

**Maint wrth aeddfedu y cimwch Ewropeaidd, *Homarus gammaus*, yn nyfroedd Cymru gan gyfeirio at gynaliadwyedd stoc a strwythur stoc o ran maint.**

**Natalie Hold, Charlotte Heney, Harriet Lincoln, Alec Moore, Charlotte Colvin, Rebecca Turner, Lewis Le Vay, Ian McCarthy**

Adroddiad a baratowyd ar gyfer Llywodraeth Cymru yn rhan o’r prosiect “Partneriaeth Pysgotwyr-Gwyddonwyr” a ariennir gan Gronfa’r Môr a Physgodfeydd Ewrop

**Awst 2022**

Awdur gohebol: n.hold@bangor.ac.uk

Grŵp Pysgodfeydd a Dyframaethu Cynaliadwy Prifysgol Bangor

Y Ganolfan Gwyddorau Môr Cymhwysol, Yr Ysgol Gwyddorau Eigion, Prifysgol Bangor

Adroddiad ynghylch Pysgodfeydd



Dylid cyfeirio at y ddogfen hon fel a ganlyn: Hold, N., Heney, C., Lincoln, H., Moore, A., Delargy, A., Colvin, C., Rebecca Turner, Le Vay, L a McCarthy, I. (2022). Maint wrth aeddfedu y cimwch Ewropeaidd, *Homarus gammaus*, yn nyfroedd Cymru gan gyfeirio at gynaliadwyedd stoc a strwythur stoc o ran maint. Grŵp Pysgodfeydd a Dyframaethu Cynaliadwy Prifysgol Bangor, Adroddiad ynghylch Pysgodfeydd. 19 tudalen.

Cynnwys

[Diffiniad o rai termau allweddol 2](#_Toc114732267)

[Crynodeb gweithredol 3](#_Toc114732268)

[Executive summary 3](#_Toc114732269)

[Cyflwyniad 4](#_Toc114732270)

[Beth yw aeddfedrwydd a pham y mae gennym ddiddordeb ynddo? 4](#_Toc114732271)

[Sut y caiff maint wrth aeddfedu ei ddefnyddio i asesu cynaliadwyedd y stoc o gimychiaid? 5](#_Toc114732272)

[Methodoleg 5](#_Toc114732273)

[Samplu yn y maes 5](#_Toc114732274)

[Amseru’r arolwg i bennu cyfnod ofari 6](#_Toc114732275)

[Protocol yn y labordy 6](#_Toc114732276)

[Pennu cyfnod ofari a datblygu canllaw i bennu cyfnod ofari ar gyfer y cimwch Ewropeaidd 7](#_Toc114732277)

[Dadansoddi data 7](#_Toc114732278)

[Aeddfedrwydd morffometrig 7](#_Toc114732279)

[Aeddfedrwydd ffisiolegol 7](#_Toc114732280)

[Aeddfedrwydd swyddogaethol 11](#_Toc114732281)

[Canlyniadau 11](#_Toc114732282)

[Aeddfedrwydd morffometrig 11](#_Toc114732283)

[Aeddfedrwydd ffisiolegol 12](#_Toc114732284)

[Aeddfedrwydd swyddogaethol 15](#_Toc114732285)

[Trafodaeth 16](#_Toc114732286)

[Cyfeiriadau 18](#_Toc114732287)

# Diffiniad o rai termau allweddol

**Twf alometrig**: Bydd rhai rhannau o anifail yn tyfu’n gynt na’i gilydd, e.e. bydd yr abdomen yn ymledu’n gynt nag y bydd y gragen yn ymestyn mewn cimychiaid benyw sy’n aeddfedu

**Twf isometrig**: Mae rhannau’r corff yn tyfu’r un mor gyflym â’i gilydd

**Fitelogenesis**: Y broses ffisiolegol sy’n digwydd bob blwyddyn neu bob dwy flynedd, lle mae’r ofarïau yn aeddfedu.

# Crynodeb gweithredol

Cafodd maint cimychiaid benyw wrth aeddfedu yng Nghymru ei amcangyfrif gan ddefnyddio tri dull gwahanol: Difynu a dadansoddi’r graddau yr oedd ofarïau wedi aeddfedu (ffisiolegol), arsylwi allan ar y môr pa gyfran o’r anifeiliaid a oedd yn cario wyau (swyddogaethol) a dadansoddi pa mor gyflym y mae’r abdomen yn ymledu o gymharu â hyd y gragen (morffolegol).

Ymddengys fod cimychiaid benyw’n dechrau aeddfedu pan fydd hyd eu cragen yn oddeutu 73 mm – 75 mm. Pan fyddant o’r maint hwn, yn ystod y cyfnod bwrw hen gragen, bydd yr abdomen yn ymledu’n sydyn o gymharu â’r graddau y bydd hyd y gragen yn tyfu, sy’n galluogi cimwch benyw i gario mwy o wyau.

O gyfuno canlyniadau pob un o’r tri dull, mae ein hamcangyfrifon yn awgrymu y bydd 50% o gimychiaid benyw wedi cael cyfle i atgynhyrchu pan fydd hyd eu cragen rhwng 88 mm a 91 mm. Mae hynny’n golygu bod yr isafswm maint glanio o 90 mm yn gwarchod i raddau bach 50% o gimychiaid benyw hyd at eu cyfnod atgynhyrchu cyntaf. Fodd bynnag, mae cimychiaid yn arddangos twf bylchog (pan fyddant yn bwrw eu hen gragen) a chyfnod magu estynedig (Medi – Mehefin). Felly, gyda’r isafswm maint glanio fel y mae ar hyn o bryd, mae’r cimychiaid benyw hyn ar gyfartaledd yn aeddfedu ac yn cario wyau yn ystod y cylch bwrw hen gragen, sy’n golygu y gallent gael eu pysgota. Mae hanes bywyd cimychiaid yng Nghymru (yn bwrw eu hen gragen ym mis Mai/Mehefin, yn silio ym mis Medi, yn deor yn ystod yr haf canlynol) yn golygu ei bod yn bosibl y gallent gael eu pysgota am bron flwyddyn cyn y byddant wedi cael cyfle i **ddeor** eu mag cyntaf o wyau, oherwydd eu bod yn aeddfedu pan fyddant o’r isafswm maint glanio ac oherwydd bod glanio cimychiaid llawn wyau yn gyfreithlon yng Nghymru**.**

Mae 90% o gimychiaid benyw’n aeddfed o safbwynt ffisiolegol pan fydd hyd eu cragen yn 92 mm, neu mae 90% yn aeddfed o safbwynt swyddogaethol pan fydd hyd eu cragen yn 102 mm.

