardd a'r Cerddor', *Y Cerddor Newydd*, 1 (7), September, 182–4; Nicholas, F. (1923), 'Poetry and Music', *Y Cerddor Newydd*, 1 (12), February, 325–7; 'Caerwyn' (1924), 'Y Delyneg yng Ngherddoriaeth Cymru', *Y Cerddor Newydd*, 3 (26), April, 46–8.

[66] 'Hafren' (1934), 'Cyngherddau Radio Cymru Mis Ionawr', *Y Cerddor*, (Ail Gyfres) IV (3), Mawrth, 67.

[67] Gweler Wilson, J. (2019), *Freedom Music: Wales, Emancipation & Jazz 1850–1950* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru), t. 226.

[68] Rowlands, J. (1977), 'Ein Llenorion Cerddorol', *Ysgrifau Beirniadol*, X, 357–72.

[69] ibid., 378.

[70] Ifan, E.,'"Y Gelfyddyd Gymodlawn": Perthynas Gwaith T. Gwynn Jones â Cherddoriaeth', traethawd PhD, Prifysgol Bangor, 2017, tt. 349–53.

[71] Thomas, G. (2015), *Llyfr Gwyn: Cyfres Llenorion Cymru* (Barddas). Mae gwaith MA yr awdur presennol yn ymdrin â'r maes hwn, ond ni chyhoeddwyd unrhyw ganfyddiadau. Gweler Ifan, E., 'Cerdd-yddiaeth ar Waith: Agweddau ar Berthynas Gwaith Gwyn Thomas â Cherddoriaeth', traethawd MA, Prifysgol Bangor, 2012.

heb os, yw'r rheiny sy'n dod o dan y pennawd 'music and literature', sef astudiaeth o unrhyw waith lle y mae'r ddwy gelfyddyd, cerddoriaeth a llenyddiaeth, yn bresennol. Cyhoeddwyd rhai cyfrolau yng Nghymru sy'n ymwneud â'r agwedd hon, ond anaml y mae'r gwaith a gyhoeddwyd yn ymdrin yn llawn â'r berthynas gerddo-lenyddol. Ymysg cyhoeddiadau Gwasg Prifysgol Cymru, er enghraifft, mae'r gyfrol ddiweddar *Freedom Music: Wales, Emancipation and Jazz 1850–1950* yn trafod hanes a datblygiad cerddoriaeth *jazz* yng Nghymru (ac yn Abertawe yn benodol), gan ailfframio'r ddelwedd o'r corau a'r capeli sy'n greiddiol i'r cysyniad o'r Gymru gerddorol – ond cyfrol hanesyddol sydd yma yn hytrach na dadansoddiad cerddo-lenyddol o weithiau unigol.[72] Yng nghatalog y wasg ceir hefyd gyfrolau sy'n trafod cerddoriaeth draddodiadol a ffurfiau llenyddol sy'n gysylltiedig â cherddoriaeth, megis baledi.[73] Un gyfrol nodedig yw *Welsh Traditional Music* gan Phyllis Kinney, a gyhoeddwyd yn 2011. Canolbwynt y gyfrol honno, fodd bynnag, yw datblygiad a hanes alawon traddodiadol, yn hytrach na'r geiriau a pherthynas y ddwy agwedd.[74] Diddorol nodi mai 'Celf a Cherddoriaeth' yw'r categori yng nghatalog ar-lein y wasg, a bod y rhan fwyaf o'r llyfrau sy'n cael eu cynnwys dan y pennawd hwnnw yn trafod celf weledol.

Mae'r Lolfa wedi cyhoeddi sawl cyfrol gerddo-lenydddol, er enghraifft *Shwd Ma'i Yr Hen Ffrind?*, sy'n cynnwys ysgrifau gan y cerddor Huw Chiswell yn trafod rhai o'i ganeuon ei hun, a chyfrol Hefin Wyn, *Ar Drywydd Meic Stevens: Y Swynwr o Solfach*.[75] Emynyddiaeth o ogwydd geiriol yn bennaf yw *Flame in the Mountains: Williams Pantycelyn, Ann Griffiths and the Welsh Hymn*, a cherddoriaeth draddodiadol sydd dan sylw yn *Serch a'i Helyntion: Dadansoddiad o Ganeuon Gwerin Cymraeg* gan Meredydd Evans.[76] Cyfeirlyfr gwerthfawr yw'r *Cydymaith i Gerddoriaeth Cymru*, sy'n cynnwys amrywiaeth eang o gofnodion am gyfansoddwyr, artistiaid, academyddion, arddulliau a thraddodiadau, ond fel y mae'r gyfrol ei hun yn ei gydnabod, sail i sbarduno ymchwil pellach yw bwriad y casgliad.[77] Blas yn unig ar gatalogau dwy wasg a geir yma, wrth gwrs: cydnabyddir y ceir cyfrolau unigol eraill sy'n ymwneud â phynciau a ffurfiau cerddo-lenyddol amrywiol.[78]

---

[72] Wilson (2019), *Freedom Music*.

[73] Rosser, S. M. (2005), *Y Ferch ym Myd y Faled: Delweddau o'r Ferch ym Maledi'r Ddeunawfed Ganrif* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru); Thomas, B. Bowen (1951), *Baledi Morgannwg* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru).

[74] Kinney, P. (2011), *Welsh Traditional Music* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru).

[75] Chiswell, H. (2019), *Shwd Ma'i Yr Hen Ffrind?* (Talybont: Y Lolfa); Wyn, H. (2015), *Ar Drywydd Meic Stevens: Y Swynwr o Solfach* (Talybont: Y Lolfa).

[76] Hodges, H. A. a James, E. Wyn (goln) (2017), *Flame in the Mountains: Williams Pantycelyn, Ann Griffiths and the Welsh Hymn* (Talybont: Y Lolfa); Evans, M. (2019), *Serch a'i Helyntion: Dadansoddiad o Ganeuon Gwerin Cymraeg* (Talybont: Y Lolfa).

[77] ap Siôn, P. a Thomas, W. (goln) (2018), *Cydymaith i Gerddoriaeth Cymru* (Talybont: Y Lolfa).

[78] Gweler, er enghraifft, Thomas, W. (1982), *Cerdd a Chân: Golwg ar Gerddoriaeth Draddodiadol yng Nghymru* (Dinbych: Gwasg Gee); Jenkins, K. (2011), *Cân y Ffydd: Ysgrifau ar Emynyddiaeth* (Caernarfon: Cymdeithas Emynau Cymru, mewn cydweithrediad â Gwasg y Bwthyn); Gwilym, A. (2007), *Cerddoriaeth y Cymry: Cyflwyniad i Draddodiad Cerddorol Cymru* (Talybont: Y Lolfa); Schiavone, O. (2017), *Llyfr y Selar* (Talybont: Y Lolfa); Williams, E. a Jarman, G. (2011), *Twrw Jarman* (Llandysul: Gwasg Gomer); Birtwistle, M. (2016), *Rhyfelgan: Casgliad o Ganeuon Cymraeg o'r Rhyfel Byd Cyntaf* (Llandysul: Gwasg Gomer).

Gan droi i ystyried cyfnodolion a chylchgronau, gwelwn mai cymysg yw'r cyfraniadau cerddo-lenyddol o ran nifer yn y cyhoeddiadau hyn. Prin iawn, er enghraifft, yw'r drafodaeth gerddorol (neu gerddo-lenyddol) ei gogwydd sydd i'w chael yn *Nhrafodion Cymdeithas y Cymmrodorion*, ac, yn ôl y disgwyl efallai, ni cheir rhyw lawer o ymdriniaeth â cherddoriaeth yn *Barddas* chwaith. Yn yr un modd, llenyddol yw prif ogwydd yr hyn a gyhoeddwyd yn *Llên Cymru*, gydag ambell erthygl ym maes emynyddiaeth, cerddoriaeth draddodiadol, a chyfieithiadau sy'n gysylltiedig â cherddoriaeth.[79] Yn y cyfnodolyn presennol, *Gwerddon*, ceir ymysg y cyfraniadau aml-ddisgyblaethol astudiaethau sy'n trafod cerddoriaeth draddodiadol a cherddoriaeth boblogaidd: archwiliad o ganeuon serch Iolo Morganwg, er enghraifft, a pherthynas cerddoriaeth roc Gymraeg â'r papurau bro.[80] Er mai Saesneg yn bennaf yw iaith *Studia Celtica*, cyfnodolyn sy'n cwmpasu amrediad eang maes Astudiaethau Celtaidd, ceir ynddo ambell gyfraniad sy'n trafod cerdd dant, baledi, a ffurfiau cerddorol eraill.[81] Mae ynddo un erthygl sy'n gerddo-lenyddol yn ei bwriad, ond trafod cerddoriaeth a chanu caeth Gaeleg yr Alban, yn hytrach na Chymraeg, a wneir.[82] Mae amrywiaeth mawr o ran testunau trafod rhwng cloriau *Taliesin*, sy'n cynnwys erthyglau ar bynciau megis cyfieithu geiriau caneuon ar gyfer yr Eisteddfod Genedlaethol, perthynas gwaith Ceiriog â cherddoriaeth, a pherthynas y diwylliant crefyddol â'r sin roc Gymraeg.[83] Mae *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, cylchgrawn penodol ar ffurf yr emyn, yn cynnwys cyfraniadau gwerthfawr i drafodaethau ar emynwyr a chyfansoddwyr tonau yng Nghymru. Emynyddiaeth hefyd yw prif ffocws *Y Traethodydd* yng nghyswllt ymdriniaeth o weithiau sy'n ymwneud â cherddoriaeth, yn enwedig yn hanner cyntaf y ganrif ddiwethaf, ond mae hefyd yn cynnwys ambell erthygl sy'n trafod baledi, hanes corau meibion, a thermau cerddorol a'u perthynas â gwaith y cywyddwyr.[84]

---

[79] Gweler, er enghraifft, James, E. Wyn (1993), '"Salmau, Hymnau ac Odlau Ysbrydol": Brasolwg ar y Cefndir Emynyddol i waith Williams Pantycelyn', *Llên Cymru*, 17 (3 a 4), Ionor–Gorffennaf, 205–25; Jenkins, D. (1952), 'Carolau Haf a Gaeaf', *Llên Cymru*, 2 (1), Ionor, 46–54; Ifan, E. (2020), 'Cyfieithu Cymru yn "Welsh Week" Wembley: H. Walford Davies, T. Gwynn Jones, a *Welsh Festival Music* (1924)', *Llên Cymru* 43, 22–52.

[80] Salisbury, L. (2010), 'Golwg ar ganeuon serch Iolo Morganwg, gyda sylw arbennig i'r "Ferch o'r Scerr"', *Gwerddon*, 5, Ionawr, 53–80; Jones, C. Owen (2016), 'Papurau bro cynnar gogledd Cymru a cherddoriaeth roc Gymraeg', *Gwerddon*, 22, Hydref, 11–30.

[81] Greenhill, P. (2011), 'Bardic Rhythm: The Implications from *Cerdd Dant* Studies', *Studia Celtica*, XLV (1), 131–53; Rosser, S. M. (2007), 'Lladron a beirniaid llên: astudio baledi'r ddeunawfed ganrif', *Studia Celtica*, XLI (1), 185–98; Jones, Ffion Mair (2010), 'Huw Morys and the Civil Wars', *Studia Celtica*, XLIV (1), 165–99; Harper, S. (2003), 'Tunes for a Welsh Psalter: Edmwnd Prys's *Llyfr y Psalmau*', *Studia Celtica*, XXXVII (1), 221–67.

[82] Gillies, W. (2010), 'Music and Gaelic Strict-metre Poetry', *Studia Celtica*, XLIV (1), 111–34.

[83] Williams, H. (1969), 'Y Busnes Cyfieithu 'Ma', *Taliesin*, 17, 108–13; Hughes, M. (1987), 'Ceiriog a'r Traddodiad Telynegol', *Taliesin*, 59, Mai, 62–9; Wyn, H. (2006), '"Sgwn i os byddi yno, Mister Duw?": Gwaddol a Gwaddod Anghydffurfiaeth yn y Diwylliant Roc Cymraeg', *Taliesin*, 129, Gaeaf, 84–107.

[84] Jones, Ffion Mair (2011), '"Gwŷr Lloeger Aeth Benben â'u Brodyr eu Hunen": Y Baledwyr Cymraeg a Rhyfel Annibyniaeth America', *Y Traethodydd*, CLXVI (699), Hydref, 197–225; Williams, G. (2015), 'Cythraul y Canu yn Oes Aur y Corau Mawr', *Y Traethodydd*, CLXX (713), Ebrill, 97–110; Miles, B., Edwards, D. (1978), 'Rhai Termau Cerddoriaeth Eglwysig yng Ngwaith y Cywyddwyr', *Y Traethodydd*, CXLII (604), Gorffennaf, 131–46.

Mae'r rhan fwyaf o'r erthyglau cerddo-lenyddol yn *Hanes Cerddoriaeth Cymru: Welsh Music History* yn trafod cerddoriaeth draddodiadol neu boblogaidd, a rhoddir sylw mwy penodol i'r erthyglau hynny maes o law. Mae erthyglau eraill a gyhoeddwyd yn y cyfnodolyn lle cydnabyddir ac yr archwilir perthynas geiriau a cherddoriaeth yn ymwneud â *genres* gwahanol: mae ysgrifennu am gerddoriaeth yn cael sylw, er enghraifft, yn hanes cyfnodolyn *Y Cerddor* a'i gynnwys, ac astudiaeth o draethawd Robert Peilin ar gerddoriaeth, 'Joseffüs'.[85] Cerddoriaeth eglwysig sydd dan sylw gan Sally Harper yn ei thrafodaeth o Esgoblyfr Bangor, ond mae'n cynnwys yn bennaf wybodaeth am yr Esgoblyfr ac yn ei gymharu â chynnwys llawysgrifau eraill o'r un math.[86] Efallai mai un o'r trafodaethau mwyaf cerddo-lenyddol ei gogwydd yn *Hanes Cerddoriaeth Cymru* (heblaw rhai erthyglau ar gerddoriaeth boblogaidd) yw arolwg Lyn Davies o fywyd a gwaith y cyfansoddwr David Vaughan Thomas, sy'n cyfeirio at ei osodiadau o ganu caeth ac yn dangos sut yr oedd yn trin y gynghanedd wrth gyfansoddi.[87]

Un o'r meysydd lle y ceir y mwyaf o orgyffwrdd – neu ymwybyddiaeth o berthynas cerddoriaeth a geiriau – yw ymdriniaethau o ganeuon gwerin a cherddoriaeth draddodiadol. Cyfeiriwyd eisoes at gyfrolau Meredydd Evans a Phyllis Kinney, dau o gonglfeini'r maes penodol hwn, ac mae ganddynt ill dau ysgrifau yn *Hanes Cerddoriaeth Cymru* sy'n ymdrin â hanes a datblygiad Canu Gorchest a Cherdd Dant.[88] Ceir hefyd ysgrifau ganddynt yn y cyfnodolyn *Canu Gwerin*, sef cylchgrawn Cymdeithas Alawon Gwerin Cymru, ac mae'r cyfraniadau hyn yn ymdrin i raddau gwahanol â'r berthynas gerddo-lenyddol mewn gweithiau a ffurfiau traddodiadol. Tuedda gwaith Phyllis Kinney, fel y gwelwyd yn ei chyfrol *Welsh Traditional Music*, i ganolbwyntio ar alawon a'u hamrywiadau, er enghraifft ei harchwiliad i wreiddiau alawon ac enwau Saesneg arnynt yn 'Contraboncin, Pigransi', a thrafodaeth ar y gwahanol enghreifftiau o ganeuon ar alawon cwmpas cyfyng yn 'Narrow-Compass Song-Tunes'.[89] Mae Meredydd Evans yn trafod alawon, caneuon a mesurau penodol, er enghraifft yn ei ysgrifau ar 'Twll Bach y Clo' a 'Deuair Fyrion ac Alawon', ond mae ei waith cyhoeddedig hefyd yn cwmpasu cyd-destun cymdeithasol a diwylliannol cerddoriaeth draddodiadol.[90] Mae ei waith ar ganu gwerin Llŷn ac Eifionydd, er enghraifft, yn dosbarthu

[85] Morgans, 'Y Cerddor: Cyfnodolyn y Werin', 105–19; Cockman, I. a Thomas, W. (addasiad) (2000), 'Robert Peilin (c.1575–c.1638) a "Josseffüs", ei Draethawd ar Gerddoriaeth', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 4, 39–71.

[86] Harper, S., Uned Gyfieithu Prifysgol Cymru, Bangor (cyf.) (1997), 'Esgoblyfr Bangor: Esgoblyfr Arfer Caersallog', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 2, 100–25.

[87] Davies, L., Uned Gyfieithu Prifysgol Cymru, Bangor (cyf.) (1997), 'Anelu at Arddull Geltaidd Ddilys mewn Cerddoriaeth: Bywyd a Gwaith David Vaughan Thomas (1873–1934)', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 2, 225–35.

[88] Evans, M. (1996), 'Canu Gorchest', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 1, 77–83; Evans, M. a Kinney, P. (2004), 'Hanes a Datblygiad Canu gyda'r Tannau', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 6, 155–73; Kinney, P. ac Elis, M. (cyf.) (2004), 'Hela'r Dryw', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 6, 119–25.

[89] Kinney, P. (1994), 'Contraboncin, Pigransi', *Canu Gwerin*, 17, 18–27; Kinney, P. (1986), 'Narrow-Compass Tunes in Welsh Folk Song', *Canu Gwerin*, 9, 12–29.

[90] Evans, M. (1982), 'Twll Bach y Clo', *Canu Gwerin*, 5, 5–10; Evans, M. (1985), 'Deuair Fyrion ac Alawon', *Canu Gwerin*, 8, 16–31.

caneuon a gasglwyd yn yr ardal i'w gwahanol fathau, gan gynnig sylwadau ar swyddogaeth y caneuon ac achlysur eu canu.[91]

Mae'r agwedd hon ar y maes o ddiddordeb i eraill sy'n gweithio ynddi hefyd: noda Roy Saer, yn ei gyflwyniad i ddetholiad o'i waith, *'Canu at Iws' ac Ysgrifau Eraill*, mai 'ethnolegol yn hytrach na cherddolegol' yw gogwydd yr ysgrifau a gasglwyd yn y gyfrol.[92] Mae'r ffocws ar y 'dimensiwn dynol' yn amlwg yn y gyfrol hon, er enghraifft yn y drafodaeth ar swyddogaeth caneuon traddodiadol Cymraeg sy'n rhoi'r teitl i'r casgliad, a'r ymdriniaeth o Ganu Llofft Stabal Pen Llŷn, ond mae hefyd yn rhoi sylw i gyfraniad unigolion i'r traddodiad ac astudiaethau o ganeuon penodol.[93] Yn yr un modd, mae'r ystyriaeth hon o swyddogaeth a phwrpas geiriau a cherddoriaeth mewn diwylliant penodol dan sylw yng ngwaith E. Wyn James ar ganeuon ymfudwyr i America, yn nhrafodaeth Rhiannon Ifans o'r 'Canu Ffolant', ac astudiaeth Wyn Thomas o gyfraniad Annie Ellis 'Cwrt Mawr' i ganu traddodiadol Cymru, er enghraifft.[94] Er nad dadansoddiadau manwl o weithiau unigol a geir fel rheol yn y dull hwn o archwilio, mae'r astudiaethau cerddo-lenyddol diwylliannol hyn yn gyfraniad pwysig i'r maes yn y Gymraeg.

Mewn rhai meysydd, megis astudiaethau ar faledi, er enghraifft, mae'r berthynas gerddo-lenyddol yn rhan neilltuol o'r ffurf, a'r berthynas honno ymhlyg yn y gwaith ei hun i'r graddau na thrafodir swyddogaeth y gerddoriaeth mewn nifer o ymdriniaethau; gweler 'Hiwmor yn y Baledi' gan Tegwyn Jones yn *Canu Gwerin*, a thrafodaeth M. Gwerful Thomas o waith Benjamin Benjamin (Bardd Coch) yn *Taliesin* fel enghreifftiau o'r math hwn o feirniadaeth.[95] Nid dyma'r dull beirniadol ym mhob achos, fodd bynnag, a gwelir cydnabyddiaeth benodol i agweddau cerddo-lenyddol mewn rhai trafodaethau. Mae Siwan M. Rosser, er enghraifft, yn nodi dylanwad y gerddoriaeth ar gynnwys a ffurf y baledi:

> Yr oedd y gerddoriaeth, rhaid cofio, yn elfen anhepgor o ganu rhydd poblogaidd y cyfnod [...] Dylanwadai gofynion mydryddol yr alaw ar arddull y gerdd ac yr oedd beirdd gwlad y gogledd, yn arbennig, fel pe baent yn ymfalchïo yn eu gallu i wau'r cynganeddion i linellau'r gerddoriaeth.[96]

---

[91] Evans, M. (1984), 'Canu Gwerin Llŷn ac Eifionydd', *Canu Gwerin*, 7, 5–27.

[92] Saer, R. (2013), *'Canu at Iws' ac Ysgrifau Eraill* (Cymdeithas Alawon Gwerin Cymru, 2013), t. 5. Enghraifft arall o ymdriniaeth ethnolegol ei natur yn y maes hwn yw Gwyndaf, R. (1997), *Teulu, Bro a Thelyn – Portread o Ganwr Gwerin a Chynheilydd Traddodiad: Emrys Jones, Llangwm* (Cymdeithas Alawon Gwerin Cymru, 1997).

[93] Saer, R. (2013), 'Canu at Iws', 'Y Canu Llofft Stabal ym Mhen Llŷn', 'Eos Dâr: "Y Canwr Penillion Digyffelyb"', yn *'Canu at Iws'*, tt. 17–37, 90–104, 123–37; Saer, R. (1987), 'Geiriau'r Garol "Wele'n Gwawrio"', *Canu Gwerin*, 10, 9–10.

[94] James, E. Wyn (2016), 'Ymfudo i America: Canu Hiraeth, Canu Caeth', *Canu Gwerin*, 39, 54–74; Ifans, Rh. (1998), '"O na bai fy mhen yn feipen ...": Golwg eto ar y canu ffolant', *Canu Gwerin*, 21, 25–33; Thomas, W. (2007), 'Annie Ellis "Cwrt Mawr", Canorion Aberystwyth a chanu traddodiadol Cymru', *Gwerddon*, 2, Hydref, 51–86.

[95] Jones, T. (2001), 'Hiwmor yn y Baledi', *Canu Gwerin*, 24, 3–16; Thomas, M. Gwerful (2002), 'Gŵyl a Galar: Golwg ar Faledi Benjamin Benjamin (Bardd Coch)', *Taliesin*, 114, Gwanwyn, 37–51.

[96] Rosser, 'Lladron a beirniaid llên: astudio baledi'r ddeunawfed ganrif', 193.

Er nad blaenoriaeth yr erthygl y dyfynnir ohoni yw ymdrin â'r ystyriaeth hon, mae'r gydnabyddiaeth o'r alawon yn amrywiad ar y tueddiad i ganolbwyntio ar y llenyddol, er bod ymwybyddiaeth o'r cyd-destun cerddo-lenyddol ymhlyg ym mhob trafodaeth, fel y nodwyd uchod. Pwysleisir eto nad beirniadaeth a geir yma: diau bod natur y faled fel ffurf – geiriau newydd wedi'u cyfansoddi ar alaw boblogaidd – yn arwain rhywun yn fwy naturiol at archwilio'r testun yn hytrach na'r gerddoriaeth. Wrth ymdrin â'r faled a ffurfiau tebyg ag agwedd fwy pwrpasol gerddo-lenyddol, diau y byddai defnyddio dull diwylliannol Kramer o drafod geiriau a cherddoriaeth ar lefel 'deep-structure' yn fodd o ddatblygu'r drafodaeth ymhellach.

Maes poblogaidd arall yn y Gymraeg sy'n gysylltiedig â cherddoriaeth yw emynyddiaeth. Fel sy'n gyffredin gydag ymdriniaethau o rai ffurfiau traddodiadol, prin yw'r sylw a roddir i'r gerddoriaeth yma hefyd, er ei bod yn rhan annatod o'r ffurf. Fel rheol, mewn trafodaeth emynyddol feirniadol, gwahenir yr emyn oddi wrth y dôn, ac fel ffurf lenyddol, farddonol y caiff yr emyn ei drin. Gwelir hyn, er enghraifft, yn arolwg D. Ben Rees o waith Francis Ridley Havergard, a thrafodaeth Alan Wyn Roberts o'r defnydd o'r gynghanedd yn yr emyn.[97] Yn yr un modd, tueddiad *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru* yw canolbwyntio naill ai ar yr emynau neu ar y tonau, ac mae cynnwys y cylchgrawn yn craffu ar hanes a gwaith emynwyr neu gyfansoddwyr penodol, neu'n cynnig golwg ar waith emynwyr a cherddorion o ardaloedd penodol.[98] Mae eraill, megis Rhidian Griffiths a Gareth Williams, yn ymdrin â'r diwylliant emynyddol a thraddodiadau cynulleidfaol Cymru, gan ystyried sut y mae ffurf gerddo-lenyddol fel yr emyn wedi dylanwadu ar ddiwylliant perfformio'r wlad.[99]

Mewn nifer o astudiaethau o emynau Cymraeg, materion diwinyddol sydd dan sylw, fel yn nhrafodaeth Eifion Evans o berthynas gwaith Williams Pantycelyn â'r Beibl yn ei ysgrifau 'Geiriau Pur y Nef'.[100] Mae nifer wedi trafod gwaith y Pêr Ganiedydd, wrth reswm: dylanwad Caniad Solomon ar ei waith sydd dan sylw gan Robert Rhys, er enghraifft, a ffurf a chyfansoddiad 'Pam y caiff bwystfilod rheibus/ Dorri'r egin mân i lawr?' yw ffocws J. Gwilym Jones. Pwysleisia Kathryn Jenkins mai 'ffurf ysbrydol-lenyddol' yw'r emyn yn ei herthygl 'Williams Pantycelyn yr emynydd', ac ar ei 'ddatblygiad fel llenor', ei athrawiaeth a'i ddelweddaeth y mae hi'n canolbwyntio.[101] Yr un yw'r patrwm mewn trafodaethau ar

[97] Rees, D. Ben (2002), 'Ysbrydolrwydd Emynyddes yr Ymgysegriad', *Y Traethodydd*, CLVII (661), Ebrill, 102–7; Roberts, A. Wyn (1999), 'Y Gynghanedd a'r Emyn', *Y Traethodydd*, CLIV (649), Ebrill, 114–7.

[98] Gweler, er enghraifft, Jones, R. Elfyn (1979), 'E. T. Davies a Charadog Roberts', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 2 (2), Gorffennaf, 37–43; Griffiths, H. M. (1995–6), 'Cerddorion Cwm Rhymni', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 3 (4/5), 141–50; Hughes, G. Tegai (1989–90), 'Pantycelyn: Emyn yr Ardd', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 3 (2), 42–59.

[99] Griffiths, Rh. (2012), 'Ieuan Gwyllt a'r "Llyfr Tonau Cynulleidfaol", 1859', *Y Traethodydd*, CLXVII (700), Ionawr, 30–44; Williams, G. (2005), '"Pob Nodyn fel Perlyn Pur": Agweddau ar Ddiwylliant Corawl Cymoedd y De gyda Sylw Arbennig i Ardaloedd Diwydiannol Gwent, 1850–1914', *Welsh History Review*, 22 (4), 705–29; Williams, G. (2015), *Do You Hear the People Sing? The Male Voice Choirs of Wales* (Llandysul: Gomer).

[100] Evans, E. (2017), '"Geiriau Pur y Nef": Williams Pantycelyn a'r Beibl (i)', *Y Traethodydd*, CLXXII (722), Gorffennaf, 150–9; Evans, E. (2017), '"Geiriau Pur y Nef": Williams Pantycelyn a'r Beibl (ii)', *Y Traethodydd* CLXXIII (723), Hydref, 205–12.

[101] Jenkins, K. (1991), 'Williams Pantycelyn yr Emynydd', *Y Traethodydd*, CXLVI (621), Hydref, 192–207.

waith unigolion eraill, megis cyflwyniad Branwen Jarvis i 'Mary Owen yr Emynyddes', ac ymdriniaethau E. G. Millward a J. Gwynfor Jones ag emynau Eben Fardd a Ieuan Glan Geirionydd.[102]

Mae'r ffocws ar weithiau penodol ac allbwn unigolion yn cryfhau'r tueddiad hwn i wahanu'r geiriau a'r gerddoriaeth mewn emynyddiaeth. Diddorol yw'r pwyslais gan nifer ar 'fiwsig' geiriau'r emyn, ar sain a rhythm y geiriau, heb ymgais i werthuso effaith cerddoriaeth ar wahanol dechnegau barddonol.[103] Ceir ambell gyfeiriad at natur y berthynas, er mai mewn modd negyddol yr ymddengys fel arfer: mae Bobi Jones, er enghraifft, yn cydnabod bod tôn yn gallu ein 'camarwain wrth inni geisio ymaflyd i wir fiwsig y geiriau'.[104] Yn ôl J. Gwilym Jones, mae'n rhaid 'wynebu' bod emynau yn '[g]yfansoddiadau i'w canu', a bod natur reolaidd unrhyw dôn, waeth pa mor driw y mae'r emynydd wedi cyfansoddi ar ei chyfer, yn 'lladd ... effeithiau' y geiriau annibynnol.[105] Mewn trafodaeth ar 'Fesur Wyth Saith Clonciog Ann Griffiths', dyfynna Gomer M. Roberts sylwadau Puleston ar yr angen i emyn fod yn 'ganadwy', a bod y nodwedd hon yn perthyn i 'beroriaeth y geiriau' yn ogystal â rhythm cyson a mydr rheolaidd. Dywed Puleston fod 'tipyn o ysgariad' rhwng geiriau a cherddoriaeth yn gallu bod yn 'fantais' i werthfawrogi'r geiriau'n llawn.[106] Mae'r sylwadau hyn yn ein hatgoffa o'r syniad o 'destructiveness of music', chwedl Walter Bernhart, ac mae'n debygol y byddai ystyried y nodweddion y mae'n eu nodi yn ei erthygl ar y ffenomen hon yn fodd o ddatblygu trafodaeth ystyriol ar effaith cerddoriaeth ar emynau ac ar natur y berthynas.[107] Fel yn achos baledi, mae'r gerddoriaeth yn bresennol o hyd yn y cyfansoddiad yn ei dylanwad dros fesur geiriau'r emyn, ac mae natur y ffurf yn golygu nad yw emynwyr efallai'n cyfansoddi â thôn benodol yn eu meddwl o gwbl, ond yn hytrach yn cyfansoddi ar fesur arbennig. Diau bod potensial i drafod yr ystyriaeth hon ymhellach, a chraffu ar arferion beirdd unigol wrth gyfansoddi. Byddai rhai'n dadlau ei bod yn briodol ymdrin â dwy ran y cyfanwaith ar wahân, ac nad oes angen gorfodi trafodaeth gerddo-lenyddol ar faes sydd wedi ei hen sefydlu. Yr ateb, efallai, yw bod lle dilys i'r ddau fodd o ymdrin â'r pwnc, yn enwedig yng nghyd-destun 'priodas' geiriau a thôn: tybir bod angen archwiliad beirniadol ar ystyr yr ymadrodd hwn, sydd mor gyffredin yma yng Nghymru.

Genre cerddorol arall sydd wedi derbyn tipyn o sylw academaidd (a chyffredinol) yng

[102] Jarvis, B. (1988), 'Mary Owen yr Emynyddes', *Y Traethodydd*, CXLIII (606), Ionawr, 45–53; Millward, E. G. (1987–88), 'Emynau "Eban y Lleban Llwyd"', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 2 (10), 313–22; Jones, J. Gwynfor (1995–96), 'Cipdrem ar Emynau Ieuan Glan Geirionydd', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 3 (4–5), 126–40.

[103] Cyfeiriwyd uchod at effaith cerddoriaeth ar destun llenyddol. Gweler y nodiadau hynny am drafodaeth ar effaith cerddoriaeth ar nodweddion barddonol, yn ogystal â gwaith Peter Low ar gyfieithu geiriau caneuon, Low, P. (2017), *Translating Song: Lyrics and Text* (London & New York: Routledge).

[104] Jones, B. (1982), 'Miwsig Geiriau'n Hemynau', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 2 (5), Gorffennaf, 146.

[105] Jones, J. Gwilym (1972), 'Yr Emyn fel Llenyddiaeth', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 1 (5), Gorffennaf, 124.

[106] Roberts, G. M. (1976), 'Mesur Wyth Saith Clonciog Ann Griffiths', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 1 (9), Gorffennaf, 258.

[107] Bernhart, W. (2015), 'The "Destructiveness of Music": Functional Intermedia Disharmony in Popular Songs (2002)', yn Wolf (gol.), *Essays on Literature and Music (1985–2013)*, tt. 265–74.