# Executive summary

The size at maturity of female lobsters in Wales was estimated using three different methods: Dissection and analysis of ovary maturation (Physiological), observations at sea on the proportion of animals carrying eggs (functional) and analysis of the rate at which the abdomen widens in relation to the carapace length (morphological).

The onset of maturity in female lobsters appears to occur around 73 mm – 75 mm Carapace Length (CL). At this size, during moulting, there is a rapid widening of the abdomen in relation to the growth of the CL, which enables a female lobster to carry larger number of eggs.

Combining results from all three methods, our estimates suggest that 50% of females will have had a chance to reproduce between 88 mm and 91 mm CL. This means that the MLS of 90mm is marginally protecting 50% of female lobsters to first reproduction. However, lobsters show discontinuous growth (moulting), and an extended brooding period (September – June). Therefore, at the current MLS these females are, on average, reaching maturity and bearing eggs during the moult cycle that brings them vulnerable to fishing. The life history of lobsters in Wales (moult May/June, spawn September, hatch the following summer), means that it is possible they are vulnerable to fishing for almost a year before they have had a chance to **hatch** their first brood of eggs due to maturing at the MLS combined with the legal landing of berried lobsters in Wales**.**

90% of female lobsters are physiologically mature at 92 mm CL or 102 mm CL for 90% functionally mature.

# Cyflwyniad

## Beth yw aeddfedrwydd a pham y mae gennym ddiddordeb ynddo?

Mae’r astudiaeth hon yn ymwneud â statws cimychiaid Ewropeaidd *Homarus gammarus* **benyw** o ran aeddfedrwydd. Mae dwy agwedd yn perthyn i aeddfedrwydd. Yr agwedd gyntaf yw pan fydd anifail ifanc yn datblygu drwy gyfnod blaenaeddfedrwydd i silio am y tro cyntaf. Yr ail agwedd yw pan fydd cimychiaid benyw, ar ôl aeddfedu, yn arddangos cylch o fwrw hen gragen a silio dros gyfnod o flwyddyn neu ddwy flynedd, neu fwy na hynny efallai. O safbwynt rheoli pysgodfeydd ac o safbwynt cynaliadwyedd stoc, mae’r ddwy agwedd ar aeddfedrwydd yn bwysig. Yn yr astudiaeth hon, mae gennym ddiddordeb mewn nodi beth fydd maint anifeiliaid, yn y boblogaeth a astudir, pan fyddant yn aeddfedu am y tro cyntaf. Caiff hynny ei alw’n faint wrth aeddfedu ac mae’n galluogi rheolwyr a physgotwyr i warchod yr anifeiliaid rhag marw oherwydd pysgota, cyn iddynt gael cyfle i atgynhyrchu er mwyn cynnal y boblogaeth. Ni fydd pob anifail yn aeddfedu pan fyddant o’r un maint; bydd rhai’n aeddfedu pan fyddant yn llai o faint a bydd eraill yn aeddfedu pan fyddant yn llawer mwy. Felly, mae angen deall y maint cyfartalog a holl ystod aeddfedrwydd. Yn draddodiadol byddai gwyddonwyr a rheolwyr yn ceisio gwarchod o leiaf 50% o’r boblogaeth nes bod yr anifeiliaid o faint silio, ond gallai fod yn ddymunol gwarchod cyfran fwy na hynny, yn enwedig os oes gwahaniaeth mawr rhwng llwyddiant anifeiliaid mwy o faint o ran atgynhyrchu o’u cymharu ag anifeiliaid sy’n llai o faint (Froese, 2004; Linnane et al., 2008; Tully et al., 2001).

Ceir amryw ddulliau o asesu a yw cimwch yn aeddfed, ac yn aml bydd angen cyfaddawdu rhwng hwylustod a chost casglu’r data a chywirdeb y dull. Felly, gall fod yn fanteisiol cyfuno mwy nag un dull er mwyn meithrin dealltwriaeth lawnach o’r sefyllfa. Yn achos cimychiaid benyw, byddwn yn ystyried y dulliau canlynol:

1. Aeddfedrwydd morffometrig. Bydd lled yr abdomen o’i gymharu â hyd y cimwch yn ymledu yn ystod y cyfnod bwrw hen gragen wrth i’r cimwch aeddfedu’n rhywiol.
2. Aeddfedrwydd ffisiolegol / Yr ofarïau’n aeddfedu. Mae angen bod cimychiaid benyw’n gallu mynd drwy broses a elwir yn fitelogenesis, sef pan fydd celloedd yn yr ofari, a elwir yn öosytau, yn aeddfedu ac yn troi’n wyau y gellir eu silio a’u ffrwythloni wedyn.
3. Aeddfedrwydd swyddogaethol. Mae’n bosibl y bydd rhai cimychiaid benyw’n dangos y gallu i fynd drwy fitelogenesis heb eu bod yn paru, yn silio neu’n ffrwythloni yn weithredol adeg eu maint cyfredol. Mae aeddfedrwydd swyddogaethol yn ystyried cyfran y boblogaeth sy’n gallu deor wyau’n llwyddiannus. Yn draddodiadol, caiff hynny ei asesu drwy ystyried y gyfran sy’n cario wyau.

Aeddfedrwydd swyddogaethol yw’r mesur pwysicaf ar gyfer cynaliadwyedd y stoc, oherwydd mae’n ymwneud â’r maint pan fydd cimychiaid yn gallu cyfrannu i genedlaethau’r dyfodol a darparu anifeiliaid newydd yn lle’r anifeiliaid sydd wedi’u pysgota. Fodd bynnag, mae yna gyfres o anawsterau i fynd i’r afael â nhw wrth gyfrifo, felly byddwn yn ymchwilio i aeddfedrwydd morffometrig a ffisiolegol hefyd er mwyn helpu i greu darlun llawnach.

Mae hefyd yn bwysig deall y cylch atgynhyrchu bob blwyddyn/bob dwy flynedd. Wrth astudio aeddfedrwydd ffisiolegol, gall anifeiliaid unigol llawer o rywogaethau fod yn aeddfed ond bod ganddynt ofari segur (h.y. un nad yw’n mynd yn weithredol drwy fitelogenesis), yn enwedig mewn cylch atgynhyrchu bob dwy flynedd. Gall yr ofari segur edrych yn debyg iawn i ofari anaeddfed. Wrth astudio aeddfedrwydd swyddogaethol, bydd y cylch atgynhyrchu bob blwyddyn/bob dwy flynedd (neu fwy na hynny) yn effeithio ar faint o gimychiaid unigol y byddwch yn disgwyl eu gweld yn cario wyau yn ystod unrhyw un flwyddyn, ac yn effeithio felly ar y modd y dehonglir nifer y cimychiaid y gwelir eu bod yn cario wyau. Er enghraifft, mae arsylwadau blaenorol ynghylch nifer y cimychiaid benyw mawr iawn sy’n cario wyau (y gallwn dybio’n hyderus iawn eu bod yn aeddfed oherwydd eu maint) yn aml yn is o lawer na 100% (Agnalt et al., 2007; Laurans et al., 2009; Tully et al., 2001).

## Sut y caiff maint wrth aeddfedu ei ddefnyddio i asesu cynaliadwyedd y stoc o gimychiaid?

Un prif gysyniad ym maes rheoli pysgodfeydd yw na ddylai nifer y marwolaethau mewn poblogaeth (am resymau naturiol neu am resymau pysgota) fod yn fwy na nifer y genedigaethau a thwf, er mwyn cynnal poblogaeth. Felly, mae’n hanfodol bod yna ddigon o gimychiaid yn eu llawn dwf, sydd o faint/oedran bridio, i atgynhyrchu digon o gimychiaid bach a all gymryd lle’r rhai sy’n marw bob blwyddyn. Un mesur rheoli cyffredin a syml i fynd i’r afael â’r gofyniad hwn yw pennu isafswm maint glanio sy’n ddigon mawr fel bod gan anifeiliaid gyfle i atgynhyrchu cyn y gallent gael eu pysgota. Yn draddodiadol, câi’r isafswm maint glanio ei bennu fel bod **o leiaf** 50% o’r boblogaeth wedi cael cyfle i fridio o leiaf unwaith cyn iddynt gael eu recriwtio i’r bysgodfa – caiff y metrig hwn ei alw’n L50. Mae’r dewis o L50 yn seiliedig ar egwyddorion cyffredinol i atal pysgodfa rhag methu; fodd bynnag, mae’n bosibl y bydd ar wahanol rywogaethau a phoblogaethau angen mwy neu lai o warchodaeth ar gyfer aeddfedrwydd, yn dibynnu ar eu nodweddion o ran hanes bywyd. I reoli pysgodfa’n gynaliadwy, gan anelu at y cynnyrch cynaliadwy mwyaf, mae cyfeirbwynt **targed** wedi’i awgrymu sy’n nesáu at faint lle gall y rhan fwyaf o anifeiliaid atgynhyrchu o leiaf unwaith (Froese & Sampang, 2012), er enghraifft maint lle mae 90% o’r cimychiaid benyw yn aeddfed (L90). Gellir amcangyfrif mai 1.2x L50 yw hwn os nad yw amcangyfrifon empiraidd eraill yn hysbys.

Caiff maint wrth aeddfedu, L50 neu L90, ei ddefnyddio hefyd mewn dangosyddion eraill o iechyd stoc ar sail maint. Gall timau rheoli ddefnyddio’r dangosyddion hyn i sicrhau bod ystod naturiol o feintiau’n cael ei chadw mewn poblogaeth a gaiff ei physgota, y mae disgrifydd 3 Cyfarwyddeb Fframwaith y Strategaeth Forol yn ymdrin â hi, a defnyddio cyngor gan Gyngor Rhyngwladol Archwilio’r Môr ar gyfer stociau sydd â data cyfyngedig (Froese & Sampang, 2012; ICES, 2017). Ceir sawl mesur sy’n ceisio asesu cadwraeth cimychiaid bach a fydd yn cael eu recriwtio i fiomas stoc silio a’r bysgodfa fasnachol. Fel rheol, mae cyfeirbwyntiau’n perthyn i un o ddau gategori: **cyfeirbwynt terfyn** sy’n nodi gwerth y dangosydd, a fyddai, pe na bai’n cael ei gyflawni, yn dangos bod y stoc mewn perygl o gael ei gorbysgota, h.y. bod pryder difrifol am iechyd y stoc. Yr ail fath yw **cyfeirbwynt targed**. Dyma’r targedau rheoli, ac fel arfer maent yn fesurau procsi ar gyfer iechyd y stoc wrth bysgota ar lefel y cynnyrch cynaliadwy mwyaf neu o gwmpas y lefel honno. Gellir tracio’r dangosyddion hyn dros gyfnod er mwyn monitro tueddiadau, ochr yn ochr â dangosyddion eraill megis dalfa fesul uned ymdrech a chadwraeth anifeiliaid mwy o faint, er mwyn darparu darlun llawnach o iechyd y stoc.

Bydd yr adroddiad hwn yn amcangyfrif maint wrth aeddfedu (L50 ac L90) ar gyfer cimychiaid benyw ar draws Cymru. Bydd yr amcangyfrifon hyn yn cael eu cymharu â’r isafswm maint glanio presennol, sef hyd cragen sy’n 90 mm. Bydd yr amcangyfrifon hyn ar gael i’w defnyddio yn y dyfodol mewn amcangyfrifon o iechyd stoc ar sail maint.

# Methodoleg

## Samplu yn y maes

Mae tripiau arsylwyr er mwyn casglu data morffometrig ar gychod pysgota yng ngogledd a de Cymru wedi cael eu cynnal yn rheolaidd yn 2014 ac unwaith eto yn 2019 a 2021. Yn achos pob cimwch a ddaliwyd, cofnodwyd hyd y gragen, lled ail segment yr abdomen, rhyw’r cimwch a’i statws o ran cario wyau.