Nghymru yw cerddoriaeth boblogaidd. Mae'r casgliad o ganeuon pop Cymraeg a olygwyd gan Steve Eaves, *Y Trên Olaf Adref*, yn hawlio llwyfan i eiriau dros gant o ganeuon ar ffurf brintiedig. Er hyn, fel y mae Eaves yn ei bwysleisio yn ei ragair craff, nid 'llyfr o farddoniaeth mohono', ond yn hytrach casgliad o weithiau'r 'cyfrwng mynegiant didwyll' hwn sy'n pontio'r diwylliant llenyddol Cymreig a'r diwylliant poblogaidd.[108] Adleisir hyn gan Pwyll ap Siôn yn ei drafodaeth ar waith Geraint Jarman yn *Welsh Music History*, sy'n dyfynnu Peter Wicke: 'Rock songs are *cultural* texts' (pwyslais Wicke).[109] Yn wir, mae'r dyfyniad hwn yn berthnasol i bron pob astudiaeth o gerddoriaeth boblogaidd Gymreig. Cofiwn am fethodoleg ddiwylliannol Lawrence Kramer, sy'n cynnig bod modd ymdrin â gweithiau cerddo-lenyddol ar lefel ehangach na dadansoddi'r rhyngweithio rhwng geiriau a cherddoriaeth yn fanwl. Wrth drafod tueddiadau cerddorol, syniadol ac ieithyddol a welir yn y canu pop Cymraeg rhwng Refferenda datganoli 1979 a 1997, mae Pwyll ap Siôn yn amlinellu gwahanol gyfnodau cerddorol, gan ddadlau bod modd eu cysylltu â 'datblygiad graddol o genedligrwydd Cymraeg a Chymreig'.[110] Arwyddocâd cymdeithasol caneuon Dafydd Iwan sydd dan sylw gan E. Wyn James yn ei erthygl Saesneg ar gyfer *Folk Music Journal*, ac er iddo fanylu ar eiriau'r caneuon fel testunau yn eu hawl eu hunain, ceir hefyd drafodaeth ar ddylanwad Iwan fel canwr a ffigwr cyhoeddus.[111] Er mai yn Saesneg yn bennaf y mae Sarah Hill yn cyhoeddi, ni ellir ei hanwybyddu yn yr arolwg hwn: mae ei chyfraniad at y tirlun academaidd yng nghyd-destun cerddoriaeth boblogaidd yr ugeinfed ganrif yng Nghymru yn sylweddol, yn arbennig ei chyfrol gynhwysfawr *'Blerwytirhwng?': The Place of Welsh Pop Music*. Mae'r gyfrol hon yn mapio cerddoriaeth boblogaidd Cymru yng nghyd-destun hunaniaeth genedlaethol, gan archwilio caneuon (a geiriau caneuon) unigol, yn ogystal ag arwyddocâd diwylliannol ac ieithyddol gwaith y bandiau yn fwy cyffredinol.[112] Olrhain hanes canu poblogaidd yng Nghymru o'r bedwaredd ganrif ar bymtheg hyd at y 1980au yw ffocws cyfrol Hefin Wyn, *Be Bop a Lula'r Delyn Aur*, yn hytrach na dadansoddi cynnwys y caneuon eu hunain.[113]

Mae Pwyll ap Siôn, yn ogystal ag unigolion eraill sy'n gweithio yn y maes, fel Craig Owen Jones a Dai Griffiths, oll wedi cyhoeddi yn y cyfnodolyn dwyieithog *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*. Unwaith eto, ceir trafodaethau gwerthfawr am hunaniaeth a'r diwylliant Cymraeg a Chymreig: mae Craig Owen Jones yn archwilio arwyddocâd defnydd grwpiau'r Tystion a Llwybr Llaethog o'r Gymraeg,[114] er enghraifft, ac mewn erthygl ddilynol dengys sut y mae defnydd artistiaid hip-hop Cymraeg o samplau yn fodd iddynt drafod

[108] Eaves, S. (1984), *Y Trên Olaf Adref* (Talybont: Y Lolfa), tt. 5–6.
[109] Wicke, P., dyfynnwyd yn ap Siôn, P., Uned Gyfieithu Prifysgol Cymru, Bangor (cyf.) (1997), 'Gwrthleisiau: Geraint Jarman a Gwreiddiau Reggae mewn Cerddoriaeth Boblogaidd Gymreig', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 2, 279.
[110] ap Siôn, P. (2011), '"Ysgrifen ar y Mur"? Traddodiadau Canu Pop Cymraeg 1979–1997', *Ysgrifau Beirniadol*, XXX, 130.
[111] James, E. Wyn (2005), 'Painting the World Green: Dafydd Iwan and the Welsh Protest Ballad', *Folk Music Journal*, 8 (5), 594–618.
[112] Hill, S. (2016), '*Blerwytirhwng?': The Place of Welsh Pop Music* (London & New York: Routledge).
[113] Wyn, H. (2002), *Be Bop a Lula'r Delyn Aur: Hanes Canu Poblogaidd Cymraeg* (Talybont: Y Lolfa).
[114] Jones, C. Owen ac Elis, M. (cyf.) (2004), '"Beatbox Taffia": Cerddoriaeth Danddaearol Gymraeg yn y 1990au', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 6, 248–51.

pynciau gwleidyddol yn eu caneuon.[115] Mae Pwyll ap Siôn yn cynnig darlleniad manwl o ddwy gân gan Geraint Jarman oddi ar yr albwm *Fflamau'r Ddraig*, gan ddadansoddi'r gerddoriaeth, y geiriau a'r gwaith cynhyrchu yng nghyd-destun y llais awdurol a gyflwynir ynddynt; mae hefyd yn ystyried arwyddocâd diwylliannol cerddoriaeth *reggae*.[116] Mae'r llais, mewn cyd-destun gwahanol, dan sylw yn erthygl Dai Griffiths hefyd, wrth iddo ddadansoddi nodweddion lleisiol rhai o ganeuon John Cale yng ngoleuni Cymreictod mewn cyd-destun Eingl-Americanaidd, a sut y caiff ei arddangos yng ngwaith Cale.[117] Pwyslais ar y geiriau yn unig a geir gan Damian Walford Davies yn 'Ailysgrifennwn y Llyfraith', ymgais ymwybodol i ailfframio geiriau artistiaid poblogaidd Cymraeg fel gweithiau o werth llenyddol.[118]

Mae cerddoriaeth boblogaidd yn un o'r meysydd lle y ceir llawer o botensial cyffrous i gynnal astudiaethau cerddo-lenyddol pellach. Yn 2014, er enghraifft, cyhoeddwyd albwm gysyniadol gan Gwenno, *Y Dydd Olaf*, wedi'i hysbrydoli'n rhannol gan nofel wyddonias Owain Owain o 1976 sy'n rhannu'r un teitl. Cyhoeddwyd gwaith celfyddydol amlgyfrwng yn 2019, a hynny gan yr awdur Llwyd Owen a band Yr Ods: 'cywaith cysyniadol' albwm a nofel *Iaith y Nefoedd*.[119] Nid albwm yn 'adrodd hanes' y nofel a geir yma, na chwaith nofel sydd wedi'i chanoli o amgylch cerddor yn creu a chynhyrchu albwm, ond yn hytrach ysbrydolwyd caneuon yr albwm gan y nofel fer, a'r naill waith yn bwydo naratif y llall, gan gyfoethogi'r profiad gwrando a darllen. Wrth agor y drafodaeth academaidd ar weithiau o'r fath yn y Gymraeg, gellid tynnu ar ymdriniaeth Walter Bernhart o gân Kate Bush, 'Wuthering Heights', sydd wedi'i hysbrydoli gan nofel enwog Emily Brontë, a'r ystyriaethau theoretig a methodolegol y mae Bernhart yn eu cyflwyno sy'n cynnig dulliau o drafod addasiadau rhyng-gyfryngol.[120]

Agwedd ar berthynas geiriau a cherddoriaeth nad yw'r astudiaeth bresennol wedi ymdrin â hi'n benodol yw cyfieithu gweithiau sy'n gysylltiedig â cherddoriaeth, fel geiriau caneuon ac operâu. Mae i'r diwylliant Cymraeg nodwedd arbennig: 'rheol Gymraeg' yr Eisteddfod Genedlaethol ac Eisteddfod yr Urdd, sy'n golygu na chaiff gwaith mewn unrhyw iaith heblaw'r Gymraeg ei berfformio ar eu llwyfannau. Diau bod y rheol iaith yn uniongyrchol gyfrifol am y nifer fawr o ganeuon sydd â geiriau Cymraeg iddynt, ac eto prin iawn yw'r drafodaeth ar y corff hwn o waith, ac ar arferion a dulliau'r ymarferwyr. Diddorol nodi yma na chafodd yr awdur presennol, wrth ymchwilio, hyd i unrhyw ymdriniaeth feirniadol o osodiadau cerddorion Cymreig (megis Dilys Elwyn-Edwards, Meirion Williams a Brian Hughes) o farddoniaeth Gymraeg: trywydd ymchwil addawol arall, tybir. Un o oblygiadau

[115] Jones, C. Owen, Elis ac M. (cyf.) (2007), '"Beatbox Taffia" II: Y Tueddiadau Amlycaf mewn Cerddoriaeth Hip-hop a Thanddaearol Cymraeg', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 7, 246–64.

[116] ap Siôn, 'Gwrthleisiau', 286–90.

[117] Griffiths, D. a Carr, G. (cyf.) (2000), '"Home is living like a man on the run": Iwerydd Cymreig John Cale', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 4, 186–211.

[118] Walford Davies, D. (1996), '"Ailysgrifennwn y Llyfraith": Barddoniaeth y Canu Pop', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 1, 180–205.

[119] Lwcus T (2019), *Iaith y Nefoedd* <https://lwcust.com/iaithynefoedd> [Cyrchwyd: 28 Ebrill 2021].

[120] Bernhart, W. (2015), 'From Novel to Song via Myth: *Wuthering Heights* as a Case of Popular Intermedial Adaptation', yn Wolf (gol.), *Essays on Literature and Music (1985–2013)*, tt. 391–404.

rheol iaith yr Eisteddfodau hyn yw fod cyfieithiadau dirifedi o ganeuon clasurol a phoblogaidd ar gael yn y Gymraeg, er mai'r arfer y tu allan i Gymru yw perfformio caneuon, a chaneuon clasurol yn enwedig, yn yr iaith wreiddiol. Gan ystyried y corff o waith ym maes cyfieithu sy'n canolbwyntio'n benodol ar gyfieithu darnau sy'n gysylltiedig â cherddoriaeth, rhaid rhyfeddu unwaith eto at y prinder yn y Gymraeg, ac yn ddiau byddai ymchwil pellach i'r agwedd hon ar gerddo-lenyddiaeth yn cynnig cyfle i gynnal trafodaeth ddiddorol a fyddai'n rhoi mewnwelediad newydd i agwedd bwysig ar y diwylliant Cymreig.

Wrth fwrw golwg dros y maes cerddo-lenyddol yn y Gymraeg yn gyffredinol, felly, gwelwn fod y rhan fwyaf o'r gwaith sydd wedi'i gyhoeddi'n ymdrin â ffurfiau a ffigyrau sy'n gydnabyddedig 'gerddorol': canu pop a cherddoriaeth draddodiadol, er enghraifft; cyfansoddwyr cerddoriaeth leisiol neu lenorion y mae eu gwaith yn gydnabyddedig gysylltiedig â cherddoriaeth. Efallai y ceir ambell gyfeiriad at gerddoriaeth yma a thraw mewn astudiaeth estynedig ar waith llenor, ond ni cheir llawer o ymdriniaethau sy'n mynd o dan wyneb y berthynas: mae'r enghreifftiau o drafodaeth gerddo-lenyddol ymwybodol, bwrpasol, yn brin. Yn nifer o'r ymdriniaethau a'r cyhoeddiadau y cyfeiriwyd atynt yng nghwrs yr erthygl hon, ystyriaeth ddifyr, wrth fynd heibio, yw'r agwedd gerddo-lenyddol, ac ni cheir ymdeimlad ei bod yn rhan o drafodaeth feirniadol ehangach. Teg yw haeru, felly, nad yw'r gymuned academaidd Gymreig wedi ymgymryd yn llawn â'r maes cerddo-lenyddol: fel yr awgrymodd John Rowlands yn 1977, mae angen ymchwil pellach, nid yn unig i weithiau ar 'music and literature', y mae'r rhan fwyaf o'r erthygl hon wedi canolbwyntio arnynt, ond 'literature in(to) music' a 'music in(to) literature' hefyd.

Gan ystyried y gweithgarwch diweddar yn y ddisgyblaeth ehangach, mae'n bwysig sicrhau bod y Gymraeg yn rhan o'r ddisgwrs gyffrous hon. Gwelir o'r arolwg hwn fod diddordeb craidd mewn gweithiau lle y mae cerddoriaeth a llenyddiaeth yn gorgyffwrdd, ond mai gwasgaredig yw'r astudiaethau ar y berthynas, a bod tuedd i ganolbwyntio ar y naill gelfyddyd neu'r llall wrth drafod gweithiau o'r fath, heb gynnwys ystyriaethau sy'n codi wrth ymgymryd â'r maes ymchwil ehangach. Mae potensial yma'n sicr: bu llenyddiaeth a llenorion yn rhan annatod o'r diwylliant cerddorol Cymreig drwy'r canrifoedd hyd heddiw. Yr hyn a ddaw'n amlwg o ystyried y gwaith beirniadol sydd wedi'i wneud hyd yma yw'r ffaith bod angen astudiaeth estynedig ar berthynas cerddoriaeth a llenyddiaeth yng Nghymru. Mae cyfleoedd dirifedi i ymgymryd ag ymchwil manylach ar waith llenorion, cerddorion, a ffurfiau llenyddol, a hynny yng nghyd-destun datblygiadau ehangach yn rhyngwladol mewn disgyblaeth sy'n parhau i ddatblygu. Fel sydd wedi'i gydnabod eisoes, nid arolwg cyflawn a chynhwysfawr a geir yma, ond yn hytrach ymgais i fwrw goleuni ar sefyllfa astudiaethau cerddo-lenyddol Cymreig, gan obeithio sbarduno ymchwil pwrpasol pellach yn y maes rhyngddisgyblaethol, diddorol hwn.

Llyfryddiaeth

Agawu, K. (1992), 'Theory and Practice in the Analysis of the Nineteenth-Century *Lied*', *Music Analysis*, 11 (1), Mawrth, 3–36.

Archif ITV Cymru/Wales @ LlGC (2015), *Gwlad y Gân* <https://www.youtube.com/watch?v=waM5L_nJoOg> [Cyrchwyd: 7 Awst 2020].

Barricelli, J. a Gibaldi, J. (goln) (1982), *Interrelations of Literature* (New York: Modern Language Association of America).

Bernhart, W., Scher, S. a Wolf, W. (goln) (1999), *Word and Music Studies: Defining the Field (Proceedings of the First International Conference on Word and Music Studies at Graz, 1997)* (Amsterdam: Rodopi).

—, Wolf, W. (goln) (2004), *Essays on Literature and Music (1967–2004) by Steven Paul Scher* (Amsterdam & New York: Rodopi).

Birtwistle, M. (2016), *Rhyfelgan: Casgliad o Ganeuon Cymraeg o'r Rhyfel Byd Cyntaf* (Llandysul: Gwasg Gomer).

Brill (2021), *Word and Music Studies* <https://brill.com/view/serial/WMS?language=en> [Cyrchwyd: 28 Ebrill 2021].

Brown, C. S. (1948), *Music and Literature: A Comparison of the Arts* (Athens, GA: University of Georgia Press).

— (1970), 'The Relations Between Music and Literature as a Field of Study', *Comparative Literature*, 22 (2), 97–107.

'Caerwyn' (1922), 'Perthynas y Bardd a'r Cerddor', *Y Cerddor Newydd*, 1 (7), September, 182–4.

— (1924), 'Y Delyneg yng Ngherddoriaeth Cymru', *Y Cerddor Newydd*, 3 (26), April, 46–8.

Catatonia (1998), 'International Velvet', *International Velvet*, Blanco Y Negro.

Cerdd Cymru, Caerdydd (2013), *Gwlad y Gân – Cyngerdd Agoriadol Womex 2013* <http://www.cerddcymru.co.uk/cardiff-womex-2013/1749?diablo.lang=cym> [Cyrchwyd: 17 Gorffennaf 2020].

Chiswell, H. (2019), *Shwd Ma'i Yr Hen Ffrind?* (Talybont: Y Lolfa).

Cockman, I. a Thomas, W. (addasiad) (2000), 'Robert Peilin (c.1575–c.1638) a "Josseffüs", ei Draethawd ar Gerddoriaeth', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 4, 39–71.

Cupers, J. a Weisstein, U. (goln) (2000), *Musico-Poetics in Perspective: Calvin S. Brown in Memoriam* (Amsterdam: Rodopi).

Davies, L., Uned Gyfieithu Prifysgol Cymru, Bangor (cyf.) (1997), 'Anelu at Arddull Geltaidd Ddilys mewn Cerddoriaeth: Bywyd a Gwaith David Vaughan Thomas (1873–1934)', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 2, 225–35.

Eaves, S. (1984), *Y Trên Olaf Adref* (Talybont: Y Lolfa).

Edwards, H. Teifi (1980), *Gŵyl Gwalia: Yr Eisteddfod Genedlaethol yn Oes Aur Victoria 1858–1868* (Llandysul: Gomer).

— (1989), *Codi'r Hen Wlad yn ei Hôl* (Llandysul: Gomer).

— (gol.), (2000), *A Guide to Welsh Literature c. 1800–1900* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru).

Evans, E. Keri (1905), 'Yn Eisieu – Libretti', *Y Cerddor*, XVII (197), 1 Mai, 45.

Evans, E. (2017), '"Geiriau Pur y Nef": Williams Pantycelyn a'r Beibl (i)', *Y Traethodydd*, CLXXII (722), Gorffennaf, 150–9.

– (2017a), '"Geiriau Pur y Nef": Williams Pantycelyn a'r Beibl (ii)', *Y Traethodydd*, CLXXIII (723), Hydref, 205–12.

Evans, M. (1982), 'Twll Bach y Clo', *Canu Gwerin*, 5, 5–10.

— (1984), 'Canu Gwerin Llŷn ac Eifionydd', *Canu Gwerin*, 7, 5–27.

— (1985), 'Deuair Fyrion ac Alawon', *Canu Gwerin*, 8, 16–31.

— (1987), 'Ceiriog: Bardd y Gân', *Canu Gwerin*, 10, 11–25.

— (1996), 'Canu Gorchest', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 1, 77–83.

— (2019), *Serch a'i Helyntion: Dadansoddiad o Ganeuon Gwerin Cymraeg* (Talybont: Y Lolfa).

—, Kinney, P. (2004), 'Hanes a Datblygiad Canu gyda'r Tannau', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 6, 155–73.

Gillies, W. (2010), 'Music and Gaelic Strict-metre Poetry', *Studia Celtica*, XLIV (1), 111–34.

Greenhill, P. (2011), 'Bardic Rhythm: The Implications from *Cerdd Dant* Studies', *Studia Celtica*, XLV (1), 131–53.

Griffiths, D. a Carr, G. (cyf.) (2000), '"Home is living like a man on the run": Iwerydd Cymreig John Cale', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 4, 186–211.

Griffiths, H. M. (1995–6), 'Cerddorion Cwm Rhymni', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 3 (4/5), 141–50.

Griffiths, Rh. (2012), 'Ieuan Gwyllt a'r "Llyfr Tonau Cynulleidfaol", 1859', *Y Traethodydd*, CLXVII (700), Ionawr, 30–44.

Gruffydd, W. J. (1934), '*Y Gainc Olaf* (T. Gwynn Jones ac W. S. Gwynn Williams)', *Y Llenor*, XIII, 191–3.

Gwilym, A. (2007), *Cerddoriaeth y Cymry: Cyflwyniad i Draddodiad Cerddorol Cymru* (Talybont: Y Lolfa).

Gwyndaf, R. (1997), *Teulu, Bro a Thelyn – Portread o Ganwr Gwerin a Chynheilydd Traddodiad: Emrys Jones, Llangwm* (Cymdeithas Alawon Gwerin Cymru, 1997).

Gwynn Williams, W. S. (gol.) (1922–9), *Y Cerddor Newydd* 1(1)–8(63).

'Hafren' (1934), 'Cyngherddau Radio Cymru Mis Ionawr', *Y Cerddor*, (Ail Gyfres) IV (3), Mawrth, 67.

Harper, S., Uned Gyfieithu Prifysgol Cymru, Bangor (cyf.) (1997), 'Esgoblyfr Bangor: Esgoblyfr Arfer Caersallog', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 2, 100–25.

— (2003), 'Tunes for a Welsh Psalter: Edmwnd Prys's *Llyfr y Psalmau*', *Studia Celtica*, XXXVII (1), 221–67.

Hill, S. (2016), '*Blerwytirhwng?': The Place of Welsh Pop Music* (London & New York: Routledge).

Hodges, H. A. a James, E. Wyn (goln) (2017), *Flame in the Mountains: Williams Pantycelyn, Ann Griffiths and the Welsh Hymn* (Talybont: Y Lolfa).

Hughes, G. Tegai (1989–90), 'Pantycelyn: Emyn yr Ardd', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 3 (2), 42–59.

Hughes, J. Ceiriog (dyddiad anhysbys), *Gweithiau Ceiriog Cyf. II* (Wrecsam: Hughes a'i Fab).

Hughes, M. (1987), 'Ceiriog a'r Traddodiad Telynegol', *Taliesin*, 59, Mai, 62–9.

Hutcheon, L. (1988), *A Poetics of Postmodernism: History, Theory, Fiction* (New York & London: Routledge).

Ifan, E., 'Cerdd-yddiaeth ar Waith: Agweddau ar Berthynas Gwaith Gwyn Thomas â Cherddoriaeth', traethawd MA, Prifysgol Bangor, Bangor, 2012.

— '"Y Gelfyddyd Gymodlawn": Perthynas Gwaith T. Gwynn Jones â Cherddoriaeth', traethawd PhD, Prifysgol Bangor, Bangor, 2017.

— (2020), 'Cyfieithu Cymru yn "Welsh Week" Wembley: H. Walford Davies, T. Gwynn Jones, a *Welsh Festival Music* (1924)', *Llên Cymru* 43, 22–52.

Ifans, Rh. (1998), '"O na bai fy mhen yn feipen ...": Golwg eto ar y canu ffolant', *Canu Gwerin*, 21, 25–33.

'The International Association for Word and Music Studies' (2020), *The International Association for Word and Music Studies* <http://www.wordmusicstudies.net/index.html> [Cyrchwyd: 7 Rhagfyr 2020].

James, A. (2011), *John Morris-Jones* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru).

James, E. Wyn (1993), '"Salmau, Hymnau ac Odlau Ysbrydol": Brasolwg ar y Cefndir Emynyddol i waith Williams Pantycelyn', *Llên Cymru*, 17 (3 a 4), Ionor–Gorffennaf, 205–25.

— (2005), 'Painting the World Green: Dafydd Iwan and the Welsh Protest Ballad', *Folk Music Journal*, 8 (5), 594–618.

— (2016), 'Ymfudo i America: Canu Hiraeth, Canu Caeth', *Canu Gwerin*, 39, 54–74.

Jarvis, B. (1988), 'Mary Owen yr Emynyddes', *Y Traethodydd*, CXLIII (606), Ionawr, 45–53.

Jenkins, D. (1896), 'Geiriau Cyfaddas at Gerddoriaeth', *Y Cerddor*, VIII (87), 2 Mawrth, 1–2.

Jenkins, David (1952), 'Carolau Haf a Gaeaf', *Llên Cymru*, 2 (1), Ionor, 46–54.

Jenkins, K. (1991), 'Williams Pantycelyn yr Emynydd', *Y Traethodydd*, CXLVI (621), Hydref, 192–207.

— (2011), *Cân y Ffydd: Ysgrifau ar Emynyddiaeth* (Caernarfon: Cymdeithas Emynau Cymru, mewn cydweithrediad â Gwasg y Bwthyn).

Jones, B. (1982), 'Miwsig Geiriau'n Hemynau', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 2 (5), Gorffennaf, 146–9.

Jones, C. Owen ac Elis, M. (cyf.) (2004), '"Beatbox Taffia": Cerddoriaeth Danddaearol Gymraeg yn y 1990au', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 6, 248–51.

—, Elis, M. (cyf.) (2007), '"Beatbox Taffia" II: Y Tueddiadau Amlycaf mewn Cerddoriaeth

Hip-Hop a Thanddaearol Cymraeg', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 7, 246–64.

— (2016), 'Papurau bro cynnar gogledd Cymru a cherddoriaeth roc Gymraeg', *Gwerddon*, 22, Hydref, 11–30.

Jones, Ffion Mair (2010), 'Huw Morys and the Civil Wars', *Studia Celtica*, XLIV (1), 165–99.

— (2011), '"Gŵyr Lloeger Aeth Benben â'u Brodyr eu Hunen": Y Baledwyr Cymraeg a Rhyfel Annibyniaeth America', *Y Traethodydd*, CLXVI (699), Hydref, 197–225.

Jones, J. Gwilym (1972), 'Yr Emyn fel Llenyddiaeth', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 1 (5), Gorffennaf, 113–32.

Jones, J. Gwynfor (1995–96), 'Cipdrem ar Emynau Ieuan Glan Geirionydd', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 3 (4–5), 126–40.

Jones, R. Elfyn (1979), 'E. T. Davies a Charadog Roberts', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 2 (2), Gorffennaf, 37–43.

Jones, S. (1970), *De Lloyd, David John (1883–1948), cerddor* <https://bywgraffiadur.cymru/article/c2-LLOY-JOH-1883> [Cyrchwyd: 8 Ionawr 2021].

Jones, T. (2001), 'Hiwmor yn y Baledi', *Canu Gwerin*, 24, 3–16.

Kinney, P. (1986), 'Narrow-Compass Tunes in Welsh Folk Song', *Canu Gwerin*, 9, 12–29.

— (1994), 'Contraboncin, Pigransi', *Canu Gwerin*, 17, 18–27.

—, Elis, Meg (cyf.) (2004), 'Hela'r Dryw', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 6, 119–25.

— (2011), *Welsh Traditional Music* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru).

Kramer, L. (1990), *Music as Cultural Practice:1800–1900* (Berkeley: University of California Press).

— (2017), *Song Acts: Writings on Words and Music* (Leiden and Boston: Brill & Rodopi).

Langer, S. K. (1953), *Feeling and Form* (New York: Scribner).

Low, P. (2017), *Translating Song: Lyrics and Text* (London & New York: Routledge).

Lwcus T (2019), *Iaith y Nefoedd* <https://lwcust.com/iaithynefoedd> [Cyrchwyd: 28 Ebrill 2021].

Llyfrgell Genedlaethol Cymru (2021), *Cylchgronau Cymru: Y Cerddor* <https://cylchgronau.llyfrgell.cymru/browse/2619094> [Cyrchwyd: 13 Ionawr 2021].

Miles, B. ac Edwards, D. (1978), 'Rhai Termau Cerddoriaeth Eglwysig yng Ngwaith y Cywyddwyr', *Y Traethodydd*, CXLII (604), Gorffennaf, 131–46.

Mills, P. (2010), *Hymns to the Silence: Inside the Words and Music of Van Morrison* (New York & London, Continuum).

Millward, E. G. (1987–88), 'Emynau "Eban y Lleban Llwyd"', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 2 (10), 313–22.

Morgan, T. J. (1940), '*Pennill a Thonc* (W. R. Evans)', *Y Llenor*, XIX, 203–4.

Morgans, D. (2002), 'Y Cerddor: Cyfnodolyn y Werin', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 5, 105–19.

Moskowitz, D. (2010), *The Words and Music of Jimi Hendrix* (Santa Barbara, CA: Praeger).

Nicholas, F. (1923), 'Poetry and Music', *Y Cerddor Newydd*, 1 (12), February, 325–7.
Nicol, B. (2009), *The Cambridge Introduction to Postmodern Fiction* (Cambridge: Cambridge University Press).
OED Online (2020), *"melopoeia, n."* <https://www-oed-com.abc.cardiff.ac.uk/view/Entry/116266#eid37204798> [Cyrchwyd: 26 Mehefin 2020].
The Official UK Charts Company (2020), *Official Albums Chart Top 100* <https://www.officialcharts.com/charts/albums-chart/19980510/7502/> [Cyrchwyd: 17 Gorffennaf 2020].
Potter, C. (gol.) (2013), *Erik Satie: Music, Art and Literature* (London and New York: Routledge).
Rae, C. (gol.) (2019), *André Jolivet: Music, Art and Literature* (London and New York: Routledge).
Rees, D. Ben (2002), 'Ysbrydolrwydd Emynyddes yr Ymgysegriad', *Y Traethodydd*, CLVII (661), Ebrill, 102–7.
@reviewwales (13 Rhagfyr 2018), <https://twitter.com/reviewwales/status/1073202376545263617?s=20> [Cyrchwyd: 20 Gorffennaf 2020].
Roberts, A. Wyn (1999), 'Y Gynghanedd a'r Emyn', *Y Traethodydd*, CLIV (649), Ebrill, 114–7.
Roberts, G. M. (1948), '*Hanes Canu Cynulleidfaol Cymru* (R. D. Griffith)', *Y Llenor* XXVII, 202–3.
— (1976), 'Mesur Wyth Saith Clonciog Ann Griffiths', *Bwletin Cymdeithas Emynau Cymru*, 1 (9), Gorffennaf, 258–61.
Robinson, S. (gol.) (2004), *Michael Tippett: Music and Literature* (Aldershot: Ashgate).
Rosser, S. M. (2005), *Y Ferch ym Myd y Faled: Delweddau o'r Ferch ym Maledi'r Ddeunawfed Ganrif* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru).
— (2007), 'Lladron a beirniaid llên: astudio baledi'r ddeunawfed ganrif', *Studia Celtica*, XLI (1), 185–98.
Rowlands, J. (1977), 'Ein Llenorion Cerddorol', *Ysgrifau Beirniadol*, X, 357–72.
Saer, R. (1987), 'Geiriau'r Garol "Wele'n Gwawrio"', *Canu Gwerin*, 10, 9–10.
— (2013), *'Canu at Iws' ac Ysgrifau Eraill* (Cymdeithas Alawon Gwerin Cymru, 2013).
Salisbury, L. (2010), 'Golwg ar ganeuon serch Iolo Morganwg, gyda sylw arbennig i'r "Ferch o'r Scerr"', *Gwerddon*, 5, Ionawr, 53–80.
Schiavone, O. (2017), *Llyfr y Selar* (Talybont: Y Lolfa).
ap Siôn, P., Uned Gyfieithu Prifysgol Cymru, Bangor (cyf.) (1997), 'Gwrthleisiau: Geraint Jarman a Gwreiddiau Reggae mewn Cerddoriaeth Boblogaidd Gymreig', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 2, 278–92.
— (2011), '"Ysgrifen ar y Mur"? Traddodiadau Canu Pop Cymraeg 1979–1997', *Ysgrifau Beirniadol*, XXX, 110–32.
—, Thomas, W. (goln) (2018), *Cydymaith i Gerddoriaeth Cymru* (Talybont: Y Lolfa).
@SionedGwen (11 Awst 2018), <https://twitter.com/SionedGwen/status/1028299490728587265?s=20> [Cyrchwyd: 20 Gorffennaf 2020].

da Sousa Correa, D. (gol.) (2020), *The Edinburgh Companion to Literature and Music* (Edinburgh: Edinburgh University Press).

Symons, D. (2004), 'Michael Tippett: Music and Literature (Review)', *Musicology Australia*, 27 (1), 150–2.

Thomas, B. Bowen (1951), *Baledi Morgannwg* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru).

Thomas, E. H. (1944), 'Ehangder trwy'r Celfyddydau', *Y Llenor*, XXIII, 89–96.

Thomas, G. (2015), *Llyfr Gwyn: Cyfres Llenorion Cymru* (Barddas).

Thomas, M. Gwerful (2002), 'Gŵyl a Galar: Golwg ar Faledi Benjamin Benjamin (Bardd Coch)', *Taliesin*, 114, Gwanwyn, 37–51.

Thomas, T. (1921), 'Sylfeini Cân', *Y Cerddor*, XXXIII (393), 1 Medi 1921, 118–20.

Thomas, W. (1982), *Cerdd a Chân: Golwg ar Gerddoriaeth Draddodiadol yng Nghymru* (Dinbych: Gwasg Gee).

Thomas, Wyn (2007), 'Annie Ellis "Cwrt Mawr", Canorion Aberystwyth a chanu traddodiadol Cymru', *Gwerddon*, 2, Hydref, 51–86.

Walford Davies, D. (1996), '"Ailysgrifennwn y Llyfraith": Barddoniaeth y Canu Pop', *Welsh Music History: Hanes Cerddoriaeth Cymru*, 1, 180–205.

@welshgocreative (1 Mawrth 2020), <https://twitter.com/welshgocreative/status/1234084729806348288?s=20> [Cyrchwyd: 20 Gorffennaf 2020].

Williams, E. a Jarman, G. (2011), *Twrw Jarman* (Llandysul: Gwasg Gomer).

Williams, G. (2005), '"Pob Nodyn fel Perlyn Pur": Agweddau ar Ddiwylliant Corawl Cymoedd y De gyda Sylw Arbennig i Ardaloedd Diwydiannol Gwent, 1850–1914', *Welsh History Review*, 22 (4), 705–29.

— (2015), 'Cythraul y Canu yn Oes Aur y Corau Mawr', *Y Traethodydd*, CLXX (713), Ebrill, 97–110.

— (2015a), *Do You Hear the People Sing? The Male Voice Choirs of Wales* (Llandysul: Gomer).

Williams, H. (1969), 'Y Busnes Cyfieithu 'Ma', *Taliesin*, 17, 108–13.

Williams, J. Lloyd (1914), 'Folk Songs Collected in Flintshire (etc.) (*Mrs. Herbert Lewis*), Alawon Gwerin Môn (*Grace Gwyneddon Davies*)', *Y Beirniad*, IV, 288–91.

Williams, W. Albert (1942), 'Y Llenor a Cherddoriaeth', *Y Llenor*, XXI, 37–42.

Williamson, J. (gol.) (2005), *Words and Music* (Liverpool: Liverpool University Press).

Wilson, J. (2019), *Freedom Music: Wales, Emancipation & Jazz 1850–1950* (Caerdydd: Gwasg Prifysgol Cymru).

Woldu, G. Hilson (2008), *The Words and Music of Ice Cube* (Westport, CT: Praeger).

Wolf, W. (gol.) (2015), *Essays on Literature and Music (1985–2013) by Walter Bernhart* (Leiden and Boston: Rodopi).

Wyn, H. (2002), *Be Bop a Lula'r Delyn Aur: Hanes Canu Poblogaidd Cymraeg* (Talybont: Y Lolfa).

— (2006), '"Sgwn i os byddi yno, Mister Duw?": Gwaddol a Gwaddod Anghydffurfiaeth yn y Diwylliant Roc Cymraeg', *Taliesin*, 129, Gaeaf, 84–107.

— (2015), *Ar Drywydd Meic Stevens: Y Swynwr o Solfach* (Talybont: Y Lolfa).

Adnabod y peryglon – dadansoddiad cychwynnol o gamblo ymysg myfyrwyr chwaraeon

Carwyn Jones, Meilyr Jones a Daisie Mayes

Ysgol Chwaraeon, Prifysgol Metropolitan Caerdydd

Cyflwynwyd: 5 Tachwedd 2020; Derbyniwyd: 24 Mehefin 2021

Crynodeb: Bwriad yr ymchwil hwn oedd ceisio dod i ddeall natur y perygl sy'n gysylltiedig ag arferion gamblo myfyrwyr sy'n cystadlu mewn chwaraeon. Mae'r myfyrwyr hyn, fel pawb arall, yn agored i'r peryglon amlwg sy'n gysylltiedig â gamblo, ond hefyd yn gorfod dilyn rheolau uniondeb gamblo (*gambling integrity rules*) sy'n cyfyngu ar eu hymddygiad gamblo. Drwy ddefnyddio grwpiau ffocws gyda myfyrwyr chwaraeon – aelodau o dimau rygbi a phêl-droed (bechgyn a merched) – darganfuwyd bod gamblo yn arfer cyffredin. Yn bwysicach na hynny, darganfuwyd bod diffyg dealltwriaeth ac ymwybyddiaeth ynglŷn â natur a symptomau dibyniaeth a'r broses o golli rheolaeth. Yn ogystal, gwelwyd nad oedd myfyrwyr yn cymryd y rheolau gamblo o ddifri a bod rhai yn torri'r rheolau.

Allweddeiriau: myfyrwyr Chwaraeon, gamblo, risg, niwed, twyllo, betio, rheolau uniondeb gamblo, gamblo problemus.

Seeing the risks – a preliminary analysis of gambling among student athletes

Abstract: The aim of this research was to gain insight into the potential risks associated with sport students' gambling habits. There are a number of common risks associated with gambling, but sport students are subject to additional risks because they play in games that are part of the betting market and they must therefore comply with gambling integrity rules. Using focus groups with male and female rugby and football players, we found that gambling was common. We also found that there was a lack of awareness and understanding about how gambling problems might arise. We also found that there was a *laissez-faire* approach to the gambling integrity rules.

Keywords: Sports students, gambling, risk, harm, cheating, gambling integrity rules, gambling problems.

Coleg Cymraeg Cenedlaethol
ISSN: 1741-4261
http://gwerddon.cymru

Cyd-destun

Bellach, mae'r berthynas rhwng chwaraeon a gamblo yn amlwg. Er bod rhai buddion i'r berthynas (megis cyllid pwysig i glybiau drwy nawdd cwmnïau gamblo), mae nifer o broblemau dwys hefyd. Un broblem amlwg yw'r diwylliant ac arferion gamblo ymysg athletwyr proffesiynol, yn enwedig chwaraewyr pêl-droed a rygbi gwrywaidd. Mae gamblo yn weithred dorfol gyffredin mewn llawer o dimau: yn rhan o'r diwylliant ac yn ffordd o dreulio'r amser mewn cyfnodau tawel. Efallai nad yw'n syndod, felly, fod llawer o athletwyr elît wedi magu problem gamblo, gan gynnwys caethiwed i gamblo. Mae Tony Adams, sefydlydd y clinig Sporting Chance, yn disgrifio 'epidemig' o gamblo ymysg chwaraewyr a chyn-chwaraewyr pêl-droed, gyda nifer cynyddol yn derbyn triniaeth yno. Pryder cynyddol arall yw bod mwy a mwy o athletwyr yn mynd yn groes i reolau cyrff llywodraethol a luniwyd i amddiffyn uniondeb (*integrity*) y marchnadoedd gamblo. Yn ddiweddar, cafodd cyn-hyfforddwr rygbi Cymru, Rob Howley, ei wahardd gan Rygbi'r Byd am dorri eu rheolau betio gan ei fod wedi betio ar gemau Cymru. Cred Orford (2011, 2020) fod perthynas gymhleth rhwng y diwylliant gamblo, y canfyddiad o gamblo fel gweithgaredd hamdden 'arferol', arferion gamblo ac unigolion yn datblygu problem gamblo. I athletwyr, mae elfen o risg ychwanegol, sef cael eu temtio i dorri rheolau betio.

Ein nod yn yr astudiaeth hon oedd ymchwilio i arferion gamblo ymhlith myfyrwyr sy'n cystadlu mewn chwaraeon ar ran eu prifysgol. Mae dau reswm pwysig dros astudio'r grŵp hwn o fyfyrwyr. Yn gyntaf, credwn fod aelodau'r grŵp hwn mewn perygl o gamblo a allai fod yn niweidiol oherwydd eu bod yn perthyn i grŵp (myfyrwyr prifysgol) sy'n fwy bregus (Buckle et al., 2013). Awgrymodd Comisiwn Gamblo (2017) fod dau o bob tri myfyriwr israddedig wedi gamblo yn y mis blaenorol, a bod un o bob pedwar o'r myfyrwyr hyn wedi cyfaddef iddynt wario mwy nag y gallent ei fforddio ar weithgarwch gamblo. Yn ail, mae'r myfyrwyr yn rhannu nodweddion pwysig gydag athletwyr elît (uchod), sydd yn cynyddu ac yn ehangu natur y risg. Maent yn perthyn i ddiwylliant chwaraeon ac yn debygol o efelychu hunaniaethau cymdeithasol a chymheiriaid athletwyr proffesiynol (Bowles, 2018). Hefyd, mae rhai myfyrwyr, yn sgil eu haelodaeth o dimau chwaraeon y brifysgol, yn gorfod dilyn rheolau betio.

Cefndir – pam poeni am gamblo?

Yn ôl arolwg diweddar gan y Comisiwn Gamblo (2019), yr oedd 46% o boblogaeth y Deyrnas Unedig dros 16 mlwydd oed wedi gamblo yn ystod y pedair wythnos flaenorol, gyda 52% o'r cyfranogwyr yn gamblo o leiaf unwaith yr wythnos. Mae'r ffigurau hyn, a'r dystiolaeth am natur ecsbloetiol strategaethau marchnata gamblo yn gyffredinol (Binde, 2009; Derevensky et al., 2010), ac mewn chwaraeon yn benodol (Jones, Pinder a Robinson, 2019), yn codi pryderon am beryglon gamblo yn y gymdeithas. Mae'r twf sylweddol yn y diwylliant gamblo ers Deddf Gamblo 2005 a'r datblygiadau technolegol diweddar yn galluogi canran fawr o'r boblogaeth i gael mynediad cynyddol syml at ffurf o gamblo (Orford, 2011). Yn y gorffennol, roedd yn rhaid mynychu tafarndai, siopau betio a thraciau rasio i osod bet, ond bellach

mae'n bosib gamblo ar-lein drwy dechnoleg symudol unrhyw adeg o'r dydd neu'r nos. Mae'r datblygiadau hyn yn y diwydiant yn peryglu pobl ifanc yn arbennig gan eu bod yn gyfforddus iawn yn defnyddio dyfeisiadau symudol (Griffiths a Parke, 2009; King, Delfabbro a Griffiths, 2010) – ac efallai'n orddibynnol arnynt. I gyd-fynd â'r dulliau hyblyg hyn o osod bet, mae dewis neu gyflenwad di-ben-draw ar gael ar-lein i fodloni gamblwyr o bob math. Mae cwmnïau gamblo yn cynnig cyfrifon ar-lein i'w cwsmeriaid (drwy apiau) ac yn aml mae gamblwyr (gan gynnwys pobl ifanc) yn berchen ar nifer o gyfrifon ar-lein gyda gwahanol gwmnïau (Deans et al., 2016a; Comisiwn Gamblo, 2019). Mae'r gallu cyfleus hwn i osod bet 'yn y fan a'r lle' yn plethu â betio wrth chwarae (*in-play*) ar chwaraeon ac yn medru arwain at fetio byrbwyll ac ymlid colledion (*chase losses*), un o brif nodweddion gamblo problemus. Mae hyn yn peri gofid mawr, yn enwedig pan fydd gamblwyr yn defnyddio betiau un-clic i gamblo arian mawr ar ods risg uchel (Lopez-Gonzalez, Guerrero-Solé a Griffiths, 2017).

Ochr yn ochr â'r cynnydd mewn gamblo, gyda mwy yn gamblo a mwy yn cael ei wario, mae twf yn y problemau sy'n gysylltiedig â gamblo. O ganlyniad, mae gamblo – a pholisi gamblo – yn dod yn fater iechyd cyhoeddus. Yn ôl pennaeth y gwasanaethau iechyd meddwl yn Lloegr, dylai cwmnïau gamblo weithredu er mwyn amddiffyn gamblwyr rhag niwed 'dinistriol' eu gamblo. Mae hon yn neges glir fod y diwydiant yn chwarae rhan flaenllaw yn y problemau sy'n cael eu creu. Gall canlyniadau negyddol gamblo problemus gynnwys dyled, troseddu, colli swyddi, perthynas yn chwalu, gorbryder, iselder, camddefnyddio alcohol/sylweddau a hunanladdiad. Ni chyfyngir y canlyniadau negyddol i'r unigolyn, fodd bynnag. Dadleua Orford (2011) fod pob unigolyn sydd â phroblem gamblo yn effeithio ar rhwng 10 a 17 o bobl eraill, megis aelodau'r teulu, ffrindiau, cyfoedion a chyd-weithwyr.

Mae tystiolaeth bod gamblo ymhlith myfyrwyr yn broblem arbennig oherwydd eu hoedran a'u sefyllfa unigryw. Dengys astudiaethau fod myfyrwyr sy'n gamblo – boed hynny yn aml neu beidio – yn fwy tebygol o ddioddef problemau iechyd meddwl, gan gynnwys pryder a symptomau iselder, na'u cyfoedion nad ydynt yn gamblo (Scholes-Balog a Hemphill, 2012). Yn ogystal, canfuwyd bod pobl ifanc yn eu harddegau ac oedolion ifanc sy'n gamblo yn dangos lefelau is o hunan-barch a lefelau uwch o orbryder, yn ogystal ag arddangos symptomau iselder (Delfabbro, Lahn a Grabosky, 2006; Shead, Derevensky a Gupta, 2011). Mae astudiaethau hefyd wedi awgrymu bod gamblwyr ifanc mewn mwy o berygl o fabwysiadu ymddygiadau risg uchel eraill, gan gynnwys goryfed a defnyddio cyffuriau (Delfabbro et al., 2006; Ste-Marie, Gupta a Derevensky, 2006). Yn ôl Buckle et al. (2013), mae gamblwyr ifanc yn fwy tebygol o ddatblygu problem gamblo yn y dyfodol.

Normaleiddio gamblo

Yn ôl Orford (2020), mae'r sefydliad gamblo – cynghrair bwerus o fuddiannau – yn chwarae rhan flaenllaw yn y problemau a nodwyd uchod, ac yn gweithio'n fwriadol i normaleiddio gamblo, er gwaethaf y peryglon cysylltiedig. Mae'r sefydliad gamblo yn cynnwys y diwydiant gamblo (cwmnïau cyfarwydd megis William Hill), y llywodraeth (gyfredol a blaenorol) a'i pholisïau sydd wedi caniatáu, annog ac ehangu'r ddarpariaeth – ac yn parhau i wneud

hynny – a sefydliadau anllywodraethol, megis clybiau pêl-droed a chyrff llywodraethu fel Cymdeithas Bêl-droed Lloegr. Mae'r sefydliad gamblo yn creu ac yn cynnal naratif fod gamblo yn dderbyniol ac yn 'werthfawr', sydd yn ei dro yn arwain at fwy o gamblo gan fwy o bobl – proses o normaleiddio. Canlyniad amlwg i'r cynnydd mewn gamblo – ar wahân i'r cynnydd yn elw'r diwydiant – yw'r cynnydd yn y problemau (Cassidy, 2020). Er gwaetha'r canlyniadau negyddol, mae'r 'ddisgwrs sefydliadol' yn dylanwadu ar bolisi ac yn siapio ymddygiad gamblo cyfunol a phatrymau ac arferion gamblo unigol mewn ffordd sydd yn gwarchod ac yn cynyddu buddion y sefydliad. Cyflwynir neges y ddisgwrs hon – fod gamblo yn gymeradwy – yn aml ac yn rymus drwy farchnata, yn enwedig yng nghyd-destun pêl-droed a chwaraeon eraill (Jones et al., 2019). Mae Orford (2020) yn trafod pum 'math' o 'ddisgwrs' sy'n cyfrannu at y broses o normaleiddio gamblo, neu efallai'n ei hymgorffori. Mae'r rhain yn cynnwys disgwrs 'adloniant diniwed', 'busnes cyffredin', 'buddion cymdeithasol a diwylliannol', 'rhyddid i ddewis', sef yr hawl i bawb (oedolion) wneud eu penderfyniadau eu hunain, a 'chyfrifoldeb personol'. Y neges yw mai hwyl eithaf diniwed yw gamblo, yn debyg i weithgareddau hamdden eraill. Mae'r cwmnïau yn cynnig 'cynnyrch' cyffredin i gwrdd â'r galw presennol am gyfleoedd gamblo yn y gymdeithas. Darperir swyddi pwysig gan y cwmnïau hyn, ac maent yn ffynhonnell treth a chyllid ar gyfer grwpiau cymunedol a chwaraeon. Mae gan bobl – oedolion yn yr achos hwn – y gallu i ddewis yn ddoeth pryd i gamblo a faint o arian i'w wario, ac mae angen gwarchod eu hawliau i wneud hynny. Mae unrhyw un sy'n gwrthwynebu'r syniadau hyn yn cael ei labelu'n rhywun sy'n difetha'r hwyl (*spoilsport*) (Adams, 2016) neu'n cael ei gyhuddo o ymyrryd yn rhyddid oedolion aeddfed a galluog i ymddwyn fel y mynnant. Un o negeseuon amlycaf y sefydliad yw mai gwendid yr unigolyn, ac nid ymddygiad y sefydliad, sy'n gyfrifol am unrhyw broblemau gamblo.

Betio ar chwaraeon

Mae nifer o ffyrdd gwahanol o gamblo, gan gynnwys loteriau, cardiau crafu, casinos, peiriannau gamblo electronig, bingo a betio ar chwaraeon. Yn ôl ymchwil, mae gwahaniaeth rhwng arferion dynion a merched, gyda dynion yn ffafrio gweithgareddau'n 'seiliedig ar sgiliau', fel casinos a betio ar chwaraeon, tra bod menywod yn ffafrio gweithgareddau sy'n 'seiliedig ar lwc', fel peiriannau gamblo electronig a bingo (Grant, Kushner a Kim, 2002). Does dim amheuaeth nad yw betio ar chwaraeon, ac ar bêl-droed yn benodol, gan ddefnyddio cyfrifon betio ar-lein wedi cynyddu'n sylweddol yn ddiweddar; erbyn hyn, mae 5.8% o boblogaeth y DU yn betio ar bêl-droed yn rheolaidd. Mae betio ar chwaraeon ar-lein yn boblogaidd iawn ymhlith pobl ifanc, ac mae rhai'n pryderu am effaith y twf mewn marchnata yng nghyd-destun chwaraeon ar batrwm gamblo a'r niwed cysylltiedig (Orford, 2020; Jones et al., 2019).

Ceir dau fath o bryder. Yn gyntaf, mae tystiolaeth bod y diwydiant chwaraeon, drwy nifer o brosesau gan gynnwys marchnata uniongyrchol, yn creu cynnydd mewn gamblo. Yn ôl Hing, Vitartas a Lamont (2013), mae perthynas rhwng gwylio chwaraeon ar y teledu a'r bwriad i gamblo. Y goblygiad yw bod cynnwys y darllediad – hysbysebion, logos noddwyr

a naratif y sylwebwyr – yn ysgogi gamblo. Mae dynion yn gwylio mwy o chwaraeon na merched, a hynny yn amlach, ac felly mae'r effaith ar eu bwriad i gamblo yn gryfach. Roedd merched sy'n gwylio chwaraeon hefyd yn dangos mwy o fwriad i gamblo. Mae rhai'n awgrymu bod y strategaethau marchnata a ddefnyddir gan y diwydiant gamblo ar chwaraeon yn targedu dynion ifanc yn benodol (Lopez-Gonzalez et al., 2017). Mae dadansoddiad o hysbysebion yn dangos themâu amlwg sy'n debygol o apelio at y grŵp hwn, gan gynnwys: "defodau ac ymddygiad cefnogwyr chwaraeon; cyfeillgarwch; stereoteipiau rhyw; ennill; statws cymdeithasol; antur; gwefr a risg; hapusrwydd; delweddaeth rywiol; pŵer a rheolaeth; a gwladgarwch" (Deans et al., 2016b: t.1).

O ganlyniad, mae dynion ifanc yn cael eu dylanwadu i gamblo (Thomas et al., 2012b) ac mae betio ar chwaraeon, yn enwedig ymysg dynion ifanc, yn cael ei normaleiddio (Deans et al., 2017b). Mae'r broses o hyrwyddo a marchnata gamblo yn rhan annatod o wylio a dilyn chwaraeon (Thomas et al., 2012a). Ar hyn o bryd, cwmni betio yw prif noddwyr crysau hanner timau Uwch-gynghrair Lloegr, ac mae cyfuniad o nawdd – gan gynnwys timau, cystadlaethau a lleoliadau – a marchnata, ar ffurf hysbysfyrddau, gwefannau cymdeithasol a'r teledu, wedi trawsnewid tirlun chwaraeon (Jones et al., 2019). Yr ail fath o bryder yw bod natur cynnyrch neu'r farchnad gamblo chwaraeon yn cynnig math o gamblo sydd yn fwy peryglus na chynhyrchion eraill, fel cardiau crafu, bingo neu rasys ceffylau, a hynny oherwydd y gallu i osod bet yn y fan a'r lle ac ymlid colledion; gweler Lopez-Gonzalez, Guerrero-Solé a Griffiths, 2017 uchod). Canfu Hing et al. (2016) fod mwy o berygl i ddynion ifanc sy'n betio ar chwaraeon ddatblygu problemau os ydynt yn sengl, wedi cael addysg, yn gyflogedig neu'n fyfyrwyr llawn-amser.

Nid marchnata yn unig sy'n gwneud y gwaith o normaleiddio. Yn ôl Deans et al. (2017b), gall dylanwad grwpiau cyfoedion gael effaith sylweddol ar ymddygiad ac agweddau tuag at gamblo. Mae trafod gamblo – pwy sy'n betio ar beth, pa gwmni sy'n cynnig yr ods gorau – yn rhan o'r ddisgwrs ymysg cyfoedion, yn enwedig o fewn grwpiau cyfoedion. Daw'r pwnc yn rhan o'r 'dôn' neu'r ethos cyffredin (Hing et al., 2016; Pitt, Thomas a Bestman, 2016). Disgrifia Gordon, Gurrieri a Chapman (2015) yr arfer o gamblo ar chwaraeon ymhlith cyfoedion fel 'cymuned o ddefnyddwyr' (*consumption community*). Gallai ethos gamblo ymysg grwpiau o ffrindiau penodol neu dimau greu pwysau cymdeithasol ar eraill o fewn y grŵp i gamblo er mwyn parhau i fod yn aelod o'r grŵp (Deans et al., 2017a).

Uniondeb (*Integrity*)

Fel y soniwyd uchod, risg arall i fyfyrwyr chwaraeon yw torri rheolau uniondeb gamblo, yn fwriadol neu'n ddamweiniol. O ganlyniad i'r farchnad enfawr mewn gamblo ar chwaraeon, mae chwaraewyr, hyfforddwyr, dyfarnwyr, gweithwyr a gwirfoddolwyr o bob lliw a llun yn gorfod dilyn y rheolau – hyd yn oed hyfforddwyr timau pêl-droed plant dan 7 oed. Yn ôl Tak, Sam a Jackson (2018), mae'r farchnad betio fyd-eang yn creu cyfleoedd di-ben-draw i unigolion dwyllo. Mae'n anodd iawn rheoleiddio pob ymddygiad anghyfreithlon. Mae hefyd yn anodd amcangyfrif maint y twyll sy'n gysylltiedig â gamblo oherwydd natur ddiderfyn

y cyfleoedd sydd ar gael (canran bach o dwyllwyr sydd yn cael eu dal) ac oherwydd lefel y cyfrinachedd sy'n gysylltiedig â 'threfnu i dwyllo' (*fixing*); does neb sydd yn twyllo yn debygol o gyfaddef hynny. Yn ogystal, mae sefydliadau, e.e. clybiau chwaraeon, cyrff llywodraethu neu gwmnïau gamblo, yn gyndyn o ddatgelu gwybodaeth am y lefelau twyllo er mwyn amddiffyn eu cynnyrch (Numerato, 2016).

Yn y DU, mae'r broses o reoli uniondeb betio mewn chwaraeon yn un amlhaenog ac yn cynnwys nifer o gyrff llywodraethu cyhoeddus a sefydliadau preifat. Y Fforwm Uniondeb Betio ar Chwaraeon (SBIF – Sports Betting Integrity Forum) a'r Uned Uniondeb Betio ar Chwaraeon (SBIU – Sports Betting Integrity Unit) sydd yn rheoli uniondeb (*integrity*) betio ar chwaraeon ym Mhrydain. Sefydlwyd y Comisiwn Gamblo (Gambling Commission) yn sgil Deddf Gamblo 2005 fel corff trwyddedu a rheoleiddio'r diwydiant gamblo. Mae'r Comisiwn yn gweithio gyda SBIF a'r Llywodraeth, gweithredwyr betio, cyrff llywodraethu chwaraeon (gan gynnwys cymdeithasau chwaraewyr) a'r heddlu i rwystro twyllo ac i ddal a chosbi troseddwyr; er enghraifft, cafodd Rob Howley ei ddal o ganlyniad i'r broses hon. Mae disgwyl i Gyrff Llywodraethol Rhyngwladol Chwaraeon chwarae rhan allweddol drwy ddatblygu rheolau clir, systemau adrodd a chosbi, ynghyd â rhaglenni addysg i godi ymwybyddiaeth o gamblo ymhlith athletwyr, hyfforddwyr, swyddogion a gweinyddwyr. Yn ôl Tak (2018), mae'r strategaeth yn ystyried twyll fel methiant moesol unigolyn ac felly'n canolbwyntio ar yr unigolion sydd â'r gallu i ddylanwadu – drwy weithredu o fewn gêm neu ddatgelu gwybodaeth fewnol – yn hytrach na'r strwythur sydd yn caniatáu i gwmnïau gynnig betiau ar lu o wahanol ganlyniadau. Er mai prin yw'r dystiolaeth o lygredd systematig yn y DU, mae'r Comisiwn Gamblo a'r SBIF yn credu bod unigolion sy'n bachu ar gyfleoedd i geisio elwa ar fetio neu sy'n torri'r rheolau'n fwriadol (neu'n ddiarwybod) yn fygythiad cyson. Mae rheswm dros gredu bod y rheolau'n cael eu torri yn aml er nad oes twyll yn digwydd. Er bod Rob Howley wedi torri'r rheolau drwy fetio ar gemau rygbi, gan gynnwys gemau Cymru, nid oes awgrym ei fod wedi ceisio dylanwadu ar ganlyniadau'r gemau. Yr ydym yn ymwybodol o esiamplau eraill o'r math hwn o droseddu ar nifer o wahanol lefelau.

Wrth gwrs, nid oes raid dylanwadu ar ganlyniad gemau i dwyllo. Yn ôl Tak et al. (2018), mae cyfleoedd ar gael i fetio ar elfen o'r gêm (*spot betting*). Mae hyn yn ei gwneud yn llawer haws i chwaraewyr ddylanwadu ar ddigwyddiad penodol heb newid y canlyniad a heb gael eu dal. Mae hanes hir o ystumio digwyddiadau (*event manipulation*) (Cleret, McNamee a Page, 2017) o fewn chwaraeon, megis y sgandal ynghylch trefnu elfen o'r gêm (*spot-fixing*) mewn criced (e.e. Mohammed Amir, Mohammed Asif a Salman Butt o Bacistan) a'r digwyddiad chwerthinllyd yn ymwneud â Wayne Shaw, cyn gôl-geidwad Sutton United. Cafodd Shaw ddirwy gan yr FA a'i wahardd am ddau fis am dorri rheolau betio oherwydd iddo gael ei weld yn bwyta pastai gig yn ystod gêm yn erbyn Arsenal yn 2017. Roedd bwci wedi cynnig ods o 8–1 y byddai Shaw yn bwyta pastai gig ar y teledu, ac yn ôl pob tebyg wedi derbyn betiau ar hynny. Roedd Shaw yn ymwybodol o'r bet ac aeth ati i fwyta'r bastai. Does dim awgrym ei fod wedi elwa yn sgil ei weithred, ond roedd yn torri rheolau betio'r FA. Mae stori Shaw yn amlygu pwynt Tak (2018) uchod: cosbwyd Shaw (yr unigolyn) ond siawns nad oedd y cwmni betio ar fai (yn foesegol) am gynnig y fath gyfle. Mae hefyd yn

amlygu sut y gall rhywun gyflawni rhywbeth (e.e. cael cerdyn melyn cyntaf y gêm) er mwyn ennill bet.

Mae'r rheolau sy'n cyfyngu ar ymddygiad yn amrywio, ond maent fwy neu lai yn gwahardd chwaraewyr, hyfforddwyr ac eraill sy'n rhan o'r timau rhag betio, neu elwa yn sgil betio, ar gemau y maent yn cymryd rhan ynddynt, ar unrhyw gêm o fewn y gystadleuaeth y maent yn rhan ohoni neu wedi bod yn rhan ohoni, neu gemau o fewn eu gwlad. Mae'n hawdd dychmygu rhywun yn cynnig arian i fyfyriwr (cyfran o enillion) fel cymhelliant i weithredu, e.e. i droseddu er mwyn cael cerdyn melyn yn gynnar mewn gêm bêl-droed. Clywsom yn anffurfiol am fyfyrwraig yn cael ei darbwyllo gan ei brawd i weithredu fel hyn (fel jôc, efallai). Gall myfyrwyr symbylu'r weithred eu hunain hefyd a gofyn i rywun arall osod bet ar eu rhan.

Yn ôl Lastra, Bell a Bond (2018), ymhlith y ffactorau risg ar gyfer tueddiad at lygredd y mae amgylchedd caeedig chwaraeon, problemau ariannol a gwahaniaethau rhwng cyflogau. Mae Forrest, McHale a McAuley (2008) yn dadlau bod unigolion sy'n ymwneud â chwaraeon haen is mewn mwy o berygl o ymwneud â llygredd oherwydd bod ganddynt fwy i'w ennill, llai i'w golli a bod llai o siawns iddynt gael eu dal. Mae cael eich temtio i drefnu elfen o'r gêm yn fwy o risg oherwydd gellir ei wneud heb gydgynllwynio ag unrhyw un arall sy'n cymryd rhan yn y gêm ac nid oes angen iddo effeithio ar y canlyniad (Misra, Anderson a Saunders, 2013). Mae hyn yn arbennig o berthnasol yng nghyd-destun chwaraeon prifysgol yn y DU a chyfraniad timau prifysgol mewn cystadlaethau a chynghreiriau proffil uchel (e.e. cynghrair Europa). Yn aml, bydd y gwrthwynebwyr mewn cynghreiriau o'r fath yn cael eu talu'n gymharol dda o'u cymharu â'r myfyrwyr, nad ydynt yn cael eu talu.

Dulliau

Er mwyn cyflawni amcanion yr ymchwil, cafodd myfyrwyr chwaraeon (chwaraewyr rygbi a phêl-droed, dynion a merched) eu recriwtio'n bwrpasol o un brifysgol yn y Deyrnas Unedig sydd ag enw da am chwaraeon myfyrwyr elît. Roedd pob un ohonynt yn cystadlu ym mhrif adrannau cystadlaethau Chwaraeon Prifysgolion a Cholegau Prydain (BUCS) ac yn cystadlu mewn cynghreiriau cenedlaethol nad ydynt i fyfyrwyr yn unig (e.e. Cymru Premier). Trwy gyfuniad o samplo pwrpasol a samplu caseg eira (*snowball*), cafodd cyfanswm o bedwar ar ddeg o fyfyrwyr eu recriwtio. Roedd y sampl yn cynnwys myfyrwyr israddedig, graddedig ac ôl-raddedig, yn ogystal â dau gyn-athletwr a oedd yn parhau i gystadlu dros eu clybiau chwaraeon prifysgol gwreiddiol (gweler Tabl 1 isod). Cytunodd dau Gyfarwyddwr Perfformiad (allan o bedwar) i gymryd rhan yn yr astudiaeth hefyd. Roedd y ddau gyfarwyddwr – y ddau yn oddeutu deugain oed – yn brofiadol a llwyddiannus, ac wedi bod yn eu swyddi am o leiaf bedair blynedd, ond yn gweithio fel rhan o'r tîm hyfforddi gyda'u clybiau ers dros ddeg mlynedd. Mae manylion cyswllt tîm y Cyfarwyddwyr Perfformiad wedi cael eu dileu er mwyn eu cadw'n anhysbys, ac felly hefyd eu hathletwyr.

Tabl 1: Crynodeb disgrifiadol o'r cyfranogwyr – myfyrwyr/athletwyr

Cyfranogwr	Oed	Statws Gradd	Tîm
Lea	26	Graddedig	Pêl-droed merched
Tina	26	Ôl-raddedig	Pêl-droed merched
Alice	21	Israddedig	Pêl-droed merched
Dave	21	Israddedig	Pêl-droed dynion
Simon	20	Israddedig	Pêl-droed dynion
Cain	22	Graddedig	Rygbi dynion
Alec	21	Israddedig	Rygbi dynion
Nick	20	Israddedig	Rygbi dynion
Luke	20	Israddedig	Rygbi dynion
Sam	20	Israddedig	Rygbi dynion
David	21	Israddedig	Rygbi dynion
Sarah	26	Ôl-raddedig	Rygbi merched
Lacie	20	Israddedig	Rygbi merched
Jane	23	Ôl-raddedig	Rygbi merched

Dulliau a gweithdrefnau

Cafodd yr ymchwil ei gymeradwyo gan bwyllgor moeseg ymchwil Ysgol Chwaraeon a Gwyddorau Iechyd Caerdydd. Casglwyd data ansoddol drwy ddefnyddio dull cyfweliad grŵp ffocws ar gyfer y myfyrwyr (un ar gyfer pob clwb; gweler Tabl 1) a chyfweliadau unigol ar gyfer y Cyfarwyddwyr Perfformiad. Trefnwyd y grwpiau ffocws yn y ffordd hon i sicrhau bod unigolion yn teimlo'n gyfforddus yn trafod gamblo â'u cyfoedion. Yn ôl Kitzinger (1994), mae trefnu grwpiau ffocws o amgylch perthnasoedd sy'n bodoli eisoes yn helpu i gynhyrchu'r math o ryngweithio 'naturiol' sy'n digwydd rhwng ffrindiau. Yr oedd hefyd yn galluogi'r cyfwelydd i archwilio agweddau penodol ar arferion gamblo yn fwy manwl. Cafodd pob cyfweliad grŵp ffocws ei gynnal mewn ffordd anffurfiol, yn debyg i sgwrs, ac roedd wedi'i lunio i annog deialog agored rhwng y sawl a oedd yn cynnal y cyfweliad a'r rhai a oedd yn cael eu cyfweld. Gofynnwyd i'r cyfranogwyr fynegi barn ar eu hagweddau tuag at gamblo, eu gweithgareddau gamblo nodweddiadol, ffactorau sy'n dylanwadu ar eu hymddygiad, effaith gamblo ar eu bywydau eu hunain ac eraill, a'u dealltwriaeth o reolau betio chwaraeon.

O ddechrau'r astudiaeth, sicrhawyd y cyfranogwyr mai data dienw yn unig fyddai'n cael eu defnyddio wrth adrodd ar ganfyddiadau'r astudiaeth. Mae defnyddio grwpiau ffocws yn creu anawsterau moesegol oherwydd yr angen i sicrhau hawl unigolyn i breifatrwydd. Mewn ymateb i'r her hon, sefydlwyd cydsyniad llafar yn unol â Rheolau Chatham cyn dechrau pob cyfweliad lle y cytunodd y cyfranogwyr i beidio â datgelu cynnwys y trafodaethau y tu allan i'r cyfweliad, oni bai eu bod yn gwneud hynny heb enwi unigolion (Bloodworth a

McNamee, 2010). Er nad oeddent wedi eu rhwymo'n gyfreithiol, y gobaith oedd y byddai'r cyfranogwyr yn teimlo dyletswydd i weithredu er budd ei gilydd.