Cafodd y gwaith o gasglu samplau o gimychiaid i’w difynu ei gyflawni ar y cyd â’r diwydiant pysgota yn y gogledd a’r de yn ystod mis Medi, mis Hydref a mis Tachwedd 2019. Cafwyd gollyngiad gan Lywodraeth Cymru i lanio cimychiaid yr oedd eu cragen yn llai na 90 mm o hyd, ar gyfer pob pysgotwr cydweithredol. Buodd gwyddonwyr ar dripiau pysgota o fis Medi tan fis Tachwedd 2019 gan gadw cimychiaid mewn modd haenedig yn ôl maint, yr oedd hyd eu cragen rhwng 65 mm a 140 mm. Gosodwyd targed o 10 anifail ar gyfer pob categori maint 10 mm. Cafodd y 10 o gimychiaid benyw cyntaf a ddaliwyd ym mhob categori maint eu cynnwys yn y dadansoddiad. Os gwelwyd bod cimwch benyw’n cario wyau, cafodd ei mesur a chafodd y manylion eu cofnodi cyn iddi gael ei rhoi’n ôl yn y môr, oherwydd caiff aeddfedrwydd swyddogaethol ei arddangos drwy bresenoldeb wyau. Cafodd cimychiaid eraill eu cadw er mwyn eu difynu yn y labordy. Cafodd cimychiaid a oedd yn rhy fach eu darparu’n rhad ac am ddim a chafodd gwerth y farchnad gyfredol ei dalu am unrhyw gimychiaid a oedd o faint addas i’r farchnad. Cafodd pob un o’r cimychiaid eu cludo’n ôl i’r Ysgol Gwyddorau Eigion yn syth ar ôl y trip pysgota a’u gosod, gyda’u bodiau wedi’u rhwymo, mewn tanciau acwariwm mawr lle’r oedd tymheredd y dŵr yn cyfateb i dymheredd dŵr amgylchynol lleol. Cafodd y cimychiaid eu prosesu yn y labordy cyn pen ychydig ddiwrnodau er mwyn osgoi unrhyw effeithiau y gallai’r ffaith eu bod wedi’u dal eu cael ar y canlyniadau. Roedd yn well cadw’r cimychiaid yn fyw cyn iddynt gael eu prosesu yn y labordy, er mwyn osgoi effaith rhewi a thoddi ar yr öosytau.

### Amseru’r arolwg i bennu cyfnod ofari

Mae’r rhan fwyaf o’r ymchwil a gyhoeddwyd i gylch atgynhyrchu cimychiaid *Homarus* bodiog wedi’i chyflawni ar y cimwch Americanaidd *Homarus americanus* (Waddy & Aiken, 2005). Mae llawer o ymchwilwyr wedi cymhwyso’r canfyddiadau hynny i’r cimwch Ewropeaidd oherwydd bod y ddwy rywogaeth yn perthyn yn agos i’w gilydd (Lizárraga-Cubedo et al., 2003; Tully et al., 2001). Mae Waddy & Aiken (2005) yn awgrymu y dylai astudiaethau o faint wrth aeddfedu ddigwydd yn y gwanwyn, a hynny am ddau reswm. Yn gyntaf, maent yn datgan y gall fod yn anodd pennu aeddfedrwydd cimwch benyw’n syth ar ôl y cyfnod deor, gan y bydd ei hofarïau’n anaeddfed. Yn ail, bydd ofarïau’n aeddfedu yn ystod ychydig wythnosau yn y gwanwyn, **ychydig cyn y cyfnod silio**. Mae cylch atgynhyrchu’r cimwch Ewropeaidd ym Môr Iwerddon/yn y Môr Celtaidd yn wahanol i’r hyn a ddisgrifiwyd ar gyfer y cimwch Americanaidd, oherwydd bod y silio’n digwydd ddechrau’r hydref, gyda’r nifer fwyaf o gimychiaid benyw sydd newydd silio’n cael eu gweld o fis Medi ymlaen (gwaith arsylwi personol, er y gellir gweld rhai yn ystod y rhan fwyaf o fisoedd). Felly, os bydd ofarïau’n aeddfedu yn ystod ychydig wythnosau cyn y cyfnod silio, fel yr awgrymir, yr amser gorau ar gyfer astudiaeth o faint wrth aeddfedu fydd diwedd yr haf/dechrau’r hydref. Dylai hynny sicrhau y bydd unrhyw gimwch benyw, y disgwylir iddi silio yn ystod y tymor cyfredol, naill ai’n cario wyau’n barod neu y bydd eu hofarïau’n mynd drwy fitelogenesis II, pan fydd yr ofarïau’n chwyddo, pan fyddant yn troi’n wyrdd tywyll a phan fydd yr wyau’n mynd yn fwy o faint (cyfnod 5, 6, 7 ofari).

## Protocol yn y labordy

O ran y prosesu yn y labordy, roedd pob cimwch yn cael ei osod mewn blwch o ddŵr hallt â rhew am 20 munud a’i roi wedyn mewn rhewgell ar dymheredd o -20C am 1.5 – 2 awr. Roedd y dŵr hallt â rhew yn gostwng tymheredd craidd y cimwch yn sydyn, sef y ffordd fwyaf caredig a chyflym o beri i’r cimwch fynd yn llesg neu’n swrth. Roedd y cyfnod yn y rhewgell yn ddigon i ladd yr anifail ond nid oedd yn ddigon i rewi’r ofarïau yn galed, a fyddai’n golygu bod yr öosytau mewn perygl o dorri.

Ar ôl i’r cimwch farw, roedd pwysau’r cimwch cyfan ynghyd â hyd y gragen a lled yr abdomen yn cael eu cofnodi, ac roedd panel yn cael ei dorri allan o arwyneb dorsal y gragen. Yna, roedd y cyhyrau dorsal a’r galon yn cael eu tynnu allan yn ofalus er mwyn gallu gweld yr ofarïau. Gall yr ofarïau ymestyn i gefn y pen, ond mae’n rhaid cymryd gofal wrth ddifynu yn yr ardal hon, er mwyn osgoi gwneud twll yn y stumog. Mae’r ofarïau hefyd yn ymestyn i mewn i’r gynffon, felly roedd rhai o segmentau cragen y gynffon yn cael eu tynnu hefyd.