Cafodd y Cyfarwyddwyr Perfformiad eu cyfweld gan ddefnyddio dulliau a oedd yn meithrin ymddiriedaeth, yn sefydlu perthynas ac yn annog deialog agored fel a ddisgrifir uchod. Defnyddiwyd canllaw cyfweld wedi ei addasu i gynorthwyo'r broses, yn canolbwyntio'n benodol ar ganfyddiadau'r Cyfarwyddwyr Perfformiad ar arferion gamblo'r myfyrwyr yn eu tîm. Ni thrafodwyd achosion penodol ac ni rannwyd enghreifftiau ar draws y set data er mwyn diogelu preifatrwydd athletwyr a sicrhau eu bod yn anhysbys. Cafodd y data eu recordio gan ddefnyddio dictaffon digidol ac yna cynhyrchwyd trawsgrifiadau gair am air ohonynt.

Dadansoddiad a dehongli

Defnyddiwyd proses ailadroddol (*iterative*) o godio agored i archwilio agweddau ac ymddygiad y cyfranogwyr tuag at gamblo. Cafodd pob trawsgrifiad ei ddarllen a'i ailddarllen er mwyn cyfarwyddo â'r data cyn eu dadansoddi'n fanwl. Defnyddiwyd cyfuniad o resymu anwythol a diddwythol i labelu a chategoreiddio data yn ôl themâu a chysyniadau amlwg (math o ymateb patrymog). Dadansoddwyd y testun ar lefel semantig a chudd (*latent*) er mwyn deall ystyr bendant ac arwynebol y data, a'r syniadau a'r cysyniadau sylfaenol sy'n llywio'r cynnwys semantig (Hsiu-Fang a Shannon, 2005; Braun a Clarke, 2007).

Ymgymerodd yr ymchwilwyr â'r dasg o ddadansoddi thematig yn annibynnol i sefydlu darlleniad cychwynnol o'r data. Yna, rhannwyd a thrafodwyd dehongliadau disgrifiadol rhagarweiniol ymhlith y tîm ymchwil i ddechrau'r broses o ddatblygu unedau dadansoddi a dehongli mwy ystyrlon. Trwy broses barhaus o arholi, trefnu a chroeswirio, penderfynwyd ar gyfres o themâu amlwg a oedd yn cynnig braslun o agweddau a phrofiadau perthnasol cyfranogwyr yn unol â chanfyddiadau allweddol yr astudiaeth.

Canlyniadau

Diwylliant neu ethos gamblo

Mae'r ymchwil wedi rhoi braslun gwerthfawr o ymddygiadau gamblo ac agweddau at gamblo ymhlith y grŵp penodol hwn. Gwelwn fod gamblo yn weithgaredd hamdden arferol: roedd yn lleddfu diflastod, yn llenwi'r amser ac yn ddiddordeb cyffredin ymysg ffrindiau. Roedd yn weithgaredd cymdeithasol wedi'i gostio/gyllidebu ac yn fath o adloniant personol (ac yn ffordd o wella adloniant), tebyg i siopa, neu fynd i'r dafarn neu'r sinema. Ymweld â chasinos a gamblo ar-lein ar chwaraeon, gan ddefnyddio apiau ar ffonau symudol, oedd y ffurfiau a gafodd eu crybwyll amlaf. Roedd y rhai a oedd yn gamblo wedi dechrau gwneud hynny ar ôl troi'n 18 oed, gan ddynwared eu cyfoedion, eu rhieni neu aelodau'r teulu:

> Tina [PM - Pêl-droed merched]: I am an occasional gambler. I started a few years ago via an app on my mobile and I probably started because my brother always wins and was making lots of money and I wanted to join in.

Mae'n deg dweud bod agweddau'r cyfranogwyr yn adlewyrchu elfennau craidd o'r ddisgwrs sefydliadol. Roedd nifer yn teimlo bod gamblo yn llai niweidiol, neu'n amharu llai ar eu perfformiad, nag yfed alcohol. Gwelir noson sobr yn y casino yn ddewis doeth o'i gymharu â noson yn y dafarn. Yn wir, roedd gamblo yn rhywbeth y byddai ffrindiau, teulu a hyd yn oed hyfforddwyr yn ei annog fel dewis amgen i yfed:

> Nick [RD - Rygbi dynion]: My dad has the view [that] ... if you're going to the casino – rather than going to the pub – it's probably actually better for you because you're not actually getting drunk or anything.

Roedd rhai gwahaniaethau yn ôl rhyw. Roedd chwaraewyr rygbi merched yn gamblo'n ysbeidiol ar ddigwyddiadau fel y Chwe Gwlad neu'r Grand National, ond nid oedd gamblo ar y cyd yn nodwedd o'r grŵp hwn. Fodd bynnag, roedd gamblo ymhlith chwaraewyr pêl-droed merched yn debycach i arferion y bechgyn (rygbi a phêl-droed), ac yn brofiad cyffredin, rheolaidd, a rennir yn aml o fewn timau a rhwng timau. Roedd trafod a gosod bet i ladd amser cyn gêm neu wrth deithio ar fws yn rhyw fath o ddefod neu draddodiad – mae'r timau pêl-droed yn aml yn teithio'n bell i gyflawni rhaglen y tymor. Mae trafod betiau cynyddol (*accumulators*) a gosod betiau – betiau cynyddol pêl-droed yn bennaf – gan ddefnyddio apiau betio ar eu ffonau symudol yn rhan o'r drefn. Disgrifiodd un Cyfarwyddwr Perfformiad, Carys, y math hwn o weithred gamblo fel 'sŵn cefndir', sy'n awgrymu ei fod yn gyffredin ac yn arferol ymhlith ei chwaraewyr. Yn ogystal, defnyddid grwpiau ar gyfryngau cymdeithasol i drafod ac 'annog' gamblo pan nad oedd y chwaraewyr gyda'i gilydd:

> Jane [RM - Rygbi merched]: I know like I've got a group chat with all the boys they're like, "Alright, boys. Let's go get your bets in." Like, it's just a huge thing for them.

Cafodd diflastod ei grybwyll yn aml fel cymhelliant gamblo, hyd yn oed wrth wylio gêm bêl-droed ar y teledu. Roedd gamblo'n lliniaru'r diflastod o wylio gêm ddiflas. Mae gosod bet yn ysgogi teimlad o gael mwy o gyswllt â'r gêm, fel y dangoswyd mewn ymchwil blaenorol (Hing a Lamont, 2020). Defnyddid gamblo hefyd fel ffordd o ddylanwadu ar eraill (partneriaid) i gymryd diddordeb mewn gwylio chwaraeon:

> Tina [PM]: I've actually encouraged my partner to put bets on so that she might watch the football with me.
> [chwerthin ymysg y grŵp]
> Tina [PM]: If I really want to watch football, I'll be like 'aw put a bet on, put a bet on' and then she actually will watch it because she's put a bet on.
> Lea [PM]: And then they [partneriaid] start counting the corners, so it makes it exciting for them.

Er bod rhai yn sôn am unigolion penodol â phroblem, nid oedd tystiolaeth o gamblo ehangach neu systematig neu 'glybiau' gamblo fel yr adroddwyd gan Deans et al. (2017b). Rydym yn cydnabod y posibilrwydd y gall 'grwpiau ffrindiau' y tu hwnt i'r sampl hwn amlygu arferion gamblo gwahanol, e.e. gallai arferion gamblo'r ail neu'r trydydd tîm o fewn clwb fod yn wahanol i rai'r tîm cyntaf. Er nad oes unrhyw dystiolaeth bendant o ddiwylliant niweidiol, mae'r agweddau cadarnhaol a'r arferion y soniwyd amdanynt yn peri gofid. Mae'n bwysig cydnabod sut y gall rhai o'r ffactorau hyn – agwedd gadarnhaol, arferion rheolaidd, defnyddio apiau a chyfrif betio, gamblo ar chwaraeon, a nodweddion bregus myfyrwyr a phobl ifanc (gweler uchod) – arwain at ddiwylliant a/neu gamblo unigol, problemus. Gall pwysau gan gyfoedion, ymdeimlad o hunaniaeth gyffredin, cyfalaf cymdeithasol a'r 'prototeipiau' gamblo y soniwyd amdanynt gan y cyfranogwyr oll ychwanegu at y perygl o sefydlu arferion gamblo cyfunol (Deans et al., 2017b; Spijkerman Van den Eijnden, Overbeek, Engels, 2007).

Bregusrwydd unigol

Er bod y rhai a gafodd eu cyfweld yn derbyn y syniad bod gamblo yn weithgaredd hamdden ac yn weddol gadarnhaol yn eu hagwedd, roeddent yn ymwybodol bod ochr dywyll i gamblo. Cydnabuwyd bod angen bod yn wyliadwrus gyda gwariant, rhag ofn i'r arfer ddatblygu'n broblem (mwy isod). Roeddent hefyd yn cydnabod, yn enwedig mewn perthynas â rhai strategaethau marchnata, fod gogwydd mwy sinistr ac efallai mwy sinigaidd i'r diwydiant a oedd yn ceisio normaleiddio ac annog gamblo (Cassidy, 2020; Orford, 2020). Er eu bod yn cydnabod hyn, mae'n deg dweud bod ein sampl yn hoffi ac yn mwynhau gamblo. Nid oeddent yn ei weld fel llawer o fygythiad personol ac roeddent yn grediniol fod pwyll a hunanreolaeth yn eu hamddiffyn rhag canlyniadau negyddol:

> Simon [PD - Pêl-droed dynion]: There's a lad called Jason. He used to like to bet a lot. He was putting on like £50 on a week and then he'd win big but because he keeps putting so much money on, he'd just lose big as well. And then he bet on like random games ... But then I think he owed quite a lot of money because he was gambling ... He got really bad at one point and then started betting on like Arabian football and like random tennis matches and at like 1am in the morning – anything to make some money. Then he had like five different betting accounts with different companies, like Ladbrokes, Bet365, SkyBet.

Er bod gan y cyfranogwyr ddealltwriaeth eithaf da o natur gamblo problemus a bod llawer o'u sylwadau'n cyd-fynd â meini prawf DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual for Mental Disorders – llawlyfr gan yr American Psychiatric Association sydd yn diffinio ac yn rhestru symptomau anhwylderau meddwl), nid oedd y rhan fwyaf ohonynt yn teimlo mewn perygl, ac nid oeddent yn cydnabod ymddygiad tebyg o safbwynt eu gamblo eu hunain:

> Tina [PM]: If I knew someone that gambled as much as me ... I would just think that they were sensible and that they fit into the 'average gambler [bracket]' ... My partner would disagree and say that I have a problem because she made me delete my betting app ... She said I was spending money when I didn't have the money to spend.

Oherwydd bod cyfranogwyr yn teimlo mai nodwedd 'unigolyn', yn hytrach na nodwedd wrthrychol o gynnyrch y diwydiant gamblo (gweler Orford, 2020) neu fath o bersonoliaeth 'wahanol' sydd y tu ôl i gamblo problemus, ein pryder ni yw bod rhai yn orhyderus eu bod hwythau'n ddiogel rhag datblygu problem:

> Sam [RD]: Well I would never, 'touch wood', get addicted. I know myself; I would never be addicted to gambling.
> Cain [RD]: I suppose it just depends on how strong you are as a person. If you earn X amount of money a month and you say, 'I'll limit myself to X amount', then I'm fine.

Cred rhai fod priodoleddau unigol fel bod yn gybyddlyd, hunanreolaeth, dewis osgoi betio wrth yfed alcohol, gosod terfynau, a dileu apiau yn eu helpu i reoli eu gamblo. Cafodd y priodoleddau a'r mesurau ymddygiad hyn eu darlunio fel pethau a oedd yn eu hamddiffyn rhag datblygu 'problem' (h.y. caethiwed). Ond roedd rhai'n cyfaddef eu bod eisoes wedi ceisio cyfyngu ar eu gamblo drwy ddileu apiau a chyfrifon. Yn anffodus, roeddent yn aml wedi mynd yn ôl at yr apiau ac wedi agor cyfrifon newydd.

> Alice [PM]: I don't like having betting apps on my phone because I know that when I'm bored, I will just go on there and bet. So I delete. Then when I'm bored I just download them again [chwerthin].

Dadleua Levy (2011) fod hunanreolaeth yn rhywbeth sy'n lleihau wrth ei ddefnyddio a bod llawer o bobl sy'n gaeth yn ei chael hi'n anodd gwrthsefyll temtasiwn am gyfnod hir heb ailgysylltu. Cred Levy (2011) mai lleihad mewn hunanreolaeth o ganlyniad i 'drio' rheoli yw sail dibyniaeth.

Pryder arall yw bod cymhellion gamblo'r cyfranogwyr yn debyg i gymhellion gamblwyr problemus, yn enwedig ei fod yn ffordd o newid eu hwyliau (Ainslie, 2013). Gellir gosod ymddygiadau gamblo problemus ar gontinwwm (Orford, 2020). Mae'r DSM-5 yn gosod ymddygiad gamblo ar raddfa sy'n amrywio o ddeunydd ysgafn, drwy gymedrol i ddifrifol. Ar ben hynny, mae dod yn gaeth yn ganlyniad proses sy'n cychwyn gyda gosod eich bet gyntaf (neu gymryd eich diod/cyffur cyntaf) (Orford, 2009). Er bod y rhai sydd â phroblem yn gamblo yn fwy aml, mae ymchwil yn awgrymu bod patrymau ymddygiad gamblo eraill (yn enwedig betio ar chwaraeon ar-lein) yn debyg iawn ymysg gamblwyr hamdden i'r rheini sydd â phroblem (Braverman, Labrie a Shaffer, 2011). Mewn geiriau eraill, nid yw'n hawdd

gwahaniaethu rhwng gamblwyr cymedrol a gamblwyr difrifol, na chwaith benderfynu a fydd arfer gamblo 'diniwed' neu 'dderbyniol' heddiw yn datblygu i fod yn arfer peryglus yfory. Mae gwahaniaethu yn fwy anodd ymhlith pobl ifanc oherwydd bod 'nodweddion ieuenctid', e.e. efelychu, byrbwylltra, cymryd risg, arbrofi, a thrallod emosiynol, yn gallu cuddio sail ddyfnach problemau gamblo (Shaffer, 2011). Mae lle i boeni felly bod y diffyg dealltwriaeth ymysg y cyfranogwyr ynghylch natur gamblo a sut y gall ddatblygu i fod yn broblem yn cynyddu eu risg o ddatblygu problem eu hunain.

Effaith marchnata

Roedd y cyfranogwyr yn gwbl ymwybodol o'r gwahanol ffyrdd yr oedd gamblo yn cael ei farchnata, gan gynnwys hysbysebion teledu, noddwyr timau chwaraeon, digwyddiadau a chystadlaethau, a'r cyfryngau cymdeithasol (Twitter ac Instagram). Roedd rhai'n cyfaddef iddynt gael eu dylanwadu hefyd:

> Tina [PM]: I think that when I watch men's football, I am encouraged to gamble. Just because you see it so often and it's more fun to bet on.

Yn ôl Gainsbury et al. (2016), mae cwmnïau gamblo yn gwneud defnydd helaeth o'r cyfryngau cymdeithasol i farchnata eu cynnyrch, yn enwedig Facebook a Twitter. Roedd yr ymchwil yn dangos hefyd fod gamblo'n cael ei gynnwys yn aml ochr yn ochr â chynnwys arall, fel newyddion neu wybodaeth gyffredinol am chwaraeon. Pur anaml y byddent yn cynnwys gwybodaeth am gamblo cyfrifol. Roedd cyfranogwyr hefyd yn ymwybodol o'r strategaethau marchnata a oedd yn cynnwys cynnig betiau 'am ddim' er mwyn cymell lawrlwytho apiau neu sefydlu cyfrifon:

> Simon [PD]: There's loads of little things where you don't even have to bet with money anymore. So, like on a Saturday there's a thing called Super Six where Sky give you six games to correctly predict the score. [If you win], you get 250k ... It's like a little teaser. Once you're on that app, after you put all your scores in, they'll say: 'If you actually put money on this, you will get this much value'. So, it kind of gets you into thinking, 'I might as well put a fiver on it' anyway.

Cafodd marchnata deallus ac wedi'i dargedu hefyd ei grybwyll fel ffordd o annog gamblo. Nid oedd cyfranogwyr yn teimlo'u bod yn cael eu 'dylanwadu' yn ormodol gan farchnata, ond byddent yn ymateb i rai hyrwyddiadau pe bai marchnad ddeniadol yn cael ei chynnig (Thomas et al., 2012b).

Roedd y cyfranogwyr o'r farn fod rhai betiau'n cynnwys llai o risg a mwy o siawns o ennill nag eraill. Er enghraifft, roedd bod yn gyfarwydd â'r gamp ac felly betio ar ganlyniadau y gellid eu rhagweld yn strategaeth resymol, e.e. disgwylir i Lerpwl guro Leeds yn yr Uwch-gynghrair neu i Mo Salah sgorio gyntaf:

> David [RD]: I'd definitely feel more confident if I was to bet on rugby now, like. I'd have a better idea of what was going to happen. I feel like I could be able to predict it more accurately now, because you just know it better. I can sort of see different trends.
> Alec [RD]: Yeah, there'd be a big game coming up and you'd know the teams and you'd know how they play, and you'll be like: 'Aw, that's guaranteed that they're going to win.'
> Nick [RD]: Like you've got the upper hand.
> Sam [RD]: I definitely only bet on the things that I know, as David said. I would never bet on like women's badminton – I don't know, I have no idea what's going to be the outcome of it.

Er bod ein cyfranogwyr yn credu y gall gwybodaeth sy'n deillio o brofiad personol neu ymchwil fod o fudd, roeddent hefyd yn cydnabod bod darlledwyr a chwmnïau betio'n defnyddio hyn i geisio dwyn perswâd ar gwsmeriaid drwy drafod perfformiadau timau a chwaraewyr cyn neu yn ystod gemau:

> Nick [RD]: When you're watching live on Sky Sports, they always come up with a fact like 'Burnley haven't won away at Tottenham in four years' ... [laughter]. You would have never researched or found out that and they just come out with it, so you just think, 'Mate, I've got to bet on that.'
> Cain [RD]: But TV channels like Sky, will do that because they have SkyBet. They are probably working together to get those vulnerable people on the sofa.

Mae cwmnïau gamblo yn annog ac yn ceisio elwa ar y cysylltiad canfyddedig rhwng gwybodaeth neu fewnwelediad a llwyddiant. Maent yn paratoi cynnyrch a chyfleoedd i fetio sydd yn annog teimlad o fod mewn rheolaeth (Cassidy, 2020: t. 137). Er enghraifft, mae cwmnïau yn rhoi cyfle i gwsmeriaid ddewis eu betiau eu hunain – a'u rhannu ag eraill – drwy lwyfannau cyfryngau cymdeithasol:

> Lea [PM]: I like to use William Hill.
> Tina [PM]: They [William Hill] do this thing like 'create your own odds' – I think which is why [I like them].
> Lea [PM]: You get bet boosts.
> Tina [PM]: Yeah, because if you 'hashtag' something and you ask them for a certain bet, they'll give you good odds on it. If you tweet them.

Felly, yn gyffredinol mae tystiolaeth bod ymdrechion y cwmnïau gamblo, yn enwedig yng nghyd-destun chwaraeon, yn llwyddo i annog betio ymysg y grŵp hwn.

Rheolau gamblo

Er eu bod yn ymwybodol o'r rheolau ac wedi cael sesiwn ymwybyddiaeth benodol gan y clwb, nid oedd y cyfranogwyr yn deall goblygiadau'r rheolau na chwaith yn eu cymryd o ddifrif. Roeddent yn credu y byddent yn ddiogel (ddim yn tynnu sylw'r awdurdodau) cyn belled nad ydynt yn betio – neu'n ennill – gormod o arian. Credent hefyd fod yr awdurdodau'n canolbwyntio ar chwaraeon dynion neu chwaraewyr elitaidd ar ben y pyramid, yn hytrach na'r rhai yn nes at y gwaelod. Er bod y cyfranogwyr wedi sôn am drefnu canlyniadau gemau (*match fixing*), nid oedd llawer o drafodaeth am y ffyrdd eraill y gallent dorri'r rheolau. Yn benodol, nid oedd sôn am y perygl cysylltiedig o elwa, rhannu, neu elwa drwy rannu 'gwybodaeth fewnol'. Mae'r cyfranogwyr mewn sefyllfa unigryw: mae ganddynt wybodaeth nad yw yn y parth cyhoeddus a gellir ei defnyddio i daro bet, e.e. bod chwaraewr allweddol wedi ei anafu ac yn annhebyg o chwarae. Mae'r rheolau'n cael eu torri os yw'r unigolyn yn defnyddio'r wybodaeth ei hun, neu'n trosglwyddo'r wybodaeth yn fwriadol neu'n 'ddiniwed' i drydydd parti sydd wedyn yn elwa arni (Comisiwn Gamblo, 2018). Efallai nad yw'r cyfranogwyr wedi meddwl am geisio elwa, neu nad ydynt wedi cael eu temtio gan rywun arall, ac efallai fod rhai wedi torri'r rheolau mewn ffyrdd mwy difrifol hefyd. Mae natur y pwnc yn golygu bod cyfranogwyr yn gyndyn o rannu'r math hwn o wybodaeth. Ond mae'r ffaith bod rhai'n torri'r rheolau yn eithaf aml yn peri gofid y gall yr ymddygiad ddwysáu – cam ar y llethr llithrig.

Ffactor arall sy'n peri gofid yw'r gred bod gwybodaeth am chwaraeon, yn enwedig eu chwaraeon eu hunain, yn cael ei hystyried yn fantais ac yn gymhelliant i gamblo yn hytrach nag yn risg. Yn yr achos hwn, rydym yn defnyddio'r gair 'gwybodaeth' i olygu mewnwelediad i rai ffactorau a allai helpu i ragfynegi canlyniadau, megis bod yn gyfarwydd â rhinweddau a hanes sgorio chwaraewr neu dîm arbennig. Mae gan y myfyrwyr hyn wybodaeth unigryw, sef gwybodaeth nad yw'n wybodaeth gyhoeddus am dactegau, anafiadau a nifer o elfennau eraill perthnasol. Hefyd, nid yw'r llinell rhwng gwybodaeth a ystyrir yn y parth cyhoeddus a gwybodaeth nad yw'n gyhoeddus wastad yn amlwg. Roedd y cyfranogwyr, i raddau helaeth, yn ddibryder neu efallai'n naïf mewn perthynas â'r rheolau a'r math o drosedd y gallent ei chyflawni. Mater hawdd yw torri'r rheolau, yn fwriadol neu'n anfwriadol, drwy rannu gwybodaeth gyda ffrind, aelod o'r teulu neu bartner. Yn sicr, mae lle i boeni bod potensial sylweddol i dwyllo neu gael eu darbwyllo i dwyllo yma.

Wrth gwrs, roedd y rhan fwyaf o'r cyfranogwyr yn ymwybodol eu bod yn ddarostyngedig i reolau betio penodol, fel chwaraewyr ac unigolion a oedd yn gweithio yn y diwydiant chwaraeon. Fodd bynnag, roedd yn amlwg bod nifer yn anwybyddu rhai o'r rheolau hyn, gydag un unigolyn yn cyfaddef ei bod wedi eu torri, ac efallai'n parhau i wneud hynny.

> Lea [PM]: Because I work for a football club, I'm not actually allowed to bet on football, so it's more 'under the radar' betting. Because they say that anything within the [X national] football league or [Y] league, we aren't allowed to bet on. I think because I started betting before I got that

> job ... when I see other people going to bet, I think, 'Why not, I might as well do it.' But then obviously if I did win big, I wouldn't tell anyone because I'm not allowed to.

Roedd y rhai a oedd yn barod i dorri'r rheolau yn tueddu i gyfiawnhau eu hymddygiad drwy bwysleisio gwerth ariannol gymharol fychan y betio. Credent fod y siawns o gael eu dal yn isel iawn, cyn belled nad ydynt yn betio neu'n ennill gormod. Felly, gellid lliniaru'r risgiau drwy gyfyngu ar faint y bet – rhesymol glir ond cyfeiliornus (Forrest, McHale a McAuley, 2008):

> Lea [PM]: We had to sign a code of conduct and the rules that said that we aren't allowed to [bet] because we do have exposure to people who could look at match fixing.
> Ymchwilydd: What would happen if you broke that code of conduct?
> Lea [PM]: Like I do? [Chwerthin] I would probably get sacked.
> Ymchwilydd: Does that not scare you?
> Lea [PM]: No, because I always think that I'm not going to win a ridiculous amount of money, I only bet £5, £10 here and there. So, it's not a life-changing amount.

Er bod y cyfranogwyr yn ymwybodol o'r canlyniadau petaent yn cael eu dal, roedd rhyw dderbyniad deallus fod pobl yn parhau i fetio pan nad oeddent i fod i wneud hynny. Er gwaethaf y ffaith i'r cyfranogwyr nodi eu bod wedi derbyn addysg gamblo'n flynyddol ar ffurf 'taflen', 'cynhadledd' neu 'weithdy', roedd ansicrwydd ynghylch yr 'awdurdod' (h.y. anghyfreithlondeb yn erbyn codau ymddygiad) a chroestoriad rheoleiddio gamblo yn tanlinellu anwybodaeth gyffredinol ynghylch natur a chwmpawd rheolau betio.

Disgrifiwyd peryglon gamblo gan y ddau Gyfarwyddwr Perfformiad fel dewis yr oedolyn. Nid oedd yn cael ei annog na'i blismona. Yn hytrach, rhoddid pwyslais ar ddynodi gamblo fel risg bersonol. Gall gamblo fod yn gaethiwus, yn enwedig gan fod myfyrwyr yn fregus yn ariannol, a gall hefyd fod yn risg i enw da clwb neu sefydliad wrth i chwaraewr dorri rheolau betio, yn fwriadol neu'n anfwriadol. Er y gallai gamblo ddatblygu i fod yn broblem i unigolyn (h.y. arferion gamblo problemus), roedd niweidio enw da sefydliad neu glwb yn rhwymedigaeth reoleiddio ac yn achos pryder i'r sefydliad neu'r clwb cyfan. Roedd y Cyfarwyddwyr Perfformiad yn cytuno bod posibilrwydd fod eu chwaraewyr yn ymwneud â gamblo fel rhan o ddiwylliant ehangach: myfyrwyr / chwaraeon / ieuenctid:

> Craig [CP]: There's two separate things, isn't there: them [players] going to the casino; if I'd found that out, well, probably I wouldn't be overly happy as it's not something that we want to promote. But that's different to being in breach of the rules and regs around what the [governing body] is suggesting around gambling.

I ryw raddau, nid yw'r Cyfarwyddwyr Perfformiad fel petaent yn poeni. Hyd yn hyn, nid oes problem wedi codi ac maent yn ymddiried yn y myfyrwyr i ymddwyn yn gall o ran eu harferion gamblo a dilyn y rheolau.

Casgliad

Pwrpas yr astudiaeth hon oedd ceisio dod i ddeall mwy am arferion gamblo ac agweddau tuag at gamblo ymysg poblogaeth unigryw, sef myfyrwyr chwaraeon sydd yn gorfod dilyn rheolau gamblo. O ganlyniad i'r ymchwil, credwn fod pedair elfen neu thema yn peri pryder. Yn gyntaf, ymddengys bod y cyfranogwyr yn derbyn, yn deall ac yn cyfiawnhau gamblo fel gweithred 'normal' a chymharol ddiniwed. Roedd y rhan fwyaf ohonynt yn gamblo, a'r mwyafrif yn gwneud hynny yn agored ac yn rheolaidd ar bêl-droed gan ddefnyddio cyfrifon ar-lein ar eu ffonau symudol. Mae ymchwil blaenorol wedi rhybuddio bod y math hwn o gamblo 'anhysbys', lle nad oes raid ymwneud yn uniongyrchol â pherson arall, fel sydd ei angen wrth osod bet mewn siop ar y stryd fawr, yn boblogaidd ac yn hygyrch i bobl ifanc (Dean et al., 2016a; Griffiths et al., 2011; Killick a Griffiths, 2020). Yn ogystal, roedd ymweld â chasino a gwario arian yno yn arfer cyffredin ac yn rhan o fywyd cymdeithasol. Yn wir, roedd tystiolaeth fod rhai'n gweld ymweliad â'r casino yn llai niweidiol na mynd i'r dafarn. Credwn fod y cyfranogwyr wedi eu dylanwadu'n gryf gan y 'ddisgwrs sefydliadol' (Orford, 2020).

Yr ail reswm dros bryderu yw bod y cyfranogwyr yn cael eu dylanwadu gan strategaethau marchnata'r diwydiant gamblo. Mae dylanwad marchnata a dargedwyd yn ffactor risg cydnabyddedig sy'n dylanwadu ar ymddygiad gamblo pobl ifanc sydd â diddordeb mewn chwaraeon (Deans et al., 2016b; Deans et al., 2017a; Hing et al., 2013; Hing et al., 2016). Dengys y canlyniadau uchod yn glir fod y cyfranogwyr yn gyfarwydd â'r negeseuon a'r dulliau marchnata, ac yn deall ac yn blaenoriaethu rhai cwmnïau, dulliau, cynhyrchion neu gynigion arbennig. Gwelir hefyd fod y negeseuon perthnasol yn cael eu dosbarthu drwy ddulliau amlgyfrwng, gan gynnwys y cyfryngau cymdeithasol sy'n boblogaidd gyda'r to iau (Gainsbury et al., 2016). Mae ymchwil hefyd wedi dangos bod cwmnïau'n hyrwyddo ar sail 'gwybodaeth am chwaraeon' sy'n arwain at rithganfyddiadau fod canlyniadau unrhyw fet o dan reolaeth y gamblwr (Gonzalea-Lopez et al., 2018). Roedd rhai cyfranogwyr yn grediniol bod eu profiad a'u dealltwriaeth o bêl-droed yn gwella eu siawns o ennill: bod gosod bet yn fater o allu, ac nid siawns yn unig.

Yn ôl Killick a Griffiths (2021), mae'r profiad gamblo cyntaf yn aml yn digwydd yng nghwmni cyfoedion neu ymysg grwpiau o ffrindiau. Gall arferion grŵp ddylanwadu ar arferion gamblo unigolion (Gordon et al., 2015), a'u hatgyfnerthu, a gwelsom fod gamblo yn rhan o 'ethos' rhai o'r grwpiau chwaraeon. Nid oedd tystiolaeth uniongyrchol o ddiwylliant gamblo trwm na chwaith fod pwysau uniongyrchol ar unrhyw un i gamblo, ond yr oedd gamblo a thrafod gamblo yn rhan o'r drafodaeth y tu mewn a'r tu allan i gyd-destun y tîm. Credwn fod agweddau tuag at gamblo, effaith marchnata a phresenoldeb isddiwylliant gamblo ymysg y cyfranogwyr yn creu amgylchiadau ffafriol i gamblo'n rheolaidd. Nid mater

hawdd yw newid yr amgylchedd hwn sydd yn meithrin gamblo. Mae Jones et al. (2019) yn ffafrio gwahardd noddi a marchnata gamblo yng nghyd-destun chwaraeon, ond megis un rhan fach o'r ateb yw hwn.

Y drydedd ffynhonnell pryder oedd y diffyg dealltwriaeth ynghylch natur gamblo problemus a pherthynas y cyfranogwyr â gamblo o'r fath. Yn amlwg, nid yw gamblo, na gamblo'n rheolaidd chwaith, o reidrwydd yn arwain at broblemau neu gaethiwed. Ond mae problemau gamblo yn ymddangos ar gontinwwm (Orford, 2020). Yn ôl y DSM-5, mae graddau o anhwylder gamblo, gan gynnwys 'ysgafn', 'cymedrol' a 'difrifol'. Mae'r siwrnai i gaethiwed yn broses sy'n cychwyn gyda'r 'bet' gyntaf, gyda nifer o ffactorau personol ac amgylchiadol yn cyfrannu hefyd. Mae Nowak (2018a, 2018b) yn rhybuddio bod nifer o ffactorau'n gysylltiedig â nodweddion y bobl sydd dan sylw yma, gan gynnwys oed, agwedd arbrofol a thuedd i gymryd risg, byrbwylltra, straen, pwysau astudio/perfformio a disgwyliadau, yn cyfuno â'r ffactorau a drafodwyd uchod i greu amgylchiadau ffafriol iawn i broblemau ddatblygu. Er bod y cyfranogwyr yn trafod arwyddion gamblo problemus, roeddent yn canolbwyntio ar symptomau 'difrifol' ac yn tueddu i ymbellhau oddi wrth y symptomau hyn. Roedd rhai'n trafod ymdrechion i reoli eu gamblo ond heb gydnabod o ddifri fod ganddynt rai symptomau 'cymedrol' neu 'ysgafn' eu hunain. Felly, mae'n bwysig codi ymwybyddiaeth ymysg y bobl hyn o symptomau gamblo problemus a hefyd sicrhau bod gwybodaeth ar gael ynglŷn â sut y mae cael cymorth gyda phroblemau gamblo.