Roedd yr ofari cyfan yn cael ei dynnu allan a’i bwyso i’r 0.01g agosaf. Roedd deg wy unigol yn cael eu tynnu allan o’r ofari ac yn cael eu gosod mewn ychydig o ddŵr y môr mewn dysgl Petri. Yna, roedd ffotograffau’n cael eu tynnu o’r rheini dan ficrosgop digidol Q-Scope (Model QS.13100-W) ar lefel chwyddo x 25. Roedd y microsgop wedi’i gysylltu yn fyw â gliniadur a’r meddalwedd Q-Focus, lle’r oedd delwedd wedi’i graddnodi yn cael ei chofnodi a diamedr yr wyau’n cael ei fesur a’i gofnodi ar y ddelwedd, a’r cyfan yn cael ei gadw er mwyn cyfeirio ato’n ddiweddarach os oedd angen.

### Pennu cyfnod ofari a datblygu canllaw i bennu cyfnod ofari ar gyfer y cimwch Ewropeaidd

Cafodd camau cychwynnol i bennu cyfnod ofari eu cymryd gan ddefnyddio’r dangosyddion gweledol a ddisgrifiwyd gan Aiken a Waddy (1980) ar gyfer y cimwch Americanaidd, sef yn bennaf y lliw, maint cymedrig yr öosytau a’r ffactor ofari. Cafodd ffotograffau eu tynnu o ofarïau pob cimwch a’u höosytau er mwyn cyfeirio atynt yn y dyfodol ac er mwyn ei gwneud yn bosibl mireinio’r system ddosbarthu yng nghyswllt y cimwch Ewropeaidd. Ar gyfer yr astudiaeth hon, cafodd y cyfnodau eu rhifo gennym yn ddilyniannol yn hytrach na bod rhai cyfnodau’n cael eu rhannu i gategori a neu b. Diben hynny oedd ei gwneud yn haws cynnal dadansoddiadau ystadegol gan ddefnyddio’r raddfa drefnol hon. At hynny, cafodd cydweithrediad drwy weithgor crancod a chimychiaid Cyngor Rhyngwladol Archwilio’r Môr ei ddefnyddio er mwyn sicrhau bod y protocol newydd hwn ar gyfer pennu cyfnod ofari’n brotocol priodol i gimychiaid Ewropeaidd ar draws eu hystod. Roedd data difynu ar gael yng Nghymru, Ynys Manaw, Ynysoedd Orkney ac Iwerddon. Buodd ymchwilwyr o bob lleoliad yn cymharu data a delweddau, a chytunwyd ar brotocol wedi’i safoni ar gyfer pennu cyfnod ofari (Tabl 1).

## Dadansoddi data

### Aeddfedrwydd morffometrig

Cafodd cyflymder newid yn y data ynghylch y gymhareb lled abdomen:hyd cragen yng nghyswllt 1678 o gimychiaid benyw ar draws Cymru yn 2014 a 2019 ei ddadansoddi er mwyn chwilio am bwyntiau ffurfdro a allai ddangos newidiadau mewn twf a oedd yn gysylltiedig ag aeddfedrwydd. Defnyddiodd camau cychwynnol i ymchwilio i natur y berthynas rhwng hyd y gragen a’r gymhareb lled abdomen:hyd cragen Fodel Adiol Cyffredinoledig yn R. Ni ddangosodd y model unrhyw wahaniaethau mawr rhwng y rhanbarthau (gogledd a de Cymru) na’r blynyddoedd. At hynny, dangosodd y Model y gallai mwy nag un pwynt ffurfdro fod yn bosibl. Yna, cafodd set ddata gyfun (pob blwyddyn a phob rhanbarth) ei defnyddio i amcangyfrif pwyntiau ffurfdro, gan ddefnyddio atchweliad segmentiedig yn R (Muggeo, 2003, 2008, 2017). Cafodd modelau segmentiedig eu defnyddio gydag un, dau a thri o bwyntiau ffurfdro a chafodd pob un o’r rhain eu cymharu â’r atchweliad llinol sylfaenol gan ddefnyddio maen prawf gwybodaeth Akaike i ddewis y model a gâi ei ffafrio. Y model â’r gwerth isaf o ran maen prawf gwybodaeth Akaike oedd yr un a gâi ei ffafrio. Os oedd y gwahaniaeth rhwng modelau’n llai na 2 bwynt o ran maen prawf gwybodaeth Akaike, câi’r model symlaf ei ffafrio.

### Aeddfedrwydd ffisiolegol

I amcangyfrif L50, roedd yn rhaid categoreiddio pob anifail mewn modd deuaidd, h.y. bod yr anifail naill ai’n aeddfed neu’n anaeddfed. Er bod eithafion ofarïau sy’n aeddfedu yn syml i’w dosbarthu, gall y penderfyniad ynghylch sut i ddosbarthu ofarïau cyfnod 4 fod yn benderfyniad gwrthrychol. Gwnaethom gyflawni’r gwaith arolygu ym mis Medi a mis Hydref, felly gallai fod yna sawl wythnos lle byddai’r ofarïau’n aeddfedu ymhellach yn ystod y prif dymor silio. Roedd cyfnod 4 yn cynnwys ystod eang o ddatblygiad, gyda rhai ofarïau’n gynnar iawn gydag öosytau bach iawn ac ofarïau tenau er bod y lliw wedi datblygu. Roedd ofarïau eraill yn llai o faint na’r diffiniad ar gyfer cyfnod 5 ond roedd yn amlwg bod yr öosytau’n tyfu a bod pwysau’r ofari yn cynyddu. Felly, gwnaethom ddefnyddio maen prawf lle’r oedd yn rhaid hefyd i ofarïau cyfnod 4 gael maint öosytau > 1.00 mm YNGHYD Â ffactor ofari >100 er mwyn iddynt gael eu categoreiddio’n ofarïau cyfnod 4 a oedd yn debygol o silio eleni neu’n ofarïau lle’r oedd yn debygol y byddai hen gragen yn cael ei bwrw’n gyntaf. Er bod yna lenyddiaeth sy’n awgrymu y bydd fitelogenesis II, pan fydd wedi dechrau, yn arwain wedyn at silio (Waddy & Aiken, 2005), ceir adroddiadau hefyd bod y cyfnod bwrw hen gragen, a’i hormonau cysylltiedig, yn gallu rhwystro fitelogenesis (Raviv et al., 2008) a’i bod felly’n bosibl y gallai ofarïau sy’n datblygu yn ddiweddarach stopio ac atsugno yn hytrach na silio. Mae angen gwneud rhagor o waith er mwyn gallu cynnig atebion pendant i’r cwestiynau hyn am y cylch atgynhyrchu, ond dangosodd gwaith arsylwi yn ystod mis Tachwedd dystiolaeth bod rhywfaint o atsugno’n digwydd mewn ofarïau cyfnod 4 bach. Roedd y dull hwn o gategoreiddio ofarïau cyfnod 4 yn ofarïau aeddfed neu’n ofarïau anaeddfed yn cael ei ffafrio yn lle dull a oedd yn golygu y byddai pob ofari cyfnod 4 yn cael ei gategoreiddio’n ofari aeddfed, ac fel cam rhagofalus ychwanegol gwnaethom asesu ail senario hefyd lle dim ond ofarïau cyfnod 5 oedd yn cael eu hystyried yn rhai aeddfed.