Yn olaf, mae'r ymchwil yn cadarnhau bod lle i boeni am y berthynas rhwng y bobl hyn a rheolau/cyfyngiadau betio (Richard et al., 2019). Er na welsom dystiolaeth fod unigolion yn ceisio torri rhai o'r rheolau'n fwriadol – sydd efallai ddim yn syndod gan fod y rhai sy'n torri'r rheolau yn gwneud hyn yn gyfrinachol – drwy rannu gwybodaeth neu weithredu'n uniongyrchol i ystumio digwyddiad, roedd rhai'n torri rheolau drwy fetio pan na ddylent wneud hynny. Mae parodrwydd i dwyllo a'r gred y gallent leihau'r risg o gael eu dal drwy leihau gwerth y bet yn destun gofid. Roedd yn amlwg bod diffyg dealltwriaeth fanwl o'r rheolau a goblygiadau torri'r rheolau, naill ai'n fwriadol neu'n anfwriadol, yn enwedig yng nghyd-destun rhannu gwybodaeth. Mae'n hawdd dychmygu unigolion yn cael eu temtio i dorri'r rheolau, gan gofio bod y siawns o gael eu dal yn isel iawn cyn belled nad oedd patrwm sefydlog neu arian mawr yn newid dwylo, yn enwedig os oes pwysau ariannol neu amgylchiadau ffafriol eraill, e.e. cyfle neu newidiadau eraill yn eu sefyllfa bersonol. Mae'r gred hon yn gydnaws â'r ddadl fod y cymhelliant neu'r penderfyniad i dwyllo yn deillio o werthusiad rhesymegol o sefyllfa a chymhelliant personol unigolyn (Forrest, McHale a McAuley, 2008). Hynny yw, mae gan y bobl hyn gyfle unigryw, risg isel, i ennill arian drwy dwyllo os yw'r angen/cymhelliant yn codi. Credwn y dylai addysg gwrthlygredd (*anti-corruption*) ganolbwyntio ar godi ymwybyddiaeth ymysg y bobl hyn o'u sefyllfa unigryw a'r peryglon sy'n codi yn sgil hynny, yn hytrach na chyflwyno'r rheolau yn unig a'u hatgoffa amdanynt.

Credwn fod sail gref yma i ymdrin â'r pwnc ac ymchwilio ymhellach iddo er mwyn ehangu ein dealltwriaeth o brofiadau'r bobl fregus hyn. Gall ymchwil hydredol, manwl gynhyrchu gwybodaeth bwysig am y berthynas rhwng yr isddiwylliant gamblo ac arferion gamblo

unigolion. Gall ymchwil hefyd archwilio'n fwy manwl y gwahaniaethau rhwng bechgyn a merched, nid yn unig o ran arferion gamblo unigolion a grwpiau ond hefyd y ffactorau sy'n ymwneud â'u parodrwydd i dorri rheolau gamblo. Er na wnaethom ddarganfod tystiolaeth o isddiwylliant gamblo problemus na chwaith o dwyllo neu lygredd, mae'n ddigon posibl bod grwpiau ac unigolion sy'n cymryd risg o ran natur y gamblo a pharodrwydd i dwyllo. Rhaid cofio nad yw nifer o dimau – ail, trydydd, pedwerydd tîm – a nifer o gampau gwahanol: pêl-rwyd, hoci, criced, nofio, ac ati, wedi eu cynrychioli yn y sampl hwn.

Cyfeiriadau

Adams, P. J. (2016), *Moral Jeopardy: Risks of Accepting Money from the Alcohol, Tobacco and Gambling Industries* (Cambridge: Cambridge University Press).

Ainslie, G. (2013), 'Money as MacGuffin', yn Levy, N. (gol.), *Addiction and Self-Control: Perspectives from Philosophy, Psychology, and Neuroscience* (Oxford: Oxford University Press).

Betway Insider (2019), 'Betway sign Kevin Pietersen as Global Cricket Ambassador' (Malta: Betway). Ar gael yn: <https://blog.betway.com/cricket/betway-sign-kevin-pietersen-as-global-cricket-ambassador/> [Cyrchwyd: 16 Medi 2019].

Binde, P. (2009), 'Exploring the Impact of Gambling Advertising: An Interview Study of Problem Gamblers', *International Journal of Mental Health and Addiction*, 7, 541–54.

Bloodworth, A. a McNamee, M. (2010), 'Clean Olympians? Doping and anti-doping: The views of talented young British athletes', *International Journal of Drug Policy*, 21, 276–82.

Bowles, H. (2018), *University Cricket and Emerging Adulthood*: *"Days in the Dirt"* (London: Palgrave Macmillan).

Braun, V. a Clarke, V. (2007), 'Using thematic analysis in psychology', *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77–101.

Braverman J., Labrie, R. A. a Shaffer, H. J. (2011), 'A taxometric analysis of actual internet sports gambling behaviour', *Psychol Assessment*, 23(1), 234–44.

Buckle, J. L. et al. (2013), 'Personality Factors Associated with Problem Gambling Behaviour in University Students', *Journal of Gambling Issues*, 28(1), 1–17.

Cassidy, R. (2020), *Vicious Games* (London: Pluto Press).

Cleret, L., McNamee, M. J. a Page, S. (2017), 'Match Fixing and Sport Integrity', *Philosophy: Sport*, yn Kretchmar, R. S. (gol.), *Macmillan Reference USA*, tt. 149–66.

Deans, E. G. (2016a), '"I can Sit on the Bench and Punt through my Mobile Phone": The Influence of Physical and Online Environments on the Gambling Risk Behaviours of Young Men', *Social Science and Medicine*, 166, 110–19.

Deans, E. G. et al. (2016b), 'Creating Symbolic Cultures of Consumption: An Analysis of the Content of Sports Wagering Advertisements in Australia', *BMC Public Health*, 16(208), 1–11.

Deans, E. G. et al. (2017a), 'The Influence of Marketing on the Sports Betting Attitudes and Consumption Behaviours of Young Men: Implications for Harm Reduction and Prevention Strategies', *Harm Reduction Journal*, 14(5), 1–12.

— (2017b), 'The Role of Peer Influences on the Normalisation of Sports Wagering: A Qualitative Study of Australian Men', *Addiction Research & Theory*, 25(2), 103–13.

Delfabbro, P., Lahn, J. a Grabosky, P. (2006), 'Psychosocial Correlates of Problem Gambling in Australian Students', *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 40, 587–95.

Derevensky, J. et al. (2010), 'An Empirical Study Examining the Impact of Gambling Advertisements on Adolescent Gambling Attitudes and Behaviors', *International Journal of Mental Health & Addiction*, 8, 21–34.

Forrest, D., McHale, I. a McAuley, K. (2008), '"Say It Ain't So": Betting-related Malpractice in Sport', *International Journal of Sport Finance*, 3(3), 156.

Gainsbury, S. M. et al., (2016), 'An exploratory study of gambling operators' use of social media and the latent messages conveyed', *Journal of Gambling Studies*, *32*(1), 125–41.

Gambling Act 2005 (c.19) (London: HMSO).

Gambling Commission (2017), *Students & Gambling* (Birmingham: Gambling Commission): <https://www.gamblingcommission.gov.uk/PDF/surveydata/studentsandgambling2017.pdf> [Cyrchwyd: 16 Medi 2019].

Gambling Commission (2018a), *Review of Online Gambling – March 2018* (Birmingham: Gambling Commission): <http://www.gamblingcommission.gov.uk/PDF/Online-review-March-2018.pdf> [Cyrchwyd: 28 Gorffennaf 2019].

Gambling Commission (2018b), *Misuse of inside information: policy position paper* (Gambling Commission): <https://www.gamblingcommission.gov.uk/news-action-and-statistics/Match-fixing-and-sports-integrity/Sports-Betting-Intelligence-Unit.aspx> [Cyrchwyd: 28 Gorffennaf 2019].

Gambling Commission (2019), *Gambling Participation in 2018: Behaviour, Awareness and Attitudes: Annual Report – February 2019* (Birmingham: Gambling Commission): <https://www.gamblingcommission.gov.uk/PDF/survey-data/Gambling-participation-in-2018-behaviour-awareness-and-attitudes.pdf> [Cyrchwyd: 28 Gorffennaf 2019].

Gordon, R., Gurrieri, L. a Chapman, M. (2015), 'Broadening an understanding of problem gambling: The lifestyle consumption community of sports betting', *Journal of Business Research*, 68(10), 2164–72.

Grant, J. E., Kushner, M. G. a Kim, S. W. (2002), 'Pathological Gambling and Alcohol Use Disorder', *Alcohol Research and Health*, 26(2), 143–50.

Griffiths, M. D., Parke, J. a Derevensky, J. L. (2011), 'Remote gambling in adolescence', yn Derevensky, J., Shek D. a Merrick J. (goln), *Youth Gambling: The Hidden Addiction* (Berlin: De Gruyter), 125–37.

Griffiths, M. D. a Parke, J. (2009), 'Adolescent gambling on the Internet: A review', *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, 22(1), 58–75.

Hing, N. et al., (2016), 'Demographic, Behavioural and Normative Risk Factors for Gambling Problems Against Sports Bettors', *Journal of Gambling Studies*, 32, 625–41.

Hing, N., Vitartas, P. a Lamont, M. J. (2013), 'Gambling Sponsorship of Sport: An Exploratory Study of Links with Gambling Attitudes and Intentions', *International Gambling Studies*, 13(3), 281–301.

Hsiu-Fang, H. a Shannon, S. B. (2005), 'Three Approaches to Qualitative Content Analysis', *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–88.

Iwamoto, D. a Smiler, A. (2013), 'Alcohol makes you macho and helps you make friends: The Role of Masculine Norms and Peer Pressure in Adolescent Boys and Girls Alcohol Use', *Substance Use and Misuse*, 48(1), 371–8.

Jones, C. (2016), *Sport and Alcohol: An Ethical Perspective* (London: Routledge).

Jones, C. (2015), 'Football, Alcohol and Gambling: An Unholy Trinity?' *Acta Universitatis Carolinae: Kinanthropologica*, 51(2), 59.

Jones, C., Pinder, R. a Robinson, G. (2019), 'Gambling Sponsorship and Advertising in British Football: A Critical Account', *Sport, Ethics and Philosophy*, 14 (2), 163–75

Killick, E. A. a Griffiths, M. (2020), 'Why do individuals engage in in-play sports netting? A qualitative interview study', *Journal of Gambling Studies*, <https://doi.org/10.1007/s10899-020-09968-9> [Cyrchwyd: 28 Gorffennaf 2019]

King, D., Delfabbro, P. a Griffiths, M. (2010), 'The Convergence of Gambling and Digital Media: Implications for Gambling in Young People', *Journal of Gambling Studies*, 26, 175–87.

Kitzinger, J. (1994), 'The methodology of Focus Groups: the importance of interaction between research participants', *Sociology of Health and Illness*, 16(1), 103–21.

Lamont, M. a Hing, N. (2020), 'Sports Betting Motivations among Young Men: An Adaptive Theory Analysis', *Leisure Sciences*, 42(2), 185–204.

Lastra, R., Bell, P. a Bond, C. (2018), 'Sports betting and the integrity of Australian sport: Athletes' and non-athletes' perceptions of betting-motivated corruption in sport', *International Journal of Law, Crime and Justice*, *52*, 185–98.

Levy, N. (2011), 'Addiction, responsibility and ego-depletion', yn Poland J. a Graham G. (goln), *Addiction and responsibility* (Cambridge, MA: MIT Press), tt. 89–111.

Lopez-Gonzalez, H., Guerrero-Solé, F. a Griffiths, M. D. (2017), 'A Content Analysis of how "Normal" Sports Betting Behaviour is Represented in Gambling Advertising', *Addiction Research & Theory*, 26 (3), 238–47

Misra, A., Anderson, J. a Saunders, J. (2013), 'Safeguarding sports integrity against crime and corruption: An Australian perspective', yn Haberfeld, M. M. a Sheehan, D. (goln), *Match-fixing in International Sports* (Springer, Cham.), tt. 135-55.

Numerto, D. (2016), 'Corruption and public secrecy: An ethnography of football match-fixing', *Current Sociology*, 64(5), 699–717.

Orford, J. (2010), *An unsafe bet?: The dangerous rise of gambling and the debate we should be having* (Oxford: Wiley-Blackwell).

Orford, J. (2020), *The Gambling Establishment: challenging the power of the modern gambling industry and its allies* (London: Routledge).

Pitt, H., Thomas, S. L. a Bestman, A. (2016), *Initiation, Influence, and Impact: Adolescents and Parents discuss the Marketing of Gambling Products during Australian Sporting Matches* (BMC Public Health), 16, 967.

Scholes-Balog, K. E. a Hemphill, S. A. (2012), 'Relationships between Online Gambling, Mental Health, and Substance Use: A Review', *Cyberpsychology, Behaviour, and Social Networking*, 15(12), 688–92.

Shaffer, H. J. (2011), 'Forward', yn Derevensky, J., Shek D. a Merrick J. (goln), *Youth Gambling: The Hidden Addiction* (Berlin: De Gruyter), xi–xiv.

Shead, N. W., Derevensky, J. L. a Gupta, R. (2011), 'Youth Problem Gambling: Our Current Knowledge of Risk and Protective Factors', yn Derevensky, J., Shek, D. a Merrick, J. (goln), *Youth Gambling: The Hidden Addiction* (Berlin: De Gruyter), 59–72.

Spijkerman, R. et al. (2007), 'The Impact of Peer and Parental Norms and Behavior on Adolescent Drinking: The Role of Drinker Prototypes', *Psychology and Health*, 22(1), 7–29.

Sports Betting Integrity Forum (2020), *Sport and Sports Betting Integrity Action Plan*. Ar gael yn: <https://www.sbif.uk/Docs/SBI-Action-Plan-2020-Final-v1.0.pdf.>

Ste-Marie, C., Gupta, R. a Derevensky, J. L. (2006), 'Anxiety and Social Stress Related to Adolescent Gambling Behaviour and Substance Use', *Journal of Child & Adolescent Substance Abuse*, 15(4), 55–74.

Tak, M. (2018), 'Too Big to Jail: Match-fixing, Institutional Failure and the Shifting of Responsibility', *International Review for the Sociology of Sport*, 53(7), 788–806.

Tak, M., Sam, M. P. a Jackson, S. J. (2018), 'The Politics of Countermeasures against Match-fixing in Sport: A Political Sociology Approach to Policy Instruments', *International Review for the Sociology of Sport*, 53(1), 30–48.

Thomas, S. L. et al. (2012b), '"They are Working every Angle": A Qualitative Study of Australian Adults' Attitudes Towards, and Interactions with, Gambling Industry Marketing Strategies', *International Gambling Studies*, 12(1), 111–27.

Thomas, S., Lewis, S. a Duong, J. (2012a), 'Sporting Betting Marketing during Sporting Events: A Stadium and Broadcast Census of Australian Football League Matches', *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 36(2), 145–52.

Cronni Plasma o Bositronau

Hywel T. Evans a C. Aled Isaac

Yr Adran Ffiseg, Coleg Gwyddoniaeth, Prifysgol Abertawe

Cyflwynwyd: 30 Hydref 2020; Derbyniwyd: 11 Mehefin 2021

Crynodeb: Cyflwynir adolygiad o'r broses o gronni plasma o bositronau (gwrthelectronau). Disgrifir ffynonellau positronau a'r technegau a ddefnyddir i'w cymedroli, eu cronni a'u nodweddu, gydag enghreifftiau o'r data a gesglir gan ddefnyddio llinell baladr positronau Prifysgol Abertawe. Rhoddir cyfiawnhad dros astudio gwrthfater er mwyn egluro cyfansoddiad y bydysawd, yn ogystal ag ychydig o gyd-destun hanesyddol. Sonnir hefyd am y defnydd o bositronau y tu hwnt i ymchwil ffiseg sylfaenol.

Allweddeiriau: Ffiseg, gwrthfater, positron, cronni, plasma, anniwtral.

Positron Plasma Accumulation

Abstract: A review of the process of accumulating a positron (antielectron) plasma is presented. Positron sources and techniques to moderate, accumulate and characterise positrons are described, with examples of data collected using the positron beamline at Swansea University. Motivation is given for studying antimatter to explain the composition of the universe, in addition to some historical context. The use of positrons beyond research in fundamental physics is also discussed.

Keywords: Physics, antimatter, positron, accumulation, plasma, non-neutral.

1 Rhagarweiniad

Ar ennyd y glec fawr, yn ôl ein dealltwriaeth, dylai mater a gwrthfater (*antimatter*) fod wedi cael eu creu mewn meintiau hafal. Os edrychwn ar y bydysawd, dim ond mater, fwy neu lai, sydd i'w weld ar ôl erbyn hyn. Nid yw ein model safonol o ffiseg gronynnau

yn egluro'r anghydbwysedd hwn a elwir yn 'anghymesuredd baryonau' (Farrar et al., 1993). Mae'r dirgelwch hwn ynghylch mater yn un o'r dirgelion mwyaf cyffrous ym maes ffiseg. Yn ogystal, mae bodolaeth 'mater tywyll' (de Swart et al., 2017) ac 'egni tywyll' (Peebles et al., 2003) hefyd yn awgrymu bod ffiseg newydd y tu hwnt i'r model safonol, felly mae'n debyg y bydd astudiaethau ar wrthfater yn ehangu ein dealltwriaeth o'r bydysawd.

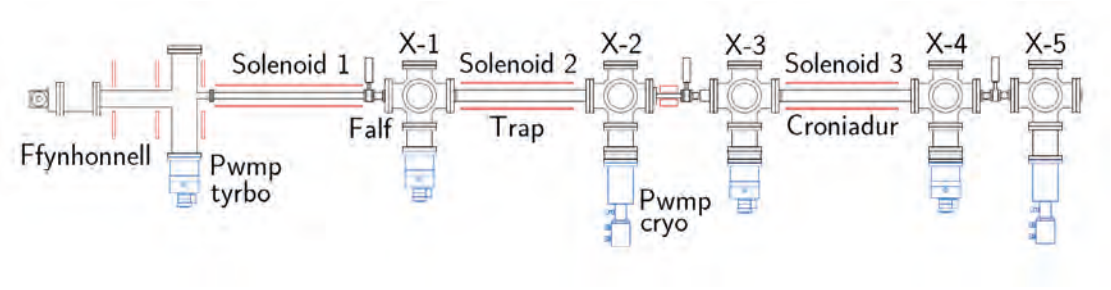
Rhagfynegwyd gwrthfater am y tro cyntaf yn 1931 gan Dirac. Wrth geisio uno damcaniaeth perthnasedd arbennig gyda mecaneg cwantwm darganfu fod datrysiadau negatif am egni electron (Dirac, 1931). Mae datrysiadau gydag egni negatif yn bwysig mewn mecaneg cwantwm ac felly nid oes modd eu hanwybyddu. Ystyriai Dirac fod y rhain yn cynrychioli 'twll' mewn môr o gyflyrau egni negatif, sydd fel arfer wedi'u llenwi yn ôl egwyddor gwahardd Pauli. Bydd y twll hwn yn ymddangos fel gronyn newydd, gyda gwefr bositif a fyddai'n difodi gydag electron.

Dim ond dwy flynedd yn ddiweddarach, darganfuwyd llwybr gronyn gyda gwefr ddirgroes ond â'r un màs ag electron, mewn llestr niwl gan Anderson (Anderson, 1933). Gwraidd y gronyn hwn oedd pelydryn cosmig. Nid oedd cysylltiad wedi'i wneud rhwng yr electron positif hwn a damcaniaeth Dirac am gyfnod, felly'r enw a roddwyd ar y gronyn hwn oedd 'positron' (*posi-tive elec-tron*), a gynrychiolir gan y symbol e^+.

Erbyn hyn, mae sawl defnydd wedi'i ddarganfod ar gyfer positronau. Un enghraifft mewn cyd-destun ymchwil yw sbectrosgopeg hyd oes difodiant positronau (*Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy* — PALS) (Siegel, 1980) i astudio solidau. Bodola positron mewn deunydd am amser cyfyngedig cyn ei ddifodiant, fel a ddangosir yn rhan 3, ac mae ei hyd oes yn dibynnu ar sawl priodwedd i'r deunydd, gan gynnwys ei strwythur a nifer y gwagleoedd neu ddiffygion. Mae hon yn dechneg ddefnyddiol i ganfod nodweddion solidau, sy'n sensitif a heb fod yn ddinistriol i'r deunydd.

Defnyddir positronau mewn nifer o astudiaethau ffiseg sylfaenol hefyd. Un defnydd yw ffurfio positroniwm, sef atom egsotig o electron a phositron mewn cyflwr rhwym cwasisefydlog. Cynhyrfir positroniwm i gyflyrau Rydberg gan ddefnyddio laser a chyflawnir sbectrosgopeg i feintioli'r atom egsotig ac i ddeall ei strwythur (Cassidy, 2018). Gwneir hyn gan ddefnyddio sbectrosgopeg saethiad sengl hyd oes difodiant positronau (*Single-shot Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy* — SSPALS) (Deller, 2019), sy'n defnyddio pwls o bositronau yn hytrach na phositronau unigol fel PALS. Hyd yn hyn, mae'r dechneg yn ddefnyddiol er mwyn astudio positroniwm, ond rhagwelir y gellid gwella nodweddiad solidau yn y dyfodol.

Mae plasma o bositronau'n ddefnyddiol wrth gynhyrchu gwrth-hydrogen ($\overline{\mathrm{H}}$), atom cyfan o wrthfater. Ffurfir gwrth-hydrogen o antiproton ($\overline{p}$) a phositron, yn hytrach na phroton ac electron fel sydd mewn hydrogen arferol. Dangoswyd y dull mwyaf effeithlon o gynhyrchu gwrth-hydrogen gydag egni isel gan y cydweithrediad ALPHA (Charlton et al., 2013), gan gymysgu cwmwl o antiprotonau â phlasma o bositronau. Dim ond o'r arafydd antiprotonau yn CERN y cawn antiprotonau gydag egni digon isel i greu gwrth-hydrogen oer, felly mae sawl ymgyrch yn ogystal ag ALPHA sydd am gynhyrchu gwrth-hydrogen ar gyfer mesuriadau trachywir, e.e. ATRAP (Gabrielse et al., 2002), ASACUSA (Enomoto et al., 2010), GBAR (Pérez et al., 2015), ac yn y gorffennol ATH-



Ffigur 1: Sgematig o'r llinell baladr positronau ym Mhrifysgol Abertawe (golygfa o'r ochr) sy'n dangos lleoliad y ffynhonnell ymbelydrol, system gwactod (du) gyda'r croesau pwmpio (X-1, X-2, ..., X-5), pympiau gwactod uchel (glas) a choiliau magnetig (coch). Addasiad o (Deller, 2013). Mae hyd y llinell baladr positronau yn tua 7 m.

ENA (Amoretti et al., 2002).

Yn y papur hwn, cyflwynir adolygiad o rai technegau sefydledig i gronni, canfod a nodweddu plasma o positronau. Cyflwynir hyn yng nghyd-destun ymchwil y grŵp positronau ym Mhrifysgol Abertawe, sydd hefyd yn rhan o'r cydweithrediad gwrth-hydrogen ALPHA (Gwefan ALPHA, 2020) yn CERN. Dangosir llinell baladr positronau Prifysgol Abertawe yn ffigur 1. Y tair prif ran a drafodir yw'r ffynhonnell ymbelydrol, y trap, a'r croniadur.

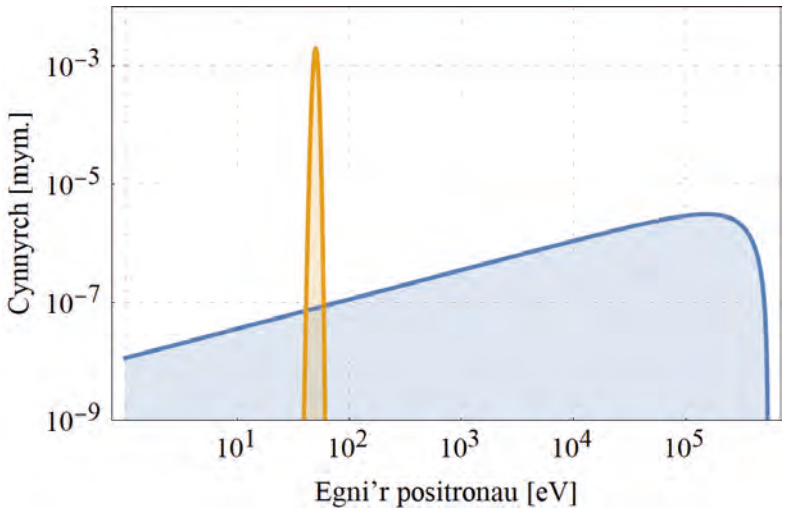
2 Ffynonellau positronau

Ceir tair prif ffordd o gynhyrchu positronau mewn cyd-destun ymchwil mewn labordy: o ffynonellau ymbelydrol, o gyflymyddion, a thrwy ddefnyddio laserau. I greu ffynhonnell ymbelydrol sy'n allyrru positronau, gellir defnyddio cyflymydd neu adweithydd niwclear. Defnyddir sodiwm-22 (^{22}Na) fel ffynhonnell gan nifer o ymchwilwyr positronau ar draws y byd. Mae ^{22}Na yn isotop artiffisial gyda hanner oes o 2.6 mlynedd, sy'n amser digon hir i osgoi angen ei amnewid yn aml, tra bo'r actifedd yn ddigon uchel ar gyfer arbrofion sy'n defnyddio positronau. Allyrrir positron a niwtrino (ν_e) trwy ddadfeiliad β^+ (lle y mae proton yn trawsnewid yn niwtron) gan droi'n neon mewn cyflwr cynhyrfol[†] gyda hyd oes o 3.7 ps, cyn allyrru pelydryn gama (γ) gydag egni nodweddiadol o 1.275 MeV wrth ddadfeilio i'r cyflwr isaf,

$$^{22}\mathrm{Na} \rightarrow {}^{22}\mathrm{Ne}^* + e^+ + \nu_e \tag{1a}$$

$$\hookrightarrow {}^{22}\mathrm{Ne} + \gamma. \tag{1b}$$

[†]Dynodir cyflwr cynhyrfol gan y symbol: *.

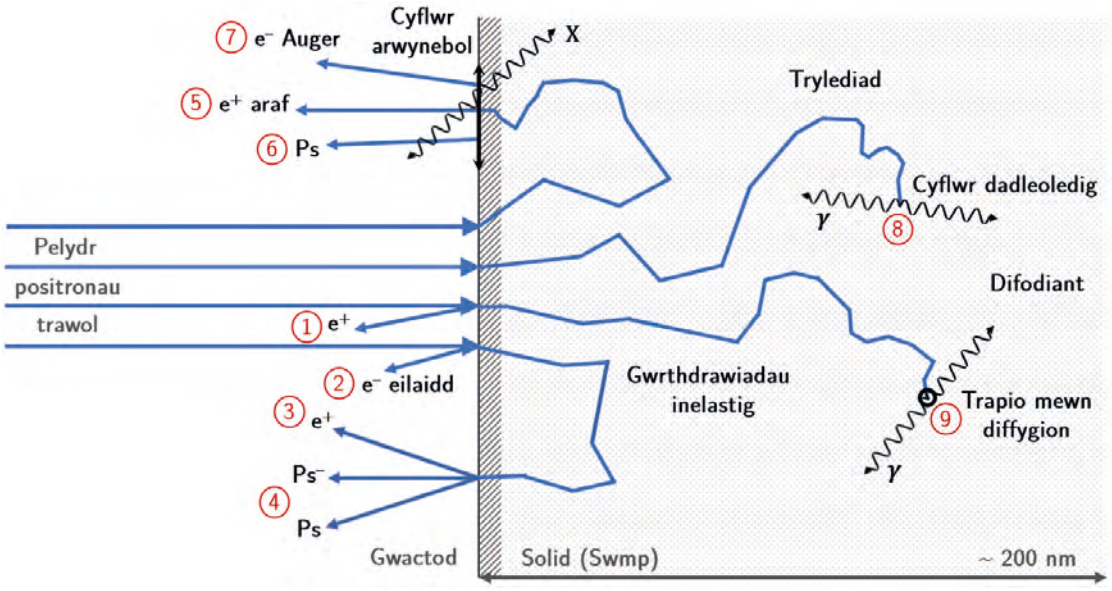


Ffigur 2: Cymhariaeth o sbectrwm egni nodweddiadol positronau o ffynhonnell ymbelydrol sodiwm-22 (glas) gyda phositronau wedi'u cymedroli (oren) ar raddfa log-log. Wrth gymedroli, gwelir lleihad yn lled y dosbarthiad egni gan gynyddu nifer y positronau gydag egni penodol.

Yr ail brif ffordd o gynhyrchu positronau yw gyda chyflymyddion, lle defnyddir meysydd amleddau radio i gyflymu electronau y tu hwnt i'r trothwy egni, a'u taro i mewn i darged er mwyn creu positronau egnïol trwy gynhyrchiad pâr. Cynhyrchir ffotonau gama *bremsstrahlung*, o ganlyniad i arafiad yr electronau yn ystod y gwrthdrawiad, gydag egni uwch na'r trothwy egni, sydd felly yn gallu cynhyrchu electron a phositron mewn pâr (Coleman, 2000). Mae egni'r ffoton, E, yn cael ei drawsnewid yn fàs, m, yn ôl hafaliad enwog Einstein, $E = mc^2$, lle mai c yw cysonyn buanedd golau mewn gwactod. Yn aml, dewisir cyflymydd llinol e.e. yn yr arbrawf GBAR (Gwefan GBAR, 2020).

Y trydydd ffordd o gynhyrchu positronau yw drwy ddefnyddio laser. O yrru pwls laser trwy nwy, ïoneiddir y nwy gan y maes trydanol a chrëir plasma o electronau sy'n cael eu cyflymu i daro targed (Sarri et al., 2013), sy'n cynhyrchu positronau yn yr un modd â'r cyflymyddion.

Ffurfir positronau hefyd gan dyllau du a sêr niwtron (Wardle et al., 1998), ac fe'u gwelir mewn rhai pelydrau cosmig sy'n teithio trwy'r bydysawd. Yn ogystal, maent yn gallu ffurfio'n agosach at y Ddaear o ganlyniad i'r meysydd trydanol cryf yn ystod storm fellt (Briggs et al., 2011), ond maent yn rhy egnïol i'w cronni i gynnal arbrofion trachywir.

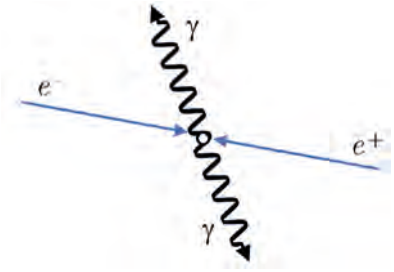


Ffigur 3: Rhyngweithiad positronau â deunydd: ar yr arwyneb gellir (1) adlewyrchu a diffreithio neu (2) achosi allyriad eilaidd. Cyn thermoliad, (3) allyrrir positronau o'r solid yn epithermol, neu (4) fel positroniwm. Ar ôl thermoliad a thryledlad yn ôl i'r arwyneb, allyrrir (5) positronau sydd wedi'u cymedroli (am ddeunydd gyda ffwythiant gwaith negatif) neu (6) bositroniwm thermol. Gall difodiant o gyflwr arwynebol achosi (7) allyriad electronau Auger a phelydrau-X. Yn y swmp (*bulk*), mae positronau (8) yn difodi o gyflwr dadleoedig yn y ddellten neu (9) pan y'u delir mewn diffygion.

3 Cymedroli positronau

Pan ffurfir positronau, mae ganddynt egni cinetig cyfartalog uchel gydag amrediad mawr. Er enghraifft, mae'r dosbarthiad egni cinetig sydd gan bositronau yn cael ei allyrru o ffynhonnell sodiwm-22 rhwng 0 a 546 keV. Mae'r rhan fwyaf o'r rhain yn rhy egnïol i gael eu rheoli'n effeithlon, felly defnyddir cymedrolydd (*moderator*) i'w harafu gan gynyddu nifer y positronau sydd ag egni isel, fel a ddangosir yn ffigur 2. Defnyddir dau brif fath o gymedrolydd: un yw'r cymedrolydd solid nwy prin (*Rare Gas Solid* — RGS), a'r llall yw'r cymedrolydd ffoil metel.