Cafodd y system gategoreiddio ganlynol ei defnyddio i gategoreiddio unigolion yn rhai aeddfed neu anaeddfed ar sail **hyd cyfredol eu cragen** ar gyfer dwy senario:

Senario 1

1. AEDDFED, yn cario wyau sydd newydd gael eu silio.
2. AEDDFED, yn debygol o silio eleni. >= cyfnod 4 gydag öosytau > 1 mm **YNGHYD Â** ffactor ofari > 100.
3. AEDDFED, ni ddisgwylir i unrhyw silio ddigwydd eleni. < cyfnod 5, tystiolaeth o silio blaenorol (wyau melyn neu dystiolaeth o ddeor yn ddiweddar oherwydd bod sment glynu wyau ar yr aelodau nofio).
4. ANAEDDFED, ni ddisgwylir i unrhyw silio ddigwydd eleni. Dim tystiolaeth o silio blaenorol. Cyfnodau 1-3, cyfnod 4 gydag öosytau < 1mm **NEU** ffactor ofari <100.

Senario 2 – dull gweithredu rhagofalus

1. AEDDFED, yn cario wyau sydd newydd gael eu silio.
2. AEDDFED, yn debygol o silio eleni. >= cyfnod 5.
3. AEDDFED, ni ddisgwylir i unrhyw silio ddigwydd eleni. < cyfnod 5, tystiolaeth o silio blaenorol (wyau melyn neu dystiolaeth o ddeor yn ddiweddar oherwydd bod sment glynu wyau ar yr aelodau nofio).
4. ANAEDDFED, ni ddisgwylir i unrhyw silio ddigwydd eleni. <= cyfnod 4. Dim tystiolaeth o silio blaenorol.

Ar ôl i’r unigolion gael eu categoreiddio’n rhai aeddfed/anaeddfed o safbwynt ffisiolegol, cafodd y data ei ddadansoddi gan ddefnyddio atchweliad binomaidd yn R (R Core Team, 2021), cafodd anifeiliaid unigol eu gosod mewn biniau categori maint ar sail hyd eu cragen, fesul 10 mm, a chafodd hyd canolog cragen ei bennu ar gyfer pob bin. Roedd yr atchweliad yn cynnwys hyd cragen fel cyd-newidyn parhaus a rhanbarth fel ffactor (gogledd a de Cymru), gan gynnwys y rhyngweithiadau. Cafodd protocol dewis am yn ôl ei ddefnyddio i bennu’r paramedrau i’w cynnwys yn y model terfynol. Os canfuwyd bod ffactorau’n ddibwys ac os cawsant eu tynnu allan o’r model, câi “rhwymyn c” y newidyn ymateb yn r ei ailadrodd heb y lefel ffactor honno. Diben hynny oedd sicrhau bod y model terfynol yn cynnwys un pwynt data’n unig ar bob gwerth o ran x.

Cafodd y ffwythiant “dose.p” yn y pecyn R “MASS” (Venables & Ripley, 2002) ei ddefnyddio i echdynnu’r hyd cragen ar lefel aeddfedrwydd o 50% a 90% a’r gyfran a oedd yn aeddfed pan oedd hyd eu cragen yn 90 mm (sef yr isafswm maint glanio cyfredol).