Cymedrolydd RGS o e.e. neon yw'r math o gymedrolydd a ddefnyddir yn y gwaith hwn. Cedwir ffynhonnell ymbelydrol ar dymheredd isel, o tua 7 K (−266.15 °C) i neon, sy'n galluogi haen denau o nwy prin i ddyddodi. Mewnblennir rhai positronau o'r dadfeiliad β^+ i'r RGS a chollir egni cinetig trwy gyffroad, ïoneiddiad a gwasgariad ffononau (*phonon scattering*), nes bydd eu hegni yn rhai eV uwchben thermoliad. Gwelir rhyng-



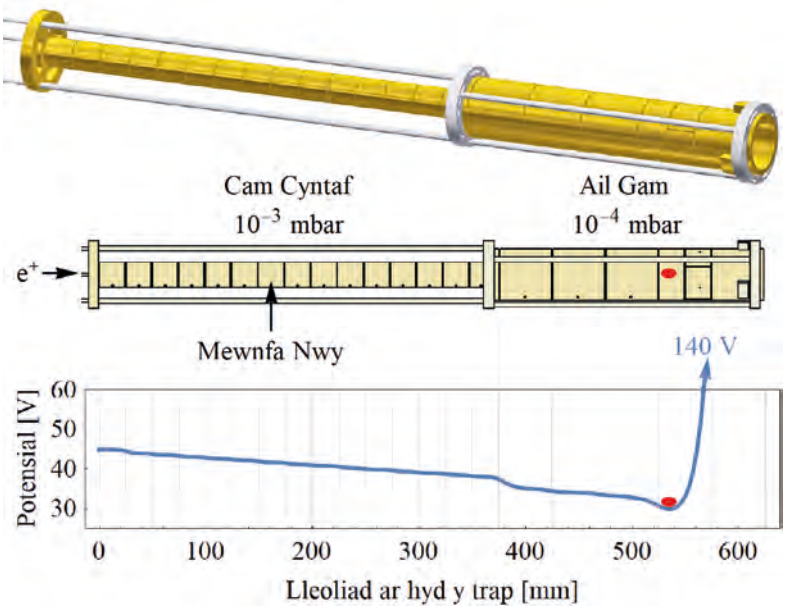
Ffigur 4: Diagram o ddifodiant positron ac electron i gynhyrchu dau ffoton gama gydag egni o 511 keV yr un.

weithiad positron â deunydd yn ffigur 3. Gan fod màs positron yn llawer llai na màs atom RGS, bydd un rhyngweithiad o wasgaru ffononau yn achosi colli ychydig o egni. Unwaith mae egni'r positronau yn llai na bwlch band yr RGS, gwasgaru ffononau yw'r unig broses sy'n gallu colli egni pellach. Felly, tryleda rhai positronau trwy'r cymedrolydd, ac os cyrhaeddir arwyneb RGS gydag egni sy'n fwy na ffwythiant gwaith y deunydd, cânt eu hallyrru o'r solid. Mae ffwythiant gwaith cymedrolydd arwyneb RGS yn bositif i bositronau, felly mae angen iddynt gael digon o egni i oresgyn rhwystr potensial cyn cael eu hallyrru. Lled y dosbarthiad egni ar ôl allyriad o gymedrolydd RGS yw rhai eV. Gan fod cymedrolydd da o RGS tua 1% yn effeithlon (Mills et al., 1986), ni chronnir y rhan fwyaf o bositronau a allyrrir o ffynhonnell ymbelydrol.

Yr ail fath o gymedrolydd, sy'n cael ei ddefnyddio mewn rhai arbrofion eraill, yw'r ffoil o fetel twngsten. Gan fod twngsten yn ddargludydd, mae'r rhan fwyaf o egni cinetig y positronau yn cael ei golli trwy ïoneiddiad, felly nid yw'r positronau yn gallu tryledu mor bell trwy'r deunydd. Mewn cyferbyniad â RGS, mae ffwythiant gwaith arwyneb twngsten yn negatif i bositronau, felly nid oes angen iddynt oresgyn rhwystr potensial cyn cael eu hallyrru i'r gwactod. O ganlyniad, mae'r dosbarthiad egni tua 25 meV, sydd yn fwy delfrydol na'r cymedrolydd RGS, ond mae'r broses yn llai effeithlon gyda thua 0.1% (Vehanen et al., 1983). Serch hynny, mewn nifer o arbrofion, penderfynir defnyddio cymedrolydd metel gan dderbyn y bydd nifer is o bositronau araf, er mwyn cael llai o amrywiad egni. Yn ogystal, mae cymhelliant arall dros ddewis cymedrolydd twngsten, gan fod angen 'aildyfu' cymedrolydd RGS yn aml a'i gadw ar dymheredd isel iawn, sy'n cymhlethu'r dasg wrth ddibynnu ar fwy o dechnoleg (e.e. cywasgydd).

I reoli positronau, defnyddir meysydd electromagnetig, a chynhyrchir paladr o bositronau araf y gellir ei hystyried fel ffynhonnell cerrynt union (*direct current* — DC). Yn yr achos hwn, mae tua 100,000 e^+/s, sy'n cyfateb i 0.016 pA o gerrynt. Gyda'r dull hwn, mae'n bosib gwneud astudiaethau manwl e.e. o ryngweithiad positron gydag arwyneb (Schultz et al., 1988). Er mwyn cynyddu'r arddwysedd ymhellach i arbrofion eraill, defnyddir meysydd electromagnetig sy'n newid mewn amser i glystyru a chynhyrchu pylsiau dwys o bositronau â lled amser o lai na nanoeiliad, e.e. i ffurfio positroniwm, fel yn achos y gwaith hwn.

Pan fo positron ac electron yn cwrdd, maent yn difodi. Cynhyrcha'r difodiant hwn ddau ffoton gama sydd ag egni nodweddiadol o 511 keV, sy'n teithio mewn llinellau syth

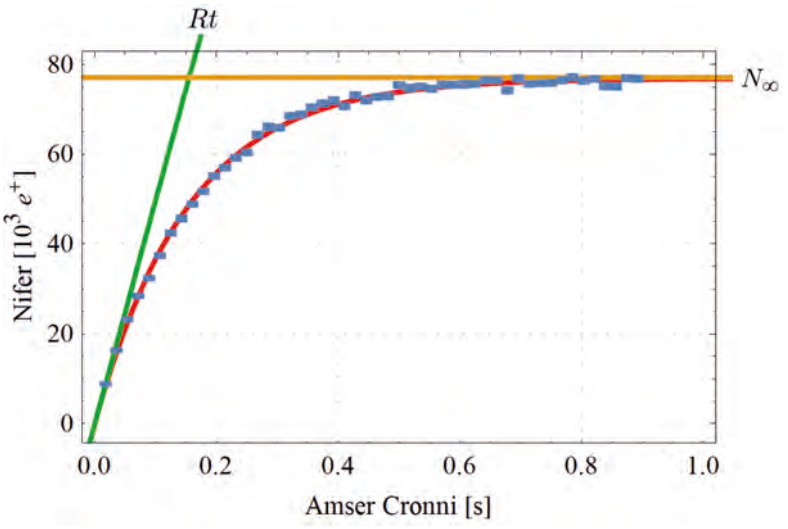


Ffigur 5: (Top:) Lluniad o'r trap gyda'r electrodau silindrog aur yn eu ffrâm. (Canol:) Trawstoriad o'r trap, gyda lleoliad y fewnfa nwy trapio sef nitrogen, a'r gwasgedd yn y ddau gam, gyda lleoliad cwmwl o bositronau wedi'i liwio'n goch. (Gwaelod:) Y potensial trydanol ar hyd echelin y trap o ganlyniad i'r folteddau a osodwyd ar yr electrodau, gyda chwmwl o bositronau wedi'i liwio'n goch yng ngwaelod y pant. Gellir lleihau'r 140 V ar yr electrod olaf er mwyn gostwng y rhwystr ar ddiwedd y trap ac allyrru'r positronau.

fel y dangosir yn ffigur 4. Gellir canfod ffotonau gama mewn amryw o ganfodyddion gwahanol (Knoll, 2010). Yn y gwaith hwn, defnyddir fflachenwyr (*scintillators*), megis cesiwm ïodid (CsI) a sodiwm ïodid (NaI), sy'n trawsnewid y ffotonau gama yn olau gweledol neu uwchfioled. Cesglir y golau gan diwb ffotoluosi (*photomultiplier tube* — PMT) sydd yna'n cynhyrchu electronau trwy'r effaith ffotodrydanol. Cyfrifir nifer yr electronau a gynhyrchwyd i ganfod nifer y positronau a ddifodwyd.

4 Trapio positronau

Disgrifir y trap positronau yn fwy manwl yng nghyfeirnod (Clarke et al., 2006), ond defnyddir trap silindrog Penning yn y gwaith hwn. Wrth osod folteddau ar yr electrodau silindrog, cynhyrchir potensial trydanol sy'n creu rhwystr echelinol, fel y dengys ffigur 5. Daw rhwystr rheiddiol o solenoidau sy'n cynhyrchu maes magnetig sy'n baralel i echelin y trap. I drapio positronau, mae nwy trapio nitrogen (N_2) yn cael ei fewnfwydo i'r trap.



Ffigur 6: Cromlin gronni sy'n dangos nifer y positronau sydd yn y trap. Y llinell goch yw hafaliad 3 wedi'i ffitio i'r data, i roi $R = (498 \pm 4) \times 10^3$ e^+/s a $\tau = (0.155 \pm 0.001)$ s, sy'n golygu bod $N_\infty = (77.2 \pm 0.8) \times 10^3$ e^+, sef y llinell oren. Mae pob pwynt yn gymedr o bedwar ailadroddiad wedi'i blotio gyda'r cyfeiliornad safonol.

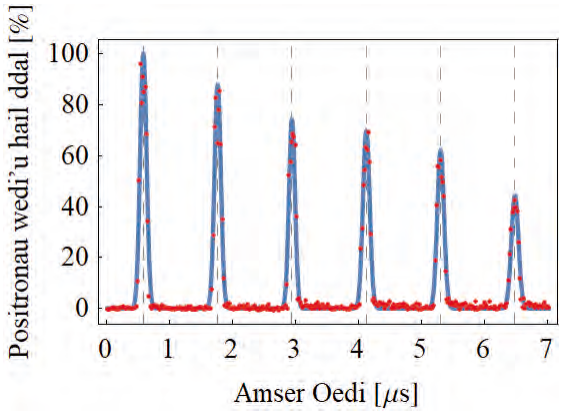
Mae'n rhaid i'r positronau oresgyn brig yn y potensial ar ddechrau'r trap; yna wrth deithio ar hyd y trap, maent yn colli tua 9 eV yr un yn ystod gwrthdrawiadau (Murphy et al., 1992), gan gynhyrfu moleciwl nitrogen. Yn dilyn hyn, nid oes gan y positronau ddigon o egni bellach i oresgyn y brig yn y potensial ac felly bydd y positronau yn cael eu trapio. Ar ôl nifer o wrthdrawiadau gyda'r nitrogen, bydd y positronau'n cronni yng ngwaelod pant y potensial. Os gostyngir y foltedd uchel sydd ar yr electrod olaf, allyrra'r gronynnau o'r trap. Gellir cronni tua 100,000 o bositronau mewn 1 s yn y system hon, gan ddibynnu ar nifer y positronau sydd yn y paladr, a gwasgedd y nwy a ddefnyddir.

Nodweddir ymddygiad y trap gan ddefnyddio model syml gyda nifer fach o baramedrau. Ystyriwn fod y positronau'n cael eu trapio ar gyfradd R o'r pelydr cerrynt union. Os bydd positron yn parhau yn y trap am amser τ cyn cael ei golli, yna disgrifir nifer y positronau sydd yn y trap, N, gan

$$\frac{dN}{dt} = R - \frac{N}{\tau}. \tag{2}$$

Mae'r hyd oes meidrol, τ, yn ymddangos oherwydd difodiant a gwasgariad ar y nwy trapio ac amherffeithiadau yn y meysydd trydanol a magnetig. Wrth ddatrys hafaliad 2 gan honni nad oes positronau yn y trap ar y dechrau, $N(0) = 0$, cawn

$$N(t) = R\tau(1 - e^{-t/\tau}). \tag{3}$$



Ffigur 7: Amrywiwyd yr amser oedi rhwng allyrru'r positronau o'r trap a'u dal yn y croniadur, gan fesur nifer y positronau a ddaliwyd. Mae'r data wedi'u ffitio â chyfres o chwe brig Gaussaidd anghyfyngedig, sef y llinell las, lle y mae'r amser cyfartalog rhwng pob brig yn (1.178 ± 0.002) μs. Gall positronau gael eu gwrthyrru gan botensial heb ei ostwng, a sboncio yn ôl ac ymlaen rhwng y trap a'r croniadur cyn cael eu dal yn ddiweddarach.

Yn ymarferol, mae'r paramedrau R a τ yn cael eu hechdynnu o ffit y gromlin cronni fel y dengys yn ffigur 6. Wrth edrych ar hafaliad 3, am amseroedd hir $(t \to \infty)$ gwelir bod nifer y gronynnau yn y trap yn dirlenwi wrth i gyfradd trapio'r positronau ddod yn hafal i'r gyfradd golled $(dN/dt \to 0)$. Wrth ddirlenwi'r trap cawn N_∞ o bositronau, lle y mae

$$N_\infty = \lim_{t\to\infty} N = R\tau. \tag{4}$$

Dangosir hyn yn ffigur 6 fel llinell oren. Heb yr hyd oes meidrol, byddai nifer y positronau yn y trap yn cynyddu'n llinol fel $N(t) = Rt$, fel y dengys ffigur 6 gan y llinell werdd.

5 Cronni tuag at blasma anniwtral

Goresgynnir y cyfyngiad ar nifer y positronau sy'n gallu cael eu casglu, N_∞, trwy stacio nifer o 'gymylau' o'r trap i'r croniadur lle y mae'r gwasgedd yn llawer is. Gellir stacio dros 150 o gymylau yn y croniadur, sy'n cyfateb i tua 20 miliwn o bositronau. Gyda dwysedd digon uchel, ffurfir plasma anniwtral o bositronau.

Mewn plasma anniwtral, mae maes trydanol hunangynhyrchiol pwysig, ac mae dwysedd uchel y gronynnau gwefredig yn achosi sgrinio Debye, lle y mae effaith maes trydanol allanol y trap yn cael ei wanhau o fewn y plasma gan y meysydd mewnol cryf. Gall hyn achosi ansefydlogrwydd, sy'n golygu bod dynameg y plasma'n anoddach i'w darogan a'i rheoli.

Wrth drosglwyddo cwmwl o bositronau o'r trap i'r croniadur, mae amseru da yn bwysig i geisio ail-ddal y positronau i gyd. Arbrofwyd wrth amrywio'r oedi rhwng allyrru'r positronau o'r trap, a'u dal yn y croniadur cyn eu canfod. Yn ffigur 7, gwelir bod oediad cyfartalog o (0.589 ± 0.001) μs cyn i'r positronau gael eu dal yn y brig cyntaf, sy'n rhoi'r nifer uchaf o bositronau. Dyma'r amser hedfan o'r trap i'r croniadur. Os na chaiff y positronau eu dal yn y croniadur, byddant yn adlewyrchu yn ôl ac ymlaen rhwng y trap a'r croniadur. Gwelir hyn yn ffigur 7 fel cyfres o frigau sydd ar gyfartaledd o (1.178 ± 0.002) μs ar wahân (dwywaith yr amser hedfan o'r trap i'r croniadur). Collir positronau yn ystod y broses hon, felly gwelir gostyngiad yn y nifer (uchder y brig) gydag amser. Er mwyn dal y nifer fwyaf o bositronau, amserir i ddal y positronau yn y croniadur ar y tro cyntaf. Gwelir hefyd fod lled amser y brig yn ehangu wrth i'r amser teithio gynyddu gan fod gwahanol egnïon (ac felly buaneddau) i'r positronau.

Er bod y gwasgedd yn gymaint is yn y croniadur, mae'r positronau'n parhau i gael eu colli oherwydd anghymesureddau yn y meysydd trydanol. Os ystyriwn hafaliad 2 heb y term trapio (h.y. $R = 0$), gwelwn fod nifer y positronau sydd ar ôl yn y trap, $N(t)$, yn ymddwyn fel:

$$N(t) = N(0)e^{-t/\tau}, \tag{5}$$

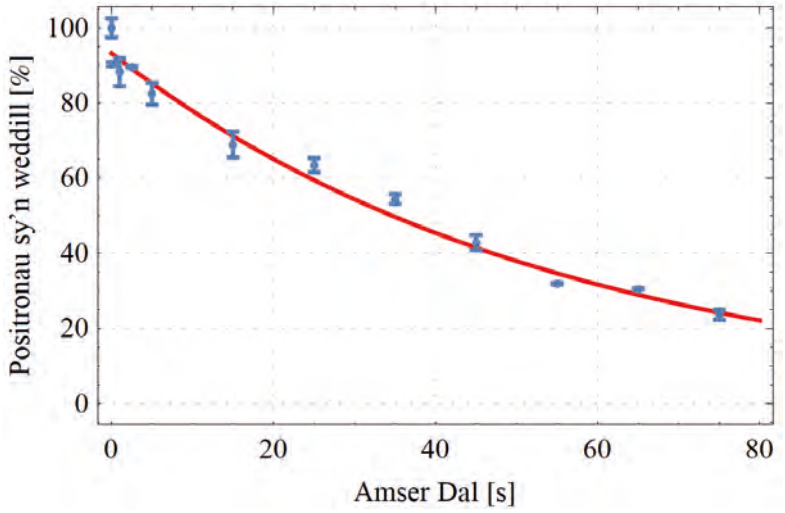
lle mai $N(0)$ yw nifer y gronynnau cychwynnol wedi'u trapio. Amrywir yr amser dal yn y trap a chyfrifir y nifer sy'n weddill i ddarganfod yr hyd oes yn y croniadur, τ, o hafaliad 5. Dangosir enghraifft o hyn yn ffigur 8, lle y mae hyd oes y positronau yn y croniadur yn $\tau = (55.6 \pm 1.5)$ s.

I gyfrifo cyfanswm y nifer fwyaf o bositronau y gellir eu cronni gyda'r system hon, defnyddiwyd $N = (36,698 \pm 414)$ e^+ ar ôl cronni am $t = 0.1$ s yn y trap o ffigur 6, gyda'r hyd oes yn y croniadur o ffigur 8. Wrth dybio bod pob positron yn cael ei drosglwyddo'n llwyddiannus, cawn gyfanswm o $N_c = N\tau/t = (2.04 \pm 0.06) \times 10^7$ e^+, sy'n ddigonol i gronni plasma o bositronau.

6 Casgliad

Yn yr erthygl hon, cyflwynwyd cymhelliant dros gynnal astudiaethau gwrthfater i ehangu ein dealltwriaeth o'r bydysawd. Rhoddwyd trosolwg o fathau o ffynonellau, sut i gymedroli egni positronau a'u trapio, a rhai o'r technegau sefydledig i gronni plasma o dros 20 miliwn o bositronau. Ni thrafodwyd cywasgiad gan wal cylchdröol (*rotating wall compression*), sef prif gyfraniadau arloesol yr awduron at y maes (Isaac et al., 2011; Isaac, 2013), ond rhoddwyd cyd-destun a gosodwyd sylfeini. Mae'r wal gylchdröol yn dechneg bwysig i ymestyn hyd oes gronynnau gwefredig mewn trap a chynyddu'r dwysedd. Mae trafodaeth fanwl ar y dechneg o ddefnyddio wal gylchdröol y tu hwnt i gwmpas yr erthygl hon.

Un nod hirsefydlog yn y maes yw cynyddu dwysedd y positronau, a dyma yn bennaf nod y technegau a drafodwyd. Gall cynyddu dwysedd y positronau arwain at ddatblygiadau yn y gwaith a grybwyllwyd yn rhan 1, yn ogystal ag arbrofion eraill fel y canlynol. Ceisia'r arbrawf GBAR greu ïon positif o wrth-hydrogen ($\overline{\mathrm{H}}^+$) gan ddefnyddio



Ffigur 8: Daliwyd positronau yn y croniadur heb groniad pellach am hyd at 75 s. Trwy ffitio hafaliad 5 sef y llinell goch, ceir hyd oes o $\tau = (55.6 \pm 1.5)$ s. Mae pob pwynt yn gymedr o dri ailadroddiad wedi'i blotio gyda'r cyfeiliornad safonol. Gan fod gwasgedd y croniadur yn is na'r trap, mae llai o golled o ran positronau, sy'n golygu hyd oes hirach.

plasma o 10^{10} o bositronau; hon fyddai'r nifer fwyaf a gronnwyd erioed. Bu cynyddu dwysedd positronau hefyd yn hanfodol i greu ac astudio moleciwlau positroniwm, fel deupositroniwm (Ps_2) (Cassidy et al., 2007). Gall cynyddu dwysedd ac oeri cwmwl o bositronau arwain at gyddwysiad Bose-Einstein (*Bose-Einstein Condensate* — BEC) o bositroniwm a all arwain at laser o belydrau gama (Mills et al., 2004).

Cydnabyddiaeth

Cefnogwyd doethuriaeth Hywel Turner Evans gan ysgoloriaeth ymchwil y Coleg Cymraeg Cenedlaethol (YSG17/04), ac ysgoloriaeth ymchwil y Coleg Gwyddoniaeth, Prifysgol Abertawe.

Llyfryddiaeth

ALPHA, <http://alpha.web.cern.ch>[Cyrchwyd: 30 Hydref 2020].

Amoretti, M., et al. (2002), 'Production and detection of cold antihydrogen atoms', *Nature*, 419 (6906), 456–9.

Anderson, C. D. (1933), 'The positive electron', *Physical Review*, 43, 491–4.

Briggs, M. S., et al. (2011), 'Electron-positron beams from terrestrial lightning observed with fermi gbm', *Geophysical Research Letters*, 38 (2).

Cassidy, D. B. (2018), 'Experimental progress in positronium laser physics', *European Physical Journal D*, 72 (3).

Cassidy, D. B. a Mills, A. P. (2007), 'The production of molecular positronium', *Nature*, 449 (7159), 195–7.

Charlton, M., et al. (2013), 'Gwrth-hydrogen mewn potel (supplementary data)', *Physics Education*, 48 (2), 212–20.

Clarke, J., et al. (2006), 'Design and operation of a two-stage positron accumulator', *Review of Scientific Instruments*, 77 (6), 063302.

Coleman, P. (2000), *Positron Beams and Their Applications*, (World Scientific).

de Swart, J. G., Bertone, G., a van Dongen, J. (2017), 'How dark matter came to matter', *Nature Astronomy*, 1 (3), 0059.

Deller, A, 'Positron accumulation and laser excitation of the positronium atom', Traethawd PhD, Prifysgol Abertawe, 2013.

Deller, A. (2019), 'SSPALS: A tool for studying positronium' *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 922, 91–7.

Dirac, P. A. M. (1931), 'Quantised singularities in the electromagnetic field', *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 133 (821), 60–72.

Enomoto, Y., et al. (2010), 'Synthesis of cold antihydrogen in a cusp trap', *Physical Review Letters*, 105 (24), 1–4.

Farrar, G. R. a Shaposhnikov, M. E. (1993), 'Baryon asymmetry of the universe in the minimal standard model', *Physical Review Letters*, 71 (1), 210.

Gabrielse, G., et al. (2002), 'Background-free observation of cold antihydrogen with field-ionization analysis of its states', *Physical Review Letters*, 89 (21), 2–5.

GBAR, <http://gbar.web.cern.ch>[Cyrchwyd: 30 Hydref 2020].

Isaac, C. A. (2013), 'Motional sideband excitation using rotating electric fields', *Physical Review A*, 87 (4), 1–7.

Isaac, C. A., et al. (2011), 'Compression of positron clouds in the independent particle regime', *Physical Review Letters*, 107 (3).

Knoll, G. F. (2010), *Radiation Detection and Measurement*, (Wiley).

Mills, A. P., Cassidy, D. B., a Greaves, R. G. (2004), 'Prospects for making a Bose-Einstein-condensed positronium annihilation gamma ray laser', *Materials Science Forum*, 445–6, 424–9.

Mills, A. P. a Gullikson, E. M. (1986), 'Solid neon moderator for producing slow positrons', *Applied Physics Letters*, 49 (17), 1121–3.

Murphy, T. J. a Surko, C. M. (1992), 'Positron trapping in an electrostatic well by inelastic collisions with nitrogen molecules', *Physical Review A*, 46, 5696–705.

Peebles, P. J. E. a Ratra, B. (2003), 'The cosmological constant and dark energy', *Reviews of Modern Physics*, 75(2), 559–606.

Pérez, et al. (2015), 'The GBAR antimatter gravity experiment', *Hyperfine Interactions*, 233 (1-3), 21–7.

Sarri, G., et al. (2013), 'Table-top laser-based source of femtosecond, collimated, ultrarelativistic positron beams', *Physical Review Letters*, 110, 255002.

Schultz, P. J. a Lynn, K. G. (1988), 'Interaction of positron beams', *Reviews of Modern Physics*, 60 (3), 701–79.

Siegel, R. W. (1980), 'Positron Annihilation Spectroscopy', *Annual Review of Materials Science*, 10 (1), 393–425.

Vehanen, A., et al. (1983), 'Improved slow-positron yield using a single crystal tungsten moderator', *Applied Physics A*, 32 (3), 163–7.

Wardle, J. F. C., et al. (1998), 'Electron-positron jets associated with the quasar 3C279', *Nature*, 395 (6701), 457–61.

Cynrychioliad amharamedrig ar gyfer cyd-newidynnau amlddimensiynol mewn model gwerthoedd eithaf, â chymhwysiad eigionegol

Philip Jonathan

Adran Fathemateg ac Ystadegaeth Prifysgol Caerhirfryn

Cyflwynwyd: 30 Mawrth 2021; Derbyniwyd: 23 Gorffennaf 2021

Crynodeb: Cyflwynir methodoleg ystadegol er mwyn modelu gwerthoedd eithaf amgylcheddol prosesau anunfan. Seilir y fethodoleg ar fodel Pareto cyffredinoledig ar gyfer brigau dros drothwy o'r broses amgylcheddol, â chynrychioliad Voronoi ar gyfer amrywiad paramedrau'r model gwerthoedd eithaf gyda chyd-newidynnau amlddimensiynol. Defnyddir rhesymu Bayesaidd MCMC naid wrthdroadwy, yn ymgorffori samplu Metropolis-Hastings mewn Gibbs, i amcangyfrif cyd-ôl-ddosraniad holl baramedrau'r cynrychioliad Voronoi. Cymhwysir y fethodoleg i ganfod nodweddion gerwinder stormydd morol eithafol gyda chyfeiriad a thymor. Dilysir bod efelychiadau yn ôl y model a amcangyfrifwyd yn cyfateb yn dda i'r data gwreiddiol. Ymhellach, defnyddir y model i amcangyfrif uchafwerthoedd brigau dros drothwy sy'n cyfateb i gyfnodau dychwelyd llawer hwy na chyfnod y data gwreiddiol.

Allweddeiriau: Gwerthoedd eithaf, cyd-newidyn amlddimensiynol, ymraniad Voronoi, rhesymu Bayesaidd, samplu Gibbs a Metropolis-Hastings, samplu MCMC naid wrthdroadwy, tonnau morol, gwerth dychwelyd.

A non-parametric representation for multi-dimensional covariates in an extreme value model, with oceanographic application

Abstract: A statistical methodology is presented to model extreme values from non-stationary environmental processes. The methodology is based on a generalized

Coleg Cymraeg Cenedlaethol
ISSN: 1741-4261
http://gwerddon.cymru

Pareto model for peaks over threshold of the environmental process combined with a Voronoi representation for the variation of extreme value model parameters with multi-dimensional covariates. Bayesian inference using reversible-jump MCMC, incorporating Metropolis-Hastings within Gibbs sampling, is used to estimate the joint posterior distribution of all parameters of the Voronoi representation. The methodology is applied to characterise extreme ocean storm severity with direction and season. The fitted model is validated by comparing the characteristics of data simulated under the model with those of the original sample data. Further, the model is used to estimate the distribution of maxima of peaks over threshold corresponding to return periods much longer than the period of the original data.

Keywords: Extreme value, multi-dimensional covariate, Voronoi partition, Bayesian inference, Gibbs sampling and Metropolis-Hastings, reversible-jump MCMC, ocean wave, return value.

1 Rhagymadrodd

Mae canfod nodweddion digwyddiadau anaml neu eithafol yn bwysig mewn meysydd gwyddonol, diwydiannol, ariannol ac amgylcheddol. Er enghraifft, mae diogelwch rhai sy'n byw mewn ardaloedd arfordirol neu'n gweithio ar y môr yn dibynnu ar fodolaeth adeileddau megis morgloddiau, llongau a llwyfannau olew a all wrthsefyll stormydd morol garw.

Yn fras, mae canllawiau dylunio (megis NORSOK N-006, 2015; ISO19901-1, 2015) yn awgrymu y dylai adeiladwaith o'r fath wrthsefyll digwyddiad eithafol â **chyfnod dychwelyd** (*return period*) o ryw gannoedd o flynyddoedd. Er mwyn bodloni'r gofynion cynllunio felly, gwaith yr eigionegydd ffisegol a'r peiriannydd morol yw amcangyfrif priodweddau'r digwyddiadau eithafol hyn yn seiliedig ar arsylwadau a damcaniaeth ystadegol gwerthoedd eithaf.

Gyda'r hapnewidyn $M \in \mathbb{R}$ yn cynrychioli uchafwerth blynyddol rhyw allbwn $X \in \mathbb{R}$ o'r broses dan sylw, diffinnir y **gwerth dychwelyd** (*return value*) $x_P \in \mathbb{R}$ â chyfnod dychwelyd $P \in \mathbb{R}_{>0}$ ar gyfer X gan y mynegiad

$$\mathbb{P}(M \leq x_P) = 1 - \frac{1}{P} \tag{1}$$

Fel arfer, ystyrir $P \in [10, 10^6]$ mlynedd; felly, **cwantil** (*quantile*) uchel o ddosraniad M yw'r gwerth dychwelyd. Er enghraifft, gyda $P = 100$, siaradir am y gwerth dychwelyd can mlynedd, neu'r gwerth can mlynedd.

Gan nad oes gennym fesuriadau o'r amgylchedd morol am gyfnodau o gannoedd o flynyddoedd, mae amcangyfrif gwerthoedd dychwelyd (yn cyfateb i gyfnod dychwelyd

o filoedd o flynyddoedd) yn anodd i'w gyflawni'n ddibynadwy. Fel arfer felly, cyfunir mesuriadau morol uniongyrchol mewn model ffisegol a elwir yn **hanesolwg** (*hindcast*) i gynhyrchu cyfres amser o led-arsylwadau H_S ynghyd â newidynnau a chyd-newidynnau perthnasol, am gyfnod o ryw ugain i gan mlynedd (e.e. Reistad et al., 2011; Bloemendaal et al., 2020). Yn ddiweddar, mae **modelau cypledig byd-eang** (*global coupled models*) yn cynnig hanesolygon am gyfnodau llawer hwy, dros 500 mlynedd (e.e. Bao et al., 2020). Defnyddir y data hyn i greu modelau ystadegol o gynffonnau dosraniadau ymylol, a chyd-gynffonnau dosraniadau newidynnau amgylcheddol o ddiddordeb, fel sail i amcangyfrif cwantilau eithafol megis gwerthoedd dychwelyd.

Fel arfer defnyddir **uchder ton arwyddocaol** (*significant wave height*, e.e. Kinsman, 2012) H_S fel mesur o'r egni yn yr arwyneb morol mewn safle penodol dros gyfnod penodol τ o amser (e.e. hanner awr, neu dair awr yn hanesyddol); un diffiniad o H_S yw $4\sigma_S$, gyda σ_S yn cynrychioli gwyriad safonol yr arwyneb morol. Yn y gwaith hwn, mesurir H_S mewn metrau (m). Mae'n hysbys bod nodweddion H_S ei hun yn amrywio'n systematig â chyd-newidynnau megis cyfeiriad storm (Ewans a Jonathan, 2008), yr amser o'r flwyddyn (Jonathan ac Ewans, 2008), dyfnder y môr (Battjes a Groenendijk, 2000), a **chyrch** (*fetch*, e.e. Kinsman, 2012). Er mwyn amcangyfrif nodweddiad digonol felly, rhaid ystyried effeithiau cyd-newidynnau yn benodol mewn modelau **anunfan** (*non-stationary*). Nid yw'n bosib rhagweld sut yn union y bydd priodweddau H_S yn amrywio â chyd-newidynnau. O'r herwydd, mae cynrychioliadau hyblyg, amharametrig ar gyfer y ddibyniaeth gyd-newidynnol yn angenrheidiol, gan ddefnyddio arsylwadau a modelu ystadegol i amcangyfrif priodweddau optimaidd y cynrychioliad mewn unrhyw gymhwysiad.

Gan mai prosesau atmosfferig graddfa eang sy'n gyfrifol am stormydd morol, mae'n amlwg e.e. bod gwerthoedd H_S mewn mannau cyfagos yn debygol o fod yn debyg i'w gilydd. Yn wir, mae gwerthoedd eithafol H_S o safleoedd cyfagos yn arddangos **dibyniaeth eithafol ofodol**. Os mai'r bwriad yw modelu H_S yn ofodol felly, rhaid hefyd ystyried y ddibyniaeth hon (e.e. Davison et al., 2012). Yn y gwaith hwn, dim ond arsylwadau o un lleoliad sydd o dan sylw, felly gellir anwybyddu effeithiau dibyniaeth ofodol.

Mewn modd tebyg, mae gwerthoedd dilynol H_S mewn amser (yn cyfateb i gyfres o **gyflyrau môr** (*sea states*) storm, pob un o hyd τ) yn debygol o fod yn debyg, oherwydd y ddibyniaeth amserol sydd hefyd yn bresennol. Er mwyn disgrifio'r ddibyniaeth amserol mewn model gwerthoedd eithaf, gellir defnyddio model hierarchaidd. Y cam cyntaf yw creu model gwerthoedd eithaf ar gyfer H_S sy'n cyfateb i gyflwr garwaf pob storm unigol, sef H_S **brig**; cymhelliad sylfaenol dros y model hierarchaidd yw bod arsylwadau H_S brig yn debygol iawn o fod yn annibynnol (yn amodol ar gyd-newidynnau). Wedyn, yn amodol ar H_S brig a chyd-newidynnau'r cyflwr brig, gellir amcangyfrif model am gynnydd a gostegiad H_S mewn storm dros gyfres o gyflyrau dilynol (e.e. Randell et al., 2015) sy'n disgrifio'r ddibyniaeth amserol. Yn y gwaith hwn, dim ond y model gwerthoedd eithaf ar gyfer H_S brig a ystyrir.