Tabl 1. Cymharu’r gwaith o bennu cyfnod ofari cimychiaid Americanaidd a chimychiaid Ewropeaidd.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Homarus americanus* (Aiken & Waddy, 1980) | | | *Homarus gammaus* (yr astudiaeth bresennol) | | |
| Cyfnod | Lliw’r ofari | Diamedr öosytau a’r ffactor ofari | Cyfnod | Lliw/golwg yr ofari | Diamedr öosytau a’r ffactor ofari |
| Cyfnod 1 | Yr ofari’n wyn | Öosytau < 0.5 mm  Ffactor ofari <100 | Cyfnod 1 | Ofari gwyn tebyg i linyn. Dim öosytau i’w gweld yn ffurfio yn y ffoliglau. | Ffactor ofari <50  Öosytau < 0.5 mm |
| Cyfnod 2 | Yr ofari’n felyn, yn llwydfelyn neu’n wyrdd golau | Öosytau <0.8 mm  Ffactor ofari < 100 | Cyfnod 2 | Yr ofari’n denau ac yn debyg i strapen. Yn felyn/gwyrdd leim.  Llawer o ffoliglau gwag/gwyn. | Ffactor ofari 100  Öosytau < 0.5 mm |
| Cyfnod 3 | Yr ofari’n wyrdd golau i ganolig | Öosytau < 1.0 mm  Ffactor ofari <200 | Cyfnod 3 | Yr ofari’n denau ac yn debyg i strapen. Yn wyrdd golau i ganolig. Öosytau mwy o faint yn dechrau datblygu ond ffoliglau gwag yn bresennol o hyd. | Ffactor ofari <100  Öosytau < 1 mm |
| Cyfnod 4a  (hydref) | Yr ofari’n wyrdd canolig i dywyll | Öosytau 0.1 – 1.6 mm  Ffactor ofari < 200 | Cyfnod 4 | Yr ofari’n denau ac yn debyg i strapen, ac yn llenwi <50% o geudod y cefn. Yn wyrdd tywyll. Öosytau gwyrdd i’w gweld yn y rhan fwyaf o’r ffoliglau. Gallai tystiolaeth o silio blaenorol fod yn bresennol drwy bresenoldeb öosytau/brychau melyn yn yr ofari. | Ffactor ofari <200  Öosytau 0.5 – 1.6 mm |
| Cyfnod 4b  (gwanwyn) | Yr ofari’n wyrdd canolig i dywyll | Öosytau 0.8 – 1.6 mm  Ffactor ofari 200 – 325 | Amherthnasol. Cafodd yr astudiaeth ei chynnal yn yr hydref fel ei bod yn cyd-daro â’r cyfnod cyn silio. | | |
| Cyfnod 5 | Yr ofari’n wyrdd tywyll | Öosytau 1 – 1.6 mm  Ffactor ofari >325 | Cyfnod 5 | Yr ofari’n raenus ac yn wyrdd tywyll – ddim yn debyg i strapen erbyn hyn. Yn llenwi >50% o geudod y cefn. Gallai tystiolaeth o silio blaenorol fod yn amlwg drwy bresenoldeb öosytau/brychau melyn yn yr ofari. | Ffactor ofari 200 – 550  Öosytau > 1.2 – 2.3 mm |
| Cyfnod 6 | Yr ofari’n wyrdd tywyll | Öosytau 1.4 – 1.6 mm  Ffactor ofari > 400 | Cyfnod 6 | Yr ofari’n raenus, yn orlawn ac yn wyrdd tywyll, ac yn llenwi ceudod y cefn. Golwg fwy gronynnog arno nag yng nghyfnod 5. Gallai tystiolaeth o silio blaenorol fod yn amlwg drwy bresenoldeb öosytau/brychau melyn yn yr ofari. | Ffactor ofari >250  Öosytau 1.5 – 2.6 mm |
| Cyfnod 6a | Yr ofari’n wyrdd tywyll | Ar ôl bwrw wyau – yr öosytau’n rhydd yn yr ofari | Cyfnod 7 | Yr ofari’n orlawn ac yn wyrdd tywyll, ac yn llenwi ceudod y cefn i gyd. Öosytau’n rhydd yn yr ofari. Gallai tystiolaeth o silio blaenorol fod yn amlwg drwy bresenoldeb öosytau/brychau melyn yn yr ofari. | Ffactor ofari >300  Öosytau 1.5 – 2.6 mm |
| Cyfnod 7  (Wedi darfod) | Yr ofari’n wyn neu’n felyn ac efallai’n cynnwys rhai öosytau gwyrdd sy’n weddill | Ofari llipa mawr | Cyfnod 8 | Yr ofari’n fawr, yn llipa ac yn wyn/o liw hufen. Ddim yn debyg i strapen fel yng nghyfnod 2/3. Gallai rhai wyau melyn fod yn weddill, ac yn achos rhai anifeiliaid gallai öosytau gwyrdd fod yn weddill, yn enwedig wrth flaenau’r cefn. | Ofari llipa |

### Aeddfedrwydd swyddogaethol

Cafodd data o dripiau arsylwyr yn ystod misoedd Hydref, Tachwedd a Ionawr ei ddefnyddio i gyfrifo cyfran y cimychiaid benyw a oedd yn cario wyau, ar draws y biniau maint ar sail hyd cragen. Cafodd y misoedd hynny eu dewis oherwydd ei bod yn bwysig defnyddio’r prif dymor silio yn hytrach na’r misoedd lle mae bwrw hen gragen, deor a fitelogenesis yn digwydd (Laurans et al., 2009). Y tu allan i’r prif dymor silio, ni fydd rhai anifeiliaid yn cario wyau ond byddant yn paratoi i silio adeg eu maint cyfredol. Yng Nghymru ac yn llawer o Fôr Iwerddon, bydd silio’n dechrau ddiwedd yr haf a dechrau’r hydref. Felly, erbyn mis Hydref/Tachwedd, bydd y rhan fwyaf o gimychiaid benyw wedi silio os ydynt yn bwriadu gwneud hynny yn ystod y tymor hwnnw. Ni chafodd tripiau arsylwyr eu cynnal ym mis Rhagfyr, Chwefror na Mawrth. Cafodd cimychiaid benyw eu mesur a chafodd eu statws o ran bod yn llawn wyau ei gofnodi. Roedd data ar gael o 2014, 2015, 2019, 2020, 2021 a 2022. Mae’n debygol y bydd cyfran y cimychiaid benyw sy’n silio bob blwyddyn neu bob dwy flynedd yn amrywio dros amser oherwydd ymatebion i ysgogwyr amgylcheddol, felly y cyngor yw defnyddio data o fwy nag un flwyddyn er mwyn ystyried yr amrywioldeb hwn a safoni ar ei gyfer.

Cafodd y data ei rannu’n ddosbarthiadau maint o 3 mm. Roedd digon o ddata ar gael yn y biniau hynny ar gyfer y rhan fwyaf o’r ystod o feintiau. Fodd bynnag, ar gyfer yr ystodau ymylol cafodd biniau cyfagos eu huno er mwyn cynyddu maint y sampl a lleihau’r amrywiant sy’n gysylltiedig â samplau bach. Cafodd y dull hwn o weithredu ei ddewis yn hytrach na chynyddu maint biniau ar draws yr ystod, oherwydd y cynnydd cyflym yn y gyfran sy’n aeddfed wrth i hyd eu cragen gynyddu, sy’n golygu y byddai eglurder yn cael ei golli pe bai maint y biniau’n fwy.

Yna, cafodd y data hwnnw ei ddefnyddio mewn atchweliad rhesymegol 3 pharamedr gan ddefnyddio’r ffwythiant “drm” yn y pecyn r “drc” (Ritz et al., 2015). Mae’r atchweliad rhesymegol 3 pharamedr yn sefydlogi’r asymptot isaf ar sero ond yn galluogi’r asymptot uchaf i amrywio. Roedd hynny’n angenrheidiol oherwydd, o ganlyniad i’r posibilrwydd y gallai cimychiaid fod yn silio bob dwy flynedd, ni chaiff cimychiaid o faint mawr sydd 100% yn llawn wyau eu gweld yn aml yn ystod un tymor. Cafodd yr hyd cragen sy’n cyfateb i 50% a 90% o’r amcangyfrif o’r asymptot uchaf ei gyfrifo fel amcangyfrif o aeddfedrwydd swyddogaethol (L50 a L90) gan ddefnyddio’r ffwythiant “EDR”.