Mae'n hysbys bod nodweddion amgylcheddol morol eithafol yn gyd-ddibynnol; h.y. rhaid nodweddu priodweddau tonnau (fel H_S brig), gwyntoedd a cheryntau eithafol ar y cyd, yn hytrach na'u hystyried yn annibynnol. Yn ystadegol, golyga hyn fod

yn rhaid amcangyfrif **cynffonnau cyd-ddosraniadau** tebygolrwydd hapnewidynnau amgylcheddol, nid dosraniadau ymylol y newidynnau unigol (e.e. Heffernan a Tawn, 2004). Yn y gwaith hwn, dim ond cynffon ymylol dosraniad H_S brig a fodelir.

Mae damcaniaeth gwerthoedd eithaf yn briodol fel sail i fodelu eithafon yn unig. Yn ymarferol mewn cymhwysiad, nid yw'n glir yn union sut i asesu bod arsylwad yn "eithafol". Er enghraifft, wrth fodelu **brigau dros drothwy** (*peaks over threshold*), cymerir yn ganiataol fod gwerthoedd y brigau dros drothwy yn dilyn dosraniad arbennig, sef y **Pareto cyffredinoledig** (*generalized Pareto*, GP). Mae'r rhagdybiaeth hon yn addas yn unig pan fo'r trothwy a ddefnyddir yn "uchel". Ond os gosodir trothwy yn rhy uchel, nid oes digon o arsylwadau brigau dros drothwy yn weddill i amcangyfrif paramedrau'r dosraniad GP mewn modd derbyniol; yn gyffredinol, mae ansicrwydd yr amcangyfrifon yn chwyddo wrth i'r trothwy godi. Yn amlwg, mae dewis trothwy priodol yn bwysig; mae profion diagnostig yn bodoli i hwyluso'r gwaith (e.e. Coles, 2001). Gwell fyth hwyrach yw amcangyfrif ansicrwydd casgliadau o ganlyniad i ansicrwydd trothwy, yn enwedig yng nghyswllt modelu anunfan (e.e. Northrop et al., 2017). Yn y gwaith hwn, dewisir trothwy anunfan pendant ar gyfer casgliadau, ac mae'r casgliadau yn amodol ar y dewis hwn. Nid ystyrir ansicrwydd trothwy.

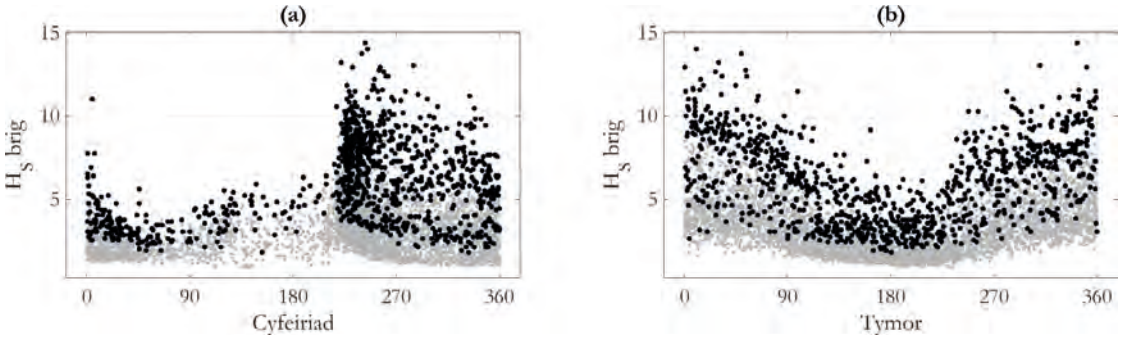
Yn gyffredinol, gwaith dyrys yw nodweddu cynffon dosraniad sampl o ddata â dulliau gwerthoedd eithaf, yn enwedig pan fydd effeithiau cyd-newidynnau yn gorfodi ystyried modelau anunfan. Felly, mae meintioli ansicrwydd casgliadau yn sylfaenol bwysig er mwyn gwneud penderfyniadau priodol yn y pen draw. Yn y cyswllt hwn, ceir manteision amlwg o wneud casgliadau ystadegol o fewn fframwaith rhesymu Bayesaidd (e.e. Coles a Powell, 1996; Randell et al., 2016).

Mae cynnwys yr erthygl fel a ganlyn. Yn Adran 2, cyflwynir cymhwysiad ysgogol i'r gwaith presennol, sef canfod nodweddion eithafon H_S brig ym Môr y Gogledd gan ddefnyddio model brigau dros drothwy anunfan. Rhoddir braslun o'r cefndir mathemategol yn Adran 3, gan gynnwys disgrifiad o'r dosraniad Pareto cyffredinoledig, ymraniad Voronoi a chynrychioliadau cyd-newidynnol. Yn Adran 4 ceir trosolwg o'r amcangyfrif ystadegol Bayesaidd, yn benodol **tebygoliaeth** (*likelihood*) y sampl, y **rhagfanyleb** (*prior specification*), ac amcangyfrif MCMC **naid wrthdroadwy** (*reversible jump Markov chain Monte Carlo, RJ-MCMC*). Yn Adran 5, ceir eglurhad o'r model gwerthoedd eithaf a chanlyniadau'r cymhwysiad ym Môr y Gogledd. Cynigir trafodaeth a chasgliadau yn Adran 6.

2 Cymhwysiad cymhellol

Defnyddir data H_S, cyfeiriad storm a thymor o hanesolwg Reistad et al. (2011) ar gyfer lleoliad yng ngogledd Môr y Gogledd. Mae'r data gwreiddiol o'r hanesolwg yn nhermau H_S, cyfeiriad a thymor am ddilyniant o gyflyrau'r môr dros gyfnod di-dor o $P_0 = 60$ mlynedd. Gan fod cyflyrau môr dilynol yn ddibynnol ar ei gilydd, defnyddir y dull a esbonnir yn Ewans a Jonathan (2008) i ynysu a chanfod priodweddau brigau'r stormydd cyfatebol, am y cyfnod cyfan. Dangosir y set gyfan o werthoedd H_S brig mewn llwyd yn Ffigur 1; y rhain yw ffocws y dadansoddiad presennol.

Tuedda stormydd geirwon ym Môr y Gogledd i ddod o'r gorllewin a Môr Iwerydd. Gall cyfeiriadau stormydd amrywio'n fawr, beth bynnag. Rhydd cyrchoedd hirion i gyfeiriad yr Iwerydd, y Môr Norwyaidd a rhan ddeheuol Môr y Gogledd ei hun gyfle i donnau mawrion ddatblygu. Gall cysgodion tiroedd mawr Prydain a Norwy hefyd ffocysu tonnau i gyfeiriadau penodol. Gwelir yr amrywiad systematig yng ngwerthoedd H_S brig yn ôl cyfeiriad a thymor yn Ffigur 1. Gan mai model brigau dros drothwy a ddefnyddir gennym yn y gwaith hwn, dengys y ffigur hefyd y gwerthoedd hynny sydd dros y trothwy (a drafodir ymhellach isod) mewn du.



Ffigur 1: H_S brig yn erbyn cyfeiriad (a) a thymor (b). Dangosir gwerthoedd brigau dros y trothwy gwerth eithaf anunfan mewn du. Mesurir H_S brig mewn metrau (m), a chyfeiriad a thymor mewn graddau, fel yr esbonnir yn y testun.

Yn y gwaith hwn, diffinnir y cyd-newidyn 'cyfeiriad' fel y cyfeiriad y daw **brig storm** (*storm peak*) ohono, mewn graddau yn glocwedd o'r gogledd, e.e. gyda 0° yn golygu storm o'r gogledd, a 270° yn golygu storm o'r gorllewin. Defnyddir tafluniad o 'diwrnod y flwyddyn' ar i $[0, 360)$ i ddiffinio 'tymor'. Yn y ffigur, gwelir effaith ffocysu stormydd o'r Iwerydd yn glir ym mhanel (a) tua 200°. Dengys panel (b) effaith tymhorol amlwg. Rhaid modelu'r amrywiadau hyn yn ddilys mewn model gwerthoedd eithaf, er mwyn rhagfynegi priodweddau cynffon dosraniad H_S brig yn arbennig.

3 Cefndir mathemategol

3.1 Dosraniad brigau dros drothwy

Ystyrir hapnewidyn $Y \in \mathbb{R}$ (e.e. H_S brig y storm) a fector o gyd-newidynnau $\boldsymbol{\theta} = (\theta_1, \theta_2, ...) \in \mathcal{D}$. Yn y gwaith hwn, er mwyn pendantrwydd ystyrir cyfeiriad (θ_1) a thymor (θ_2) storm fel cyd-newidynnau, ar y parth $\mathcal{D} = [0, 360) \times [0, 360)$. Nesaf, diffinnir trothwy uchel anunfan $\psi = \psi(\boldsymbol{\theta}) \in \mathbb{R}$ yn amrywio gyda $\boldsymbol{\theta}$ mewn modd priodol (e.e. yn nhermau cwantil uchel o ddosraniad y newidyn amodol $Y|\boldsymbol{\theta}$; gweler e.e. Hafaliad (11) yn Adran 5 a Northrop et al., 2017). Wedyn, cymerir bod Y yn newidyn **uchaf sefydlog** (*max-stable*, e.e. Beirlant et al., 2004). Fel canlyniad, yn ôl Pickands (1975), mae brigau dros drothwy Y, h.y. y newidyn amodol $Y|Y > \psi(\boldsymbol{\theta})$ yn dilyn dosraniad Pareto cyffredinoledig (GP), os yw'r trothwy yn ddigon uchel. Dwysedd y dosraniad GP ar

gyfer **siâp** $\xi = \xi(\boldsymbol{\theta}) \in \mathbb{R}\backslash\{0\}$ a **graddfa** $\sigma = \sigma(\boldsymbol{\theta}) \in \mathbb{R}_{>0}$ yw

$$f_{\text{GP}}(y|\xi,\sigma,\psi) = \frac{1}{\sigma}\left[\left(1+\frac{\xi}{\sigma}\left(y-\psi\right)\right)^{-1/\xi-1}\right]_{+}. \tag{2}$$

Yn yr achos $\xi = 0$, ffurf y dwysedd yw $(1/\sigma)\exp(-(y-\psi)/\sigma)$ gyda'r **cynhaliad** (*support*) $\mathbb{R}_{>0}$ ar gyfer σ. Nodir bod y paramedrau ξ a σ, fel ψ, yn anunfan, h.y. yn amrywio gyda $\boldsymbol{\theta}$.

Yn fras iawn, bwriad y gwaith presennol yw defnyddio sampl o ddata ar gyfer Y a $\boldsymbol{\theta}$ ynghyd â'r ffwythiant ψ i ddarganfod amcangyfrifion anunfan ar gyfer y paramedrau ξ a σ. Y cymhlethdod yw amcangyfrif yn union sut y mae ξ a σ yn amrywio gyda $\boldsymbol{\theta}$.

3.2 Ymraniad Voronoi

Yn gyffredinol, nid oes gennym wybodaeth bendant i ragdybio ffurf y ffwythiannau $\xi(\boldsymbol{\theta})$ a $\sigma(\boldsymbol{\theta})$. Felly rhaid eu hamcangyfrif o gasgliad ystadegol (a esbonnir ymhellach yn Adran 4). Mae'n fanteisiol felly i ddiffinio'r ffwythiannau yn nhermau cynrychioliad cyffredinol, gan ddefnyddio set o **ffwythiannau sail** (*basis functions*) ar gyfer parth y cyd-newidynnau, $\mathcal{D}$. Mae dewis eang o ffwythiannau sail priodol. Eisioes ym maes eithafon amgylcheddol, cyhoeddwyd ar seiliau Fourier (e.e. Jonathan ac Ewans, 2011, mewn un dimensiwn, 1-D) a seiliau sblein (e.e. Randell et al., 2015, mewn 1-D a 2-D). Gweler Zanini et al. (2020) am ragor o drafodaeth. Yn y gwaith hwn, ystyrir seiliau Voronoi 2-D.

Mantais y cynrychioliad Voronoi (e.e. Bodin et al., 2009) yw ei symlrwydd. Y cwbl sydd ei angen i ddiffinio cynrychioliad Voronoi C ar $\mathbb{R}^2$ yw nifer m o gnewyll (neu ganolfannau) C_k, $k = 1, 2, ..., m$ gyda chyfesurynnau $\boldsymbol{r}_k \in \mathcal{D}$ a gwerthoedd $g_k \in \mathbb{R}$ er mwyn **ymrannu** (*partition*) y parth $\mathcal{D}$. Wedyn diffinnir ffwythiant $g_V(\boldsymbol{\theta}) \in \mathbb{R}$ ar gyfer $\boldsymbol{\theta} \in \mathcal{D}$ gan y mynegiad

$$g_V(\boldsymbol{\theta}) = g_{k^*} \qquad \text{gyda} \qquad k^* = \underset{k\in\mathbb{N},k\leq m}{\operatorname{argmin}} \left(\texttt{pell}(\boldsymbol{\theta},\boldsymbol{r}_k)\right), \tag{3}$$

lle y mae'r ffwythiant $\texttt{pell}(a,b) \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ yn rhoi'r pellter rhwng a a b ar $\mathbb{R}^2$; h.y. mae $g_V(\boldsymbol{\theta})$ yn cymryd gwerth y cnewyllyn C_{k^*} â chyfesurynnau $\boldsymbol{r}_{k^*}$ sydd agosaf (yn nhermau `pell`) at $\boldsymbol{\theta}$. Felly mae $g_V(\boldsymbol{\theta})$ yn ffwythiant **cyson fesul rhan** (*piecewise constant*) ar $\mathbb{R}^2$.

Wrth gwrs, mae gwerthoedd y ffwythiant yn dibynnu ar y dewis o `pell`. Nodwedd arbennig o'r parth cyfeiriadol-dymhorol $\mathcal{D}$ yw ei fod yn gyfnodol mewn cyfeiriad a thymor; h.y. gwyddom fod pellter y pwyntiau a'r cyfesurynnau (10,10) a (350,350) o'r tarddbwynt (0,0) yn hafal. Yn ogystal, nid oes gennym reswm sylfaenol dros ystyried gwahaniaeth mewn cyfeiriad yn wahanol i wahaniaeth tymhorol yn y gwaith hwn. Awgryma hyn fod y dewis $\texttt{pell}(\boldsymbol{\theta},\boldsymbol{r}) = \left(\sum_j \min_{k\in\mathbb{Z}} \left(\theta_j - r_j + 360k\right)^2\right)^{1/2}$ yn rhesymol ar gyfer `pell`. Beth bynnag, mae'n bwysig nodi bod dewisiadau amgen yn bosib, gyda goblygiadau pellgyrhaeddol o ran y casgliad ystadegol.

Er mwyn amcangyfrif cynrychioliad Voronoi addas g_V ar gyfer rhyw ffwythiant g ar $\mathcal{D}$ felly, y cwbl sydd ei angen yw dewis nifer priodol m o gnewyll C_k ynghyd â'u cyfesurynnau a'u gwerthoedd i gael y gyfatebiaeth orau rhwng g a g_V ar $\mathcal{D}$. Felly, er mwyn amcangyfrif model gwerthoedd eithaf anunfan ar gyfer H_S gyda chyfeiriad a thymor, rhaid amcangyfrif ymraniadau Voronoi gwahanol ar gyfer amrywiad ξ a σ yn Hafaliad (2) gyda chyfeiriad a thymor. Bwriad yr amcangyfrif ystadegol a drafodir yn yr adran nesaf yw disgrifio sut i ddarganfod y ddau ymraniad Voronoi hyn drwy resymu Bayesaidd.

4 Amcangyfrif ystadegol

4.1 Y sampl a'i debygoliaeth

Ystyrir sampl o arsylwadau $S = \{(y_i, \boldsymbol{\theta}_i)\}_{i=1}^n$ o werthoedd o frigau Y (sef H_S brig) dros drothwy anunfan ψ, a chyd-newidynnau $\boldsymbol{\theta}$ (sef cyfeiriad a thymor), fel y dangosir mewn du yn Ffigur 1. Tybiwn fod yr arsylwad y_i wedi ei dynnu'n annibynnol o ddosraniad GP â pharamedrau $\xi_V(\boldsymbol{\theta}_i)$ a $\sigma_V(\boldsymbol{\theta}_i)$, sef ffwythiannau Voronoi wedi eu gwerthuso ar $\boldsymbol{\theta}_i$. **Tebygoliaeth** (*likelihood*) y sampl felly yw

$$L(\xi_V, \sigma_V | S, \psi) = \prod_{i=1}^{n} f_{\mathrm{GP}}(y_i | \xi_V(\boldsymbol{\theta}_i), \sigma_V(\boldsymbol{\theta}_i), \psi(\boldsymbol{\theta}_i)). \tag{4}$$

Fel yr amlinellwyd yn Adran 3.2, disgrifir y cynrychioliad Voronoi ar gyfer $\eta \in \{\xi, \sigma\}$ gan y set o $3m_\xi + 3m_\sigma + 2$ paramedr $\Omega = (\mu_\xi, \{\boldsymbol{\rho}_{k,\xi}\}_{k=1}^{\mu_\xi}, \{\gamma_{k,\xi}\}_{k=1}^{\mu_\xi}, \mu_\sigma, \{\boldsymbol{\rho}_{k,\sigma}\}_{k=1}^{\mu_\sigma}, \{\gamma_{k,\sigma}\}_{k=1}^{\mu_\sigma})$. Defnyddir llythrennau Groegaidd μ, ρ a γ (yn lle m, r a g) i ddynodi mai hapnewidynnau i'w hamcangyfrif bellach yw priodweddau'r ymraniad Voronoi. Serch nodiant symlach, ysgrifennwn $\Omega = (\mu_\xi, \{\boldsymbol{\rho}_{k,\xi}\}, \{\gamma_{k,\xi}\}, \mu_\sigma, \{\boldsymbol{\rho}_{k,\sigma}\}, \{\gamma_{k,\sigma}\})$. Pan fo angen, cyfeirir at y set o werthoedd $\{y_i\}_{i=1}^n$ fel $\{y_i\}$ er hwylustod hefyd. Amcan y dadansoddiad ystadegol presennol yw amcangyfrif y set Ω. Fel y soniwyd eisioes, ar gyfer eglurdeb yn y gwaith hwn, ystyrir bod y trothwy ψ wedi ei bennu ymlaen llaw.

4.2 Rhagfanyleb

Mewn rhesymu Bayesaidd, cyfunir y debygoliaeth L a **rhagfanyleb** (*prior specification*) o gyd-ddosraniad holl baramedrau'r model i gyfrifo cyd-ôl-ddosraniad y paramedrau. Mae'r rhagfanyleb a ddefnyddir yn weddol gyffredinol, fel a ganlyn. Tybir bod y rhifau μ_ξ, μ_σ (yn annibynnol) yn dilyn dosraniadau Poisson fel y gwelir mewn gwyrdd yn Ffigurau 3(c) a 4(c). Cymerir bod $\gamma_{k,\xi} \in \mathcal{R}_\xi$, $k = 1, 2, ..., \mu_\xi$ a $\gamma_{k,\sigma} \in \mathcal{R}_\xi$, $k = 1, 2, ..., \mu_\sigma$ (yn annibynnol) yn dilyn dosraniadau unffurf fel y gwelir mewn gwyrdd yn Ffigurau 3(d) a 4(d). Noder na all $\gamma_{k,\sigma}$ fod yn negyddol. Dangosodd blynyddoedd o ymchwil i H_S brig (e.e. Ewans a Jonathan, 2008; Jonathan ac Ewans, 2013) fod gwerthoedd ξ yn tueddu i fod yn y cyfwng $(-0.4, 0.1)$, ac felly defnyddir y cyfwng hwn ar gyfer $\mathcal{R}_\xi$; yn ogystal, gwyddys fod y cyfwng $\mathcal{R}_\sigma = (0.1, 3)$ yn addas ar gyfer disgrifio brigau dros drothwy o H_S brig, ar gyfer dewisiadau nodweddiadol o drothwy. Yn olaf, tybir bod lleoliad $\boldsymbol{r}_{k,\eta}$

pob un o'r cnewyll $C_{k,\eta}$ yn annibynnol yn dilyn dosraniad unffurf ar y parth $\mathcal{D}$, am $k = 1, 2, ..., \mu_\eta$ ac $\eta \in \{\xi, \sigma\}$.

4.3 Samplu Gibbs a Metropolis-Hastings

Amcangyfrifir cyd-ôl-ddosraniad y set Ω o baramedrau drwy ddefnyddio rhesymu Bayesaidd, gan ddefnyddio samplu MCMC **naid wrthdroadwy** (*reversible jump*, e.e. Green, 1995; Zanini et al., 2020). Bwriad y samplu yw creu dilyniant hir o amcangyfrifon o'r paramedrau yn Ω sydd yn y pen draw yn cydgyfeirio at hapsampl dibynnol o gyd-ôl-ddosraniad Ω yn ôl y model.

Gan gymryd i ddechrau fod gwerthoedd μ_ξ a μ_σ wedi eu pennu yn m_ξ a m_σ yn ôl eu trefn, defnyddiwn samplu Gibbs (e.e. Gamerman a Lopes, 2006) i amcangyfrif cyd-ddosraniad y paramedrau $\{\{\boldsymbol{\rho}_{k,\eta}\}, \{\gamma_{k,\eta}\}\}_{\eta\in\{\xi,\sigma\}}$ sy'n weddill. Syniad y broses yw samplu yn eu tro ddwyseddau **amodol llawn** (*full conditional*)

$$\begin{aligned} f(\boldsymbol{\rho}_{k,\xi}|S, \Omega\backslash\boldsymbol{\rho}_{k,\xi}) &\propto f(S|\boldsymbol{\rho}_{k,\xi}\Omega\backslash\boldsymbol{\rho}_{k,\xi}) \times f(\boldsymbol{\rho}_{k,\xi}) \\ f(\gamma_{k,\xi}|S, \Omega\backslash\gamma_{k,\xi}) &\propto f(S|\gamma_{k,\xi}, \Omega\backslash\gamma_{k,\xi}) \times f(\gamma_{k,\xi}) \\ f(\boldsymbol{\rho}_{k,\sigma}|S, \Omega\backslash\boldsymbol{\rho}_{k,\sigma}) &\propto f(S|\boldsymbol{\rho}_{k,\sigma}, \Omega\backslash\boldsymbol{\rho}_{k,\sigma}) \times f(\boldsymbol{\rho}_{k,\sigma}) \\ f(\gamma_{k,\sigma}|S, \Omega\backslash\gamma_{k,\sigma}) &\propto f(S|\gamma_{k,\sigma}, \Omega\backslash\gamma_{k,\sigma}) \times f(\gamma_{k,\sigma}) \end{aligned} \tag{5}$$

ar gyfer $k = 1, 2, ...$ Gellir profi, o dan amgylchiadau gweddol gyffredinol, bod y gadwyn o werthoedd a grëir yn cydgyfeirio â hapsampl o'r ôl-ddosraniad $\Omega|S$. Gan nad yw'n bosib ysgrifennu unrhyw un o'r dosraniadau uchod ar **ffurf gaeedig** (*closed form*), rhaid defnyddio samplu Metropolis-Hastings (e.e. Gamerman a Lopes, 2006) i gyflawni'r samplu uchod. Yr fyr, mae'r broses fel a ganlyn. Cymerwn ein bod eisioes wedi cyrraedd cyflwr W ar gyfer Ω ar ôl i iteriad o samplu Gibbs. Nawr, dewiswn un newidyn ω o Ω (sydd â gwerth cyfredol w) a chynigiwn werth newydd w^* amdano, gan hefyd greu gwerth W^* o W fel canlyniad. Derbyniwn y gwerth newydd (ar gyfer gwerth ω ar iteriad $i + 1$) â thebygolrwydd

$$\min\left(1, \frac{f(\{y_i\}|W^*)}{f(\{y_i\}|W)} \frac{f(w^*)}{f(w)} \frac{q(w|w^*)}{q(w^*|w)}\right). \tag{6}$$

Yn y mynegiad uchod, $q(a, b)$ yw'r **dwysedd cynnig** (*proposal density*, e.e. Gamerman a Lopes, 2006). Yn y gwaith presennol, defnyddiwn ddwyseddau cynnig cymesur **hapgerddediad** (*random walk*) gyda $q(a, b) = q(b, a)$, sy'n golygu symleiddio pellach i Hafaliad 6. Mae'r pedwar term sy'n weddill yn y mynegiad yn hysbys i ni, sef tebygoliaethau'r sampl yn ôl W ac yn ôl W^*, a gwerthoedd **rhagddwyseddau** (*prior densities*) ar gyfer w^* a w. Felly gallwn werthuso'r mynegiad yn Hafaliad 6 a phenderfynu a ddylid derbyn y gwerth newydd w^* ar gyfer ω ai peidio.

4.4 Samplu naid wrthdroadwy

Esbonnir uchod sut i gyflawni samplu Metropolis-Hastings mewn Gibbs, drwy iteru â Hafaliadau 5 a 6. Rhydd hyn fodd o amcangyfrif ôl-ddosraniad $\Omega|S$ yn ôl y model, ond

bod $\mu_\xi = m_\xi$ a $\mu_\sigma = m_\sigma$ wedi eu pennu. Yn yr adran hon, ystyriwn sut i ehangu'r samplu i amcangyfrif cyd-ôl-ddosbarthiad yr holl newidynnau yn Ω, gan gynnwys μ_ξ a μ_σ, drwy ddefnyddio samplu MCMC naid wrthdroadwy.

Gellid ystyried y broses naid wrthdroadwy fel estyniad o'r samplu Metropolis-Hastings uchod. Ond bellach, yn hytrach na chynnig gwerthoedd newydd ar gyfer newidynnau sy'n bodoli'n barod yn unig, cynigiwn **drosiadau** (*transitions*) sy'n creu neu'n difa newidynnau. Mae trosiad **creu** yn creu cell newydd (ar gyfer ymraniad Voronoi ξ neu σ): felly rhaid creu newidyn newydd ar gyfer cyfesurynnau'r cnewyllyn, a newidyn newydd ar gyfer gwerth y gell Voronoi. Rhaid hefyd addasu gwerthoedd y newidynnau ar gyfer yr ymraniad Voronoi sy'n bodoli eisioes i gael yr hen gynrychioliadau a'r newydd i gyfateb. I'r gwrthwyneb, mae trosiad **difa** yn dileu un o'r celloedd Voronoi sydd eisioes yn bodoli. Rhaid cael gwared ar y newidynnau ar gyfer cyfesurynnau'r cnewyllyn perthnasol a gwerth y gell. Hefyd rhaid addasu'r gwerthoedd sy'n weddill eto i gael yr hen gynrychioliadau a'r rhai newydd i gyfateb.

Serch symlrwydd y disgrifiad, ystyriwn y sefyllfa ar ôl i iteriad o samplu naid wrthdroadwy, wedi cyrraedd cyflwr $\Omega = W$. Gyda'r nodiant λ_η am y set $(\mu_\eta, \{\boldsymbol{\rho}_{k,\eta}\}, \{\gamma_{k,\eta}\})$, $\eta \in \{\xi, \sigma\}$, ystyriwn drosiad o $\lambda_\eta = \ell$ i ℓ^*, ac felly hefyd o $\Omega = W$ i W^*. Gwerth λ_η cyn y trosiad arfaethedig yw $\ell = (m, \{\boldsymbol{r}_k\}, \{g_k\})$, ac $\ell^* = (m^*, \{\boldsymbol{r}_k^*\}, \{g_k^*\})$ ar ôl y trosiad. Ehangir Hafaliad 6 i'r ffurf

$$\min\left(1, \frac{f(\{y_i\}|W^*)}{f(\{y_i\}|W)} \frac{f(\ell^*)}{f(\ell)} \frac{q(\ell|\ell^*)}{q(\ell^*|\ell)} \left|\frac{\partial(\ell^{e*})}{\partial(\ell^e)}\right|\right). \tag{7}$$

Mae dewis trosiadau yn ôl Hafaliad 7 yn sicrhau y bodlonir amodau **cydbwysedd manwl** (*detailed balance*) gan y gadwyn a grëir. Yn yr hafaliad, $f(\ell)$ yw rhagddwysedd λ_η cyn y trosiad arfaethedig. Gellir ffactorio hwn i gael

$$f(\ell) = f(m) f(\{\boldsymbol{r}_k\}|m) f(\{g_k\}|\{\boldsymbol{r}_k\}, m) \tag{8}$$

lle y mae ffurfiau'r dwyseddau ar y dde eisioes wedi eu pennu yn Adran 4.2. Mae mynegiad cyffelyb ar gael ar gyfer $f(\ell^*)$, rhagddwysedd λ_η ar ôl y trosiad.

Mae'r dwysedd cynnig $q(\ell^*|\ell)$ yn Hafaliad 7 yn gysylltiedig â'r trosiad (neu'r naid) o gynrychioliad $\lambda_\eta = \ell$ i ℓ^*, ac yn arbennig â newid yn nifer y newidynnau yn λ_η. Felly cynrychiola $q(\ell|\ell^*)$ ddwysedd cynnig y trosiad gwrthdro. Yn ffodus, gellir ffactorio'r gymhareb $q(\ell^*|\ell)/q(\ell|\ell^*)$ fel a ganlyn

$$\frac{q(\ell|\ell^*)}{q(\ell^*|\ell)} = \frac{q(m|m^*)}{q(m^*|m)} \frac{q(\{\boldsymbol{r}_k\}|\{\boldsymbol{r}_k^*\}, m^*, m)}{q(\{\boldsymbol{r}_k^*\}|\{\boldsymbol{r}_k\}, m, m^*)} \frac{q(\{g_k\}|\{g_k^*\}, \{\boldsymbol{r}_k^*\}, \{\boldsymbol{r}_k\})}{q(\{g_k^*\}|\{g_k\}, \{\boldsymbol{r}_k\}, \{\boldsymbol{r}_k^*\})}. \tag{9}$$

Y term olaf yn Hafaliad 7 yw'r **Jacobiad** (*Jacobian*) am y trawsffurfiad newidynnau. Er mwyn gwerthuso'r Jacobiad, rhaid ymestyn y set λ_η o newidynnau i λ_η^e, fel bod yr un nifer o newidynnau yn λ_η^e (cyn y trosiad arfaethedig) ag yn λ_η^{e*} wedi'r trosiad. Yn ffodus, parthed y trawsffurfiadau newidynnau a ddefnyddir yn y gwaith presennol ar gyfer trosiadau creu a difa, mae gwerth y Jacobiad yn hafal i un.

Mae gwerthuso'r termau yn y gymhareb cynnig yn Hafaliad 9 yn weddol hawdd, ond rhaid ystyried natur y trosiad arfaethedig. Serch pendantrwydd, ystyriwn drosiad creu.

Yn y cyswllt hwn, $q(m^*|m)$ yw'r tebygolrwydd $p_C \in (0,1)$ o gynnig trosiad creu; mae hwn yn rhydd i ni ei bennu. Yn debyg, $q(m|m^*)$ yw'r tebygolrwydd $p_D \in (0,1)$ o gynnig y trosiad difa gwrthdro, a'n dewis ni. $q(\{\boldsymbol{r}_k\}|\{\boldsymbol{r}_k^*\}, m^*, m)$ yw'r tebygolrwydd o ddifa un gell Voronoi benodol yn y trosiad gwrthdro; gan fod $m^* = m+1$ yn bresennol, y tebygolrwydd o ddifa un gell yn arbennig yw $1/(m+1)$. $q(\{\boldsymbol{r}_k\}|\{\boldsymbol{r}_k^*\}, m^*, m)$ yw dwysedd creu cyfesurynnau cnewyllyn y gell newydd, sef $1/|\mathcal{D}|$ o dan amodau'r trosiad arfaethiedig, gyda $|\mathcal{D}|$ yn cynrychioli mesur parth y cyd-newidynnau. $q(\{g_k\}|\{g_k^*\}, \{\boldsymbol{r}_k^*\}, \{\boldsymbol{r}_k\})$ yw'r dwysedd cynnig ar gyfer y set $\{g_k\}$ yn y trosiad gwrthdro; gan y cyfrifir y rhain **yn benderfynedig** (*deterministically*) heb unrhyw elfen o hap o'r gwerthoedd cyfatebol yn $\{g_k^*\}$, mae gwerth y dwysedd cynnig hwn yn hafal i un. Yn olaf, $q(\{g_k^*\}|\{g_k\}, \{\boldsymbol{r}_k\}, \{\boldsymbol{r}_k^*\})$ yw'r dwysedd cynnig ar gyfer gwerth y gell Voronoi newydd a grëir. Yn y gwaith presennol, cymer hwn ffurf Gaussaidd gyda chymedr $\tilde{g}$ yn hafal i werth lleoliad y cnewyllyn newydd yn yr ymraniad Voronoi cyn trosi, a gwyriant safonol κ yr ydym yn rhydd i'w bennu. Ffurf y gymhareb cynnig ar gyfer trosiad creu felly yw

$$\frac{q(\ell|\ell^*)}{q(\ell^*|\ell)} = \frac{p_D}{p_C}\frac{|\mathcal{D}|}{m+1}(2\pi)^{1/2}\kappa \exp\left(\frac{(g-\tilde{g})^2}{2\kappa^2}\right). \tag{10}$$

Dengys dadl debyg mai ffurf y gymhareb cynnig ar gyfer trosiad difa yw

$$\frac{q(\ell|\ell^*)}{q(\ell^*|\ell)} = \frac{p_C}{p_D}\frac{m}{|\mathcal{D}|}\frac{1}{(2\pi)^{1/2}\kappa} \exp\left(-\frac{(g-\tilde{g})^2}{2\kappa^2}\right). \tag{11}$$

Mae'r drafodaeth uchod yn dangos sut i fabwysiadu trosiadau naid wrthdroadwy mewn rhesymu Bayesaidd, a sut felly i gyflawni'r rhesymu cyfan. Rhaid bod yn ofalus mewn rhai amgylchiadau (e.e. i osgoi cynnig trosiad difa pan fo $m = 1$), a dylid gwneud dewisiadau ar gyfer gwerthoedd yr **hyperbaramedrau** (*hyper-parameters*) p_C, p_D a κ, a gwyriant safonol y cynnig hapgerddediad yn Hafaliad 6, er mwyn cael y dilyniant MCMC i **gymysgu** a chydgyfeirio â chyd-ôl-ddosraniad $\Omega|S$ mor hwylus â phosib. Gweler Zanini et al. (2020) am ragor o wybodaeth.

5 Canlyniadau'r cymhwysiad

Cymhwyswyd y fethodoleg uchod i amcangyfrif priodweddau eithafon H_S brig ym Môr y Gogledd, gan ddefnyddio'r data a gyflwynwyd yn Adran 2. Yn ogystal, gwiriwyd y fethodoleg drwy astudiaethau â data wedi eu hefelychu o brosesau yr oedd eu priodweddau yn hysbys i ni. Canfuwyd bod yr amcangyfrifon yn cyfateb yn dda i'r gwirionedd yn yr efelychiadau. Mae'r adran hon yn cynnig trosolwg o ganlyniadau'r cymhwysiad i H_S.

Mae Ffigur 2(a) yn dangos y trothwy ψ a ddefnyddiwyd yn y gwaith fel ffwythiant o gyfeiriad a thymor, a phanel (b) yn dangos cyfradd brigau H_S uwch y trothwy. Amcangyfrifwyd y rhain yn empirig o'r data. Ar gyfer ψ defnyddiwn yr amcangyfrif

$$\psi(\boldsymbol{\theta}) = \underset{h}{\operatorname{argmin}} \left| \frac{\sum_{j:\boldsymbol{\theta}_j \in \mathcal{N}_d(\boldsymbol{\theta})} \mathbb{I}(y_j \le h)}{\sum_k \mathbb{I}(\boldsymbol{\theta}_k \in \mathcal{N}_d(\boldsymbol{\theta}))} - \tau \right| \tag{12}$$

am $\boldsymbol{\theta} \in \mathcal{D}$, â thebygolrwydd $\tau = 0.8$. Mae'r trothwy yn cyfateb i gwantil uchel o ddosraniad lleol H_S brig ar y **gymdogaeth** (*neighbourhood*)

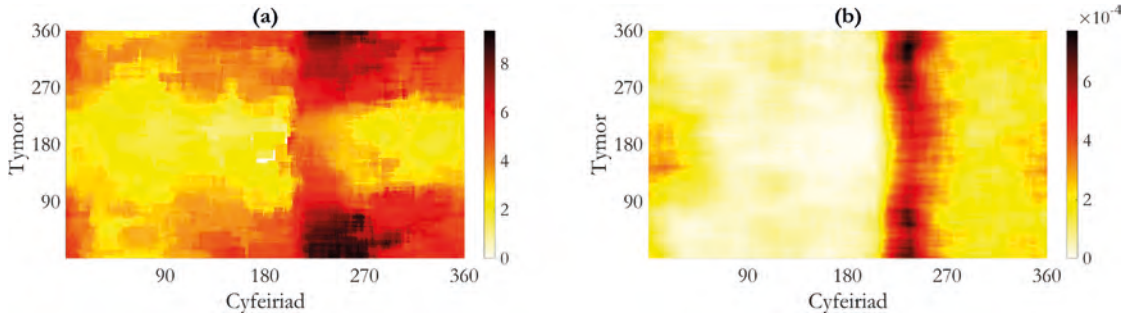
$$\mathcal{N}_d(\boldsymbol{\theta}) = \{\boldsymbol{\theta}' \in \mathcal{D} : \text{pell}(\boldsymbol{\theta}', \boldsymbol{\theta}) \leq d\} \tag{13}$$

â $d = 30°$. Yn Hafaliad 12, $\mathbb{I}(x)$ yw'r dangosydd (= 1 pan fo x yn wir, ac = 0 fel arall). Gwelir bod y trothwy yn uwch yn y gaeaf fel y disgwylir, ond hefyd yn uwch i gyfeiriadau tua 200°, yn cyfateb i stormydd o gyfeiriad Môr Iwerydd sy'n cael eu ffocysu gan dir mawr Norwy.

Amcangyfrifir y gyfradd ν yn lleol mewn modd empirig cyffelyb, gan ddefnyddio

$$\nu(\boldsymbol{\theta}) = \frac{1}{|\mathcal{D}|P_0} \sum_{j:\boldsymbol{\theta}_j \in \mathcal{N}_d(\boldsymbol{\theta})} \mathbb{I}(y_j > \psi(\boldsymbol{\theta})) \tag{14}$$

â chyfaint y parth cyd-newidynnau $|\mathcal{D}|$, a chyfnod P_0 y data llawn mewn blynyddoedd. Mae priodweddau'r gyfradd yn amlygu ffocysu'r stormydd gan dir mawr Norwy ar gyfeiriadau'n agos at 200°; gwelir hefyd fod cyfradd y gaeaf yn uwch.

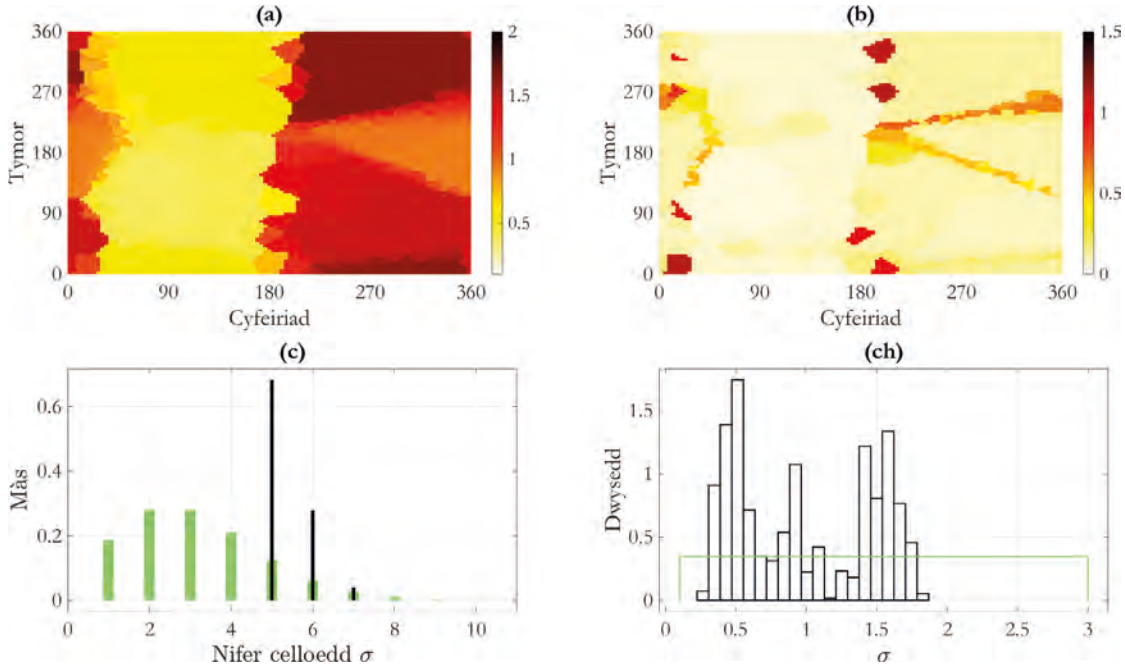


Ffigur 2: Amcangyfrifon empirig anunfan ar gyfer (a) trothwy ψ a (b) chyfradd ν. Cymer ψ yr un unedau â H_S.

Mae Ffigurau 3 a 4 yn crynhoi casgliadau ar gyfer ôl-ddosbarthiadiau graddfa GP σ a'r siâp cyfatebol ξ yn ôl y model yn amodol ar y sampl S. Yn y ddau ffigur, dengys panel (a) ganolrif ôl-ddosbarthiad ymylol y paramedr, a phanel (b) amrediad rhyngchwartel yr ôl-ddosbarthiad. Ym mhanel (c), ceir rhag-fàs (gwyrdd) ac ôl-fàs (du) y nifer μ o gelloedd Voronoi. Dengys panel (d) ragddwysedd (gwyrdd) ac ôl-ddwysedd (du) gwerthoedd y celloedd Voronoi. Defnyddir 10,000 iteriad ar gyfer yr amcangyfrif MCMC naid wrthdroadwy, a'r 1000 iteriad olaf ohono i amcangyfrif y mesurau a ddarlunnir.

O ran $\sigma|S$ gwelir bod panel (a) yn adlewyrchu priodweddau cyfeiriadol a thymhorol H_S brig, a gwerthoedd yn fras rhwng 0.3 ac 1.9. Mae'r ansicrwydd mwyaf yn yr ardaloedd lle y mae $\sigma|S$ yn tueddu i newid (panel b). Ffafrir rhwng $\mu_\sigma|S = 5$ a 7 o gelloedd Voronoi, rhifau uchel o'u cymharu â'r rhag-fàs. Mae gwerthoedd $\gamma_\sigma|S$ yn tueddu i grynhoi oddeutu 0.5, 0.9 ac 1.5, yn wahanol iawn i'r rhagddwysedd.

O ran $\xi|S$, awgryma panel (a) fod $\xi|S$ prin yn amrywio â chyd-newidynnau, gyda gwerth o tua -0.1; mae golwg manwl yn dangos bod gwerthoedd yr haf fymryn yn is na gwerthoedd y gaeaf, gan awgrymu bod cynffon y dosbarthiad GP ychydig yn drymach



Ffigur 3: Priodweddau ôl-ddosraniad graddfa σ: (a) canolrif anunfan yr ôl-ddosbarthiad; (b) amrediad rhyngchwartel yr ôl-ddosbarthiad; (c) rhag-fàs (gwyrdd) ac ôl-fàs (du) y nifer μ_σ o gelloedd Voronoi; a (d) rhagddwysedd (gwyrdd) ac ôl-ddwysedd (du) gwerthoedd ymylol γ_σ y celloedd Voronoi. Defnyddir y 1000 iteriad olaf o'r gadwyn MCMC naid wrthdroadwy i amcangyfrif y mesurau a ddarlunnir. Cymer σ yr un unedau â H_S.

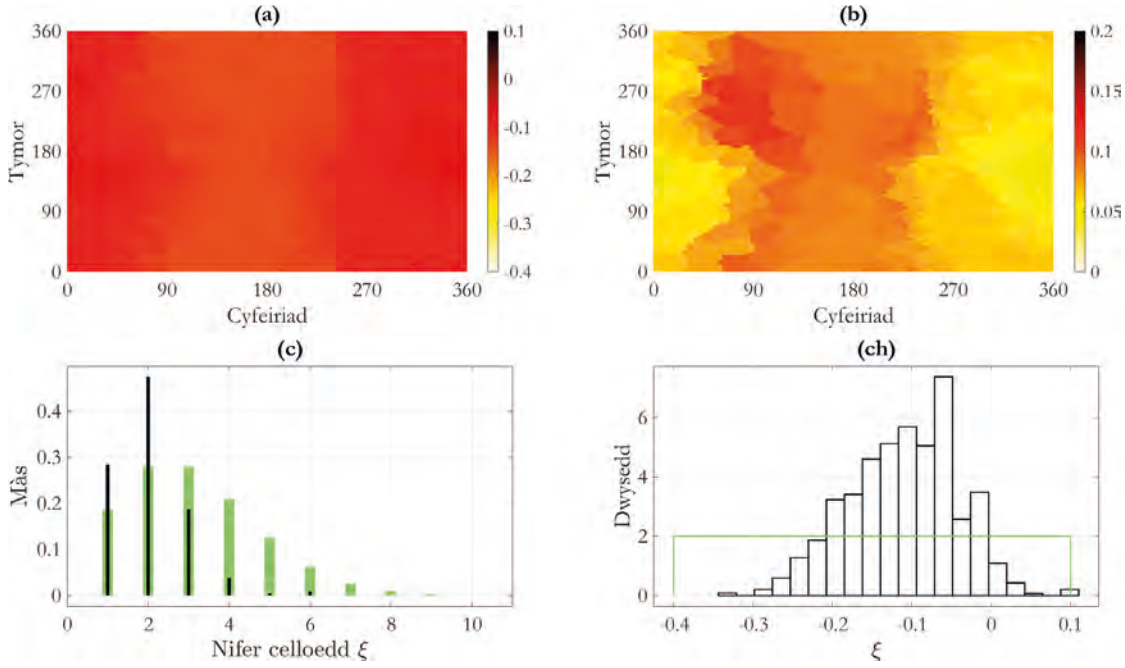
(*heavier-tailed*) yn y gaeaf. Mae'r amrediad rhyngchwartel hefyd yn weddol gyson (panel b). Ffafrir rhwng $\mu_\xi|S = 1$ a 3 o gelloedd Voronoi, rhifau isel o'u cymharu â'r rhag-fàs. Mae gwerthoedd ymylol $\gamma_\xi|S$ yn tueddu i grynhoi oddeutu -0.1, yn wahanol iawn i'r rhagddwysedd.

Gan ddefnyddio'r cyd-ôl-ddosbarthiad $\Omega|S$, efelychwyd sampl o'r un maint â'r sampl gwreiddiol er mwyn cymharu eu priodweddau'n weledol yn Ffigur 5. Mae tueddiad gan y model a amcangyfrifwyd i grynhoi arsylwadau tua 200° yn rhywfaint mwy nag yn y data gwreiddiol, ond yn gyffredinol mae'r gymhariaeth yn dda.

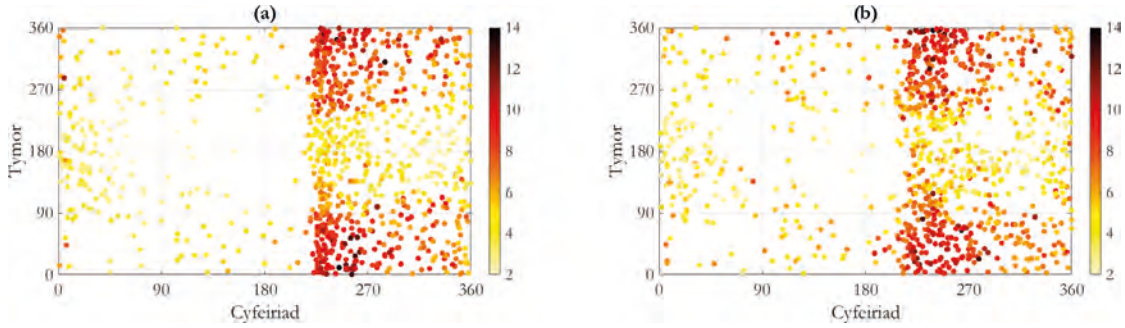
Er mwyn dilysu'r model ymhellach, gellir cymharu amcangyfrifon ar gyfer cynffon dosraniad H_S brig dros bob dewis o gyd-newidynnau $\boldsymbol{\theta} \in \mathcal{D}$, a elwir yn ddosraniad **omni**; hynny yw, y dosraniad

$$F(h) = \Pr(H_S \leq h|S) = \int_{\boldsymbol{\theta}} \Pr(H_S \leq h|\boldsymbol{\theta}, S) f(\boldsymbol{\theta}|S)\, d\boldsymbol{\theta}. \tag{15}$$

Mae'r dosraniad omni yn bwysig o ran meintioli gerwinder y storm yn ei chrynswth. Yn Ffigur 6(a), dangosir cynffon empirig dosraniad omni H_S brig mewn coch. Cynffonnau cyffelyb a grëwyd gan efelychiad yn ôl y model a amcangyfrifwyd yw'r llinellau llwydion. Mae'r cytundeb yn dda.

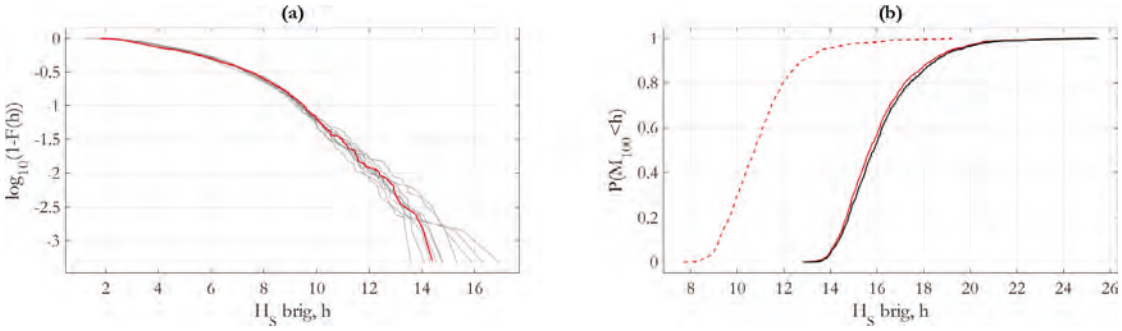


Ffigur 4: Priodweddau ôl-ddosraniad siâp ξ: (a) canolrif anunfan yr ôl-ddosbarthiad; (b) amrediad rhyngchwartel yr ôl-ddosbarthiad; (c) rhag-fàs (gwyrdd) ac ôl-fàs (du) y nifer μ_ξ o gelloedd Voronoi; a (d) rhagddwysedd (gwyrdd) ac ôl-ddwysedd (du) gwerthoedd ymylol γ_ξ y celloedd Voronoi. Defnyddir y 1000 iteriad olaf o'r gadwyn MCMC naid wrthdroadwy i amcangyfrif y mesurau a ddarlunnir.



Ffigur 5: H_S brig dros drothwy gwerth eithaf (mewn metrau): arsylwadau gwreiddiol (a) ac efelychiad yn ôl y model (b) yn erbyn cyfeiriad a thymor.

O ran peirianneg forol, un o'r casgliadau pwysicaf o fodelu H_S brig yw'r gwerth dychwelyd (Hafaliad (1) ac e.e. Jonathan et al., 2021) ar gyfer H_S brig yn cyfateb i gyfnod dychwelyd P sydd yn llawer hwy na chyfnod P_0 y data ei hun. Cyfrifir dosraniad y gwerth mwyaf mewn P mlynedd er enghraifft, gan gymryd bod cyfradd stormydd dros drothwy yn dilyn dosraniad Poisson. Wedyn, hawdd dangos (e.e. Jonathan ac Ewans, 2013) bod dosraniad uchafwerth H_S brig mewn P mlynedd, M_P, yn dilyn dosraniad



Ffigur 6: Gwerthoedd eithaf H_S brig dros drothwy (mewn metrau): (a) cymharu cynffon dosraniad omni H_S brig yn empirig o'r data (coch) ac o efelychiadau yn ôl y model (llwyd); (b) dosraniad uchafwerth omni can mlynedd $M_{100}|S$ (du) ac uchafwerthoedd can mlynedd wedi eu cyfyngu i gyfeiriadau yn y cyfwng $(200°, 300°]$ (coch solet), ac i gyfeiriadau a thymhorau yn y cyfyngau $(200°, 300°] \times (135°, 225°]$ (coch toredig).

gwerthoedd eithaf cyffredinoledig GEV (*generalized extreme value*)

$$\begin{aligned} \Pr(M_P \le h|\boldsymbol{\theta}, S) &= \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\exp\left(-\nu(\boldsymbol{\theta})P\right)\nu^k(\boldsymbol{\theta})P^k}{k!}(\Pr(H_S \le h|\boldsymbol{\theta}, S))^k \\ &= \exp\left(-\nu(\boldsymbol{\theta})P(1 - \Pr(H_S \le h|\boldsymbol{\theta}, S)\right) \end{aligned} \tag{16}$$

ac o ganlyniad

$$\Pr(M_P \le h|S) = \int_{\boldsymbol{\theta}} \Pr(M_P \le h|\boldsymbol{\theta}, S) f(\boldsymbol{\theta}|S)\, d\boldsymbol{\theta} \tag{17}$$

sydd yn hawdd i'w gyfrifo. Yn Ffigur 6(b), ceir amcangyfrif (mewn du) o ddosraniad uchafwerth omni can mlynedd $M_{100}|S$. Gwelir bod canolrif yr ôl-ddosraniad tua 16m, ond bod tebygolrwydd bach fod gwerthoedd H_S brig dros 20m. Goblygiadau hyn yw bod y tonnau unigol mwyaf a welir mewn canrif yn debygol o fod ymhell dros 25m o uchder o'r cafn i'r brig. Er diddordeb, mae'r ffigur hefyd yn dangos ôl-ddosraniad uchafwerthoedd can mlynedd wedi eu cyfyngu i gyfeiriadau yn y cyfwng $(200°, 300°]$ mewn coch solet; mae'r gwahaniaeth â'r dosraniad omni yn fach, sy'n golygu mai'r cyfwng hwn sy'n dominyddu cynffon y dosraniad omni. Fel cyferbyniad, cynrychiola'r llinell goch doredig ôl-ddosraniad $M_{100}|S$ wedi ei gyfyngu i gyfeiriadau a thymhorau yn y cyfyngau $(200°, 300°] \times (135°, 225°]$. Mae effaith cyfyngu i dymor llai garw yn amlwg: llawer diogelach yw teithio a gweithio ym Môr y Gogledd yn yr haf! Noder y gellid defnyddio ystadegau megis **dargyfeiriad Kullback-Leibler** ac ystadegyn **Kolmogorov-Smirnov** i werthuso'r cytundeb rhwng y gwahanol amcangyfrifon o gynffon dosraniad.

6 Trafodaeth a chasgliadau

Mae nodweddu eithafon prosesau amgylcheddol anunfan yn her i'r gwyddonydd. Yn aml, mae nifer o gyd-newidynnau posib ar gael i esbonio amrywiant ym mhriodweddau gwerthoedd eithaf. Rhaid modelu'r amrywiant hwn yn ofalus os mai'r bwriad yw amcangyfrif gwerthoedd dychwelyd a chwantilau eithafol tebyg ar gyfer allbynnau'r broses. Yn y gwaith hwn, cyflwynir methodoleg ystadegol er mwyn modelu gwerthoedd eithaf gerwinder stormydd morol anunfan. Cyfunir model Pareto cyffredinoledig ar gyfer gerwinder brig stormydd morol dros drothwy â chynrychioliad Voronoi ar gyfer amrywiad paramedrau'r model gwerthoedd eithaf gyda chyfeiriad a thymor y storm. Defnyddir rhesymu Bayesaidd MCMC naid wrthdroadwy i amcangyfrif priodweddau'r cynrychioliad Voronoi. Dilysir bod efelychiadau yn ôl y model a amcangyfrifwyd yn cyfateb yn dda i'r data gwreiddiol, a defnyddir y model i amcangyfrif dosraniad uchafwerthoedd gerwinder stormydd am gyfnodau dychwelyd sy'n llawer hwy na chyfnod y data gwreiddiol.

Yn y gwaith presennol, er mwyn symlrwydd, defnyddir rhesymu Bayesaidd i amcangyfrif dim ond paramedrau'r model Pareto cyffredinoledig ar gyfer gwerthoedd brigau dros drothwy. Defnyddir amcangyfrifon empirig ar gyfer y trothwy gwerthoedd eithaf a chyfradd brigau dros drothwy yn arbennig. Mewn gwaith tebyg â chyd-newidynnau un dimensiwn gan Zanini et al. (2020), cynhwysir amcangyfrif y trothwy a'r gyfradd yn y rhesymu Bayesaidd hefyd.

Er mai cyd-newidynnau mewn dau ddimensiwm a drafodir yn yr erthygl bresennol, mae'r fethodoleg yn ymestyn yn ddidrafferth i gyd-newidynnau mewn dimensiynau uwch. Y prif reswm am hyn yw bod baich cyfrifiannol gwireddu ymraniad Voronoi yn graddio'n dda â dimensiwn. Y prif gymhlethdodau mewn dimensiynau uwch yw (1) pennu mesur addas o bellter (`pell` yn nodiant Adran 3.2), a (2) dewis neu amcangyfrif gwerthoedd addas ar gyfer yr hyperbaramedrau (y sonnir amdanynt e.e. ym mharagraff olaf Adran 4), i sicrhau bod yr amcangyfrif Bayesaidd yn mynd yn ei flaen yn hwylus.

O'i gymharu â chynrychioliadau eraill megis sbleiniau, mae cynrychioliad cyson fesul rhan Voronoi yn syml iawn. Mae'r symlrwydd hwn yn sicr yn anfanteisiol pan fydd effeithiau cyd-newidynnau yn tueddu i fod yn amlwg a hawdd eu hamcangyfrif, neu'n newid yn raddol â chyfesurynnau. Mae'r cynrychioliad Voronoi yn ennill ei blwyf mewn cymwysiadau lle y mae (1) amcangyfrif yr amrywiad cyd-newidynnol yn anodd (e.e. yng nghyswllt modelu gwerthoedd eithaf), (2) angen cynrychioliad syml i'w werthuso, a (3) angen cynrychioliad amlddimensiynol sy'n gyfrifiannol hwylus ei amcangyfrif.

Cydnabyddiaeth

Hoffai'r awdur gydnabod cymorth amryw o gyd-ymchwilwyr, ym Mhrifysgol Caerhirfryn a chwmni Shell yn arbennig. Hoffai ddiolch i Dr Tudur Davies o Brifysgol Aberystwyth, ac i Eryl a Robin, am gyngor wrth baratoi'r erthygl. Hoffai ddiolch ymhellach i ddau arfarnwr, golygydd iaith a therminolegydd am eu hamser a'u sylwadau craff ar fersiwn blaenorol o'r erthygl.

Llyfryddiaeth

Bao, Y., Song, Z., a Qiao, F. (2020), 'FIO-ESM version 2.0: Model description and evaluation', *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125, e2019JC016036.

Battjes, J.A., a Groenendijk, H.W. (2000), 'Wave height distributions on shallow foreshores', *Coastal Engineering* 40, 161–82.

Beirlant, J., et al. (2004), *Statistics of extremes: theory and applications* (Wiley, Chichester, UK).

Bloemendaal, N., et al. (2020), 'Generation of a global synthetic tropical cyclone hazard dataset using storm', *Scientific Data*, 7, 1–12.

Bodin, T., Sambridge, M., a Gallagher, K., (2009), 'A self-parametrizing partition model approach to tomographic inverse problems', *Inverse Problems*, 25, 055009.

Coles, S. (2001), *An introduction to statistical modelling of extreme values* (Springer, London).

Coles, S.G., a Powell, E.A. (1996), 'Bayesian methods in extreme value modelling: a review and new developments', *International Statistics Review*, 64, 119–36.

Davison, A.C., Padoan, S.A., a Ribatet, M. (2012), 'Statistical modelling of spatial extremes', *Statistical Science*, 27, 161–86.

Ewans, K.C., a Jonathan, P. (2008), 'The effect of directionality on northern North Sea extreme wave design criteria', *Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, 130, 041604:1–8.

Gamerman, D., a Lopes, H.F. (2006), *Markov chain Monte Carlo: stochastic simulation for Bayesian inference* (Chapman and Hall / CRC, Boca Raton, USA).

Green, P. (1995), 'Reversible jump Markov chain Monte Carlo computation and Bayesian model determination', *Biometrika*, 82, 711–32.

Heffernan, J.E., a Tawn, J.A. (2004), 'A conditional approach for multivariate extreme values', *Journal of the Royal Statistical Society B*, 66, 497–546.

ISO19901-1 (2015), *Petroleum and natural gas industries. Specific requirements for offshore structures. Part 1: Metocean design and operating considerations*, argraffiad cyntaf (International Standards Organisation).

Jonathan, P., ac Ewans, K.C. (2008), 'On modelling seasonality of extreme waves', yn: *Proc. 27th International Conf. on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, 4-8 June, Estoril, Portugal.*

Jonathan, P., ac Ewans, K.C. (2011), 'Modelling the seasonality of extreme waves in the Gulf of Mexico', *Journal of Offshore Mechanical and Arctic Engineering*, 133: 021104.

Jonathan, P., ac Ewans, K.C., (2013), 'Statistical modelling of extreme ocean environments with implications for marine design: a review', *Ocean Engineering*, 62, 91–109.

Jonathan, P., et al. (2021), 'Uncertainties in return values from extreme value analysis of peaks over threshold using the generalized Pareto distribution', *Ocean Engineering*, 220, 107725.

Kinsman, B. (2012), *Wind waves: Their generation and propagation on the ocean surface*

(Dover: New York).

NORSOK N-006 (2015), *NORSOK Standard N-006:2015: Assessment of structural integrity for existing offshore load-bearing structures* (NORSOK, Norway).

Northrop, P., Attalides, N., a Jonathan, P. (2017), 'Cross-validatory extreme value threshold selection and uncertainty with application to ocean storm severity', *Journal of the Royal Statistical Society C*, 66, 93–120.

Pickands, J. (1975), 'Statistical inference using extreme order statistics', *Annals of Statistics*, 3, 119–31.

Randell, D., et al. (2015), 'Distributions of return values for ocean wave characteristics in the South China Sea using directional-seasonal extreme value analysis', *Environmetrics*, 26, 442–50.

Randell, D., et al. (2016), 'Bayesian inference for non-stationary marginal extremes', *Environmetrics*, 27, 439–50.

Reistad, M., et al. (2011), 'A high-resolution hindcast of wind and waves for the North Sea, the Norwegian Sea, and the Barents Sea', *Journal of Geophysical Research*, 116, 1–18.

Zanini, E., et al. (2020), 'Covariate representations for non-stationary extremes', *Environmetrics*, e2624.

Cyfranwyr

Dr Elen Ifan
Mae Elen Ifan yn ddarlithydd yn Ysgol y Gymraeg, Prifysgol Caerdydd. Mae ei hymchwil yn ymwneud yn bennaf â'r berthynas rhwng geiriau a cherddoriaeth mewn gwahanol ffyrdd, a'r modd y mae croestoriad y ddwy gelfyddyd yn ymddangos mewn gweithiau unigol, yn dylanwadu ar artistiaid penodol ac yn cyfrannu at ddisgwyliadau diwylliannol. Cwblhaodd ei gradd ddoethurol ym Mhrifysgol Bangor yn 2017 ar berthynas gwaith T. Gwynn Jones â cherddoriaeth.

Dr Carwyn Jones
Mae Carwyn Jones yn Athro mewn Moeseg Chwaraeon ym Mhrifysgol Metropolitan Caerdydd. Mae'n aelod blaenllaw o'r Gymdeithas Athroniaeth Chwaraeon Rhyngwladol, yn gyn-Lywydd y gymdeithas ac yn enillydd gwobr ysgolheictod. Mae'n awdur nifer o erthyglau a llyfrau Cymraeg a Saesneg. Yn ddiweddar, graddiodd ag MSc o Brifysgol Bangor ac mae wedi cymhwyso fel seicotherapydd.

Meilyr Jones
Yn wreiddiol o Fangor, mae Meilyr Jones yn fyfyriwr PhD dan nawdd y Coleg Cymraeg Cenedlaethol ym Mhrifysgol Metropolitan Caerdydd. Astudiodd Meilyr gwrs Chwaraeon israddedig a chwrs meistr yn ddwyieithog yn y brifysgol honno.

Daisie Mayes
Mae Daisie Mayes yn gyn-fyfyrwraig meistr ym Mhrifysgol Metropolitan Caerdydd. Mae'n chwarae rygbi i glwb rygbi'r Bristol Bears.

Hywel Turner Evans
Mae Hywel Turner Evans yn fyfyriwr PhD yn yr Adran Ffiseg, Prifysgol Abertawe, dan oruchwyliaeth Dr Aled Isaac a'r Athro Mike Charlton. Mae'n ymchwilio i bositronau, sef gwrthronynnau electronau. Yn wreiddiol o Aberystwyth, cwblhaodd Hywel ei radd MPhys ym Mhrifysgol Abertawe a bu'n gweithio fel myfyriwr dros yr haf yn CERN, Genefa, ar y gwrthdrawydd hadronau mawr. Ariennir doethuriaeth Hywel drwy Ysgoloriaeth Ymchwil y Coleg Cymraeg Cenedlaethol, a'r Coleg Gwyddoniaeth, Prifysgol Abertawe.

Dr Aled Isaac
Yn wreiddiol o Ferthyr Tudful, astudiodd Aled Isaac Ffiseg ym Mhrifysgol Cymru Abertawe. Cwblhaodd ei PhD ym Mhrifysgol Abertawe drwy weithio gyda grŵp Ffiseg arbrofol yn yr adran. Aeth ymlaen i fod yn ymchwilydd ôl-ddoethurol am rai blynyddoedd, cyn cael ei benodi'n ddarlithydd, wedi'i gyllido'n rhannol gan y Coleg Cymraeg Cenedlaethol. Erbyn hyn mae Aled Isaac yn uwch-ddarlithydd ym Mhrifysgol Abertawe ac yn gwneud gwaith

ymchwil ar wrthfater, a hynny yn yr adran ac fel rhan o ALPHA, sydd wedi'i sefydlu yn CERN, Genefa.

Yr Athro Philip Jonathan

Modelydd ystadegol i gwmni Shell ac yn Adran Mathemateg ac Ystadegaeth Prifysgol Caerhirfryn yw Philip Jonathan. Mae'n astudio'r amgylchedd ffisegol, gan gynnwys eithafion stormydd morol a gwasgariad nwyon yn yr atmosffer trwy ddefnyddio dulliau gwerthoedd eithaf a gofodol-amserol.

Gwerddon

CYFNODOLYN ACADEMAIDD CYMRAEG

ISSN 1741-4261