# Canlyniadau

## Aeddfedrwydd morffometrig

Dangosodd dadansoddiad o’r berthynas rhwng hyd y gragen a’r gymhareb lled yr abdomen i hyd y gragen mai tri phwynt ffurfdro oedd yn cyd-fynd orau â’r data a gasglwyd (tabl 3; Ffigur 1). Dangosodd unigolion llai o faint dwf isometrig, h.y. mae hyd y gragen a lled yr abdomen yn tyfu yr un mor gyflym â’i gilydd yn fras. Mae hynny’n debyg iawn i’r twf a welwyd ymhlith cimychiaid gwryw. Pan fydd hyd y gragen yn oddeutu 73 mm, mae’r twf hwnnw’n troi yn dwf alometrig lle mae’r abdomen yn tyfu’n gymharol gynt na hyd y gragen, sy’n arwain at gymhareb uwch ar gyfer lled abdomen:hyd cragen ymhlith cimychiaid benyw. Rhwng y pwynt ffurfdro cyntaf, sef 73mm, a’r ail bwynt, sef oddeutu 88 mm, mae’r cyflymder newid hwn yn arwain yn sydyn at oledd serth. Ar ôl hyd cragen o 88 mm mae’r twf yn dal yn dwf alometrig, ond mae’r gyfradd newid yn is neu mae’r oledd yn llai serth, sy’n dangos bod lled yr abdomen yn cynyddu’n arafach o gymharu â hyd y gragen. Pan fydd hyd y gragen yn oddeutu 121 mm, bydd y twf yn newid unwaith eto. Ceir llai o hyder ynghylch y pwynt ffurfdro hwn a’r math o dwf, oherwydd bod llai o ddata ar gael ar gyfer cimychiaid benyw mwy o faint. Fodd bynnag, ymddengys fod y twf naill ai’n newid i fod yn dwf isometrig neu hyd yn oed bod hyd y gragen yn tyfu’n gynt na lled yr abdomen.

Tabl 3 Pwyntiau ffurfdro a amcangyfrifwyd a chyfyngau hyder ynghylch atchweliad segmentiedig ar gyfer cimychiaid Ewropeaidd benyw, y gymhareb lled abdomen:hyd cragen ~ hyd cragen.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pwynt ffurfdro a amcangyfrifwyd (mm) | Hyd lleiaf cragen (mm) | Hyd mwyaf cragen (mm) |
| 73.5 | 71.4 | 75.6 |
| 87.5 | 85.3 | 89.6 |
| 121.1 | 115.6 | 126.7 |



Hyd cragen (mm)

Lled abdomen:Hyd cragen

**Ffigur 1 Y berthynas o ran atchweliad segmentiedig rhwng hyd cragen a’r gymhareb lled abdomen i hyd cragen ymhlith cimychiaid Ewropeaidd benyw. Mae’r pwyntiau data a’r llinell solet yn dangos y berthynas yn achos cimychiaid benyw, tra mae’r llinell doredig lwyd yn dangos y model llinol ar gyfer twf ymhlith cimychiaid gwryw. Mae’r dotiau a’r llinellau coch ar hyd echelin x yn dangos y pwyntiau ffurfdro a amcangyfrifwyd a’r cyfyngau hyder yn eu cylch.**

## Aeddfedrwydd ffisiolegol

Dan senario 1, roedd gwahaniaeth mawr rhwng gogledd a de Cymru a chafodd y ddwy set ddata eu dadansoddi ar wahân. Ar gyfer y gogledd, amcangyfrifwyd bod yr L50 yn hyd cragen o 83 mm a bod yr L90 yn hyd cragen o 92 mm, gydag oddeutu 85% o gimychiaid benyw yn atgynhyrchu o leiaf unwaith cyn y gallent farw oherwydd pysgota, gan mai’r maint glanio isaf yw hyd cragen sy’n 90 mm (Ffigur 2). Fodd bynnag, mae’r cyfyngau hyder yn lletach dan y senario hon na than senario 2, a hynny’n fwy na thebyg oherwydd bod y samplau’n llai o faint pan gaiff y data ei rannu’n ôl rhanbarth. Ar gyfer y de, amcangyfrifwyd bod yr L50 yn hyd cragen o 87 mm a bod yr L90 yn hyd cragen o 92 mm, gydag oddeutu 80% o gimychiaid benyw yn atgynhyrchu o leiaf unwaith cyn y gallent farw oherwydd pysgota, gan mai’r maint glanio isaf yw hyd cragen sy’n 90 mm (Ffigur 3).



Dosbarth maint hyd cragen (mm)

Y gyfran sy’n aeddfed

Ffigur 2. Aeddfedrwydd ffisiolegol cimychiaid benyw yng ngogledd Cymru dan senario 1 (Aeddfed >= cyfnod 4 gydag öosytau > 1mm **YNGHYD Â** ffactor ofari > 100).



Dosbarth maint hyd cragen (mm)

Y gyfran sy’n aeddfed

Ffigur 3. Aeddfedrwydd ffisiolegol cimychiaid benyw yn ne Cymru dan senario 1 (Aeddfed >= cyfnod 4 gydag öosytau > 1mm **YNGHYD Â** ffactor ofari > 100).

Dan senario 2, ni chanfuwyd unrhyw wahaniaeth mawr rhwng y gogledd a’r de a chafodd un dadansoddiad ei gynnal ar gyfer Cymru gyfan (Ffigur 4). Ar gyfer y senario hon, roedd yr hyd cragen lle byddech yn disgwyl i 50% o gimychiaid benyw fod yn aeddfed o safbwynt ffisiolegol (L50) yn 88 mm ac roedd yr L90 yn hyd cragen o 97 mm. Adeg hyd cragen o 90 mm byddai oddeutu 60% o gimychiaid benyw wedi cael cyfle i atgynhyrchu o leiaf unwaith, ac adeg hyd cragen o 100 mm byddai 95% wedi cael cyfle i atgynhyrchu o leiaf unwaith. Mae’r cyfyngau hyder o gwmpas y model hwn yn eithaf cul, sy’n dangos hyder yn y berthynas.



Dosbarth maint hyd cragen (mm)

Y gyfran sy’n aeddfed

Ffigur 4 Aeddfedrwydd ffisiolegol cimychiaid benyw yng Nghymru dan senario 2; pob ofari cyfnod 4 wedi’i gategoreiddio yn ofari anaeddfed.

## Aeddfedrwydd swyddogaethol

Yn y dosbarthiadau maint uwchlaw 120 mm, roedd cyfran y cimychiaid aeddfed yn amrywio’n fawr a gwelwyd gostyngiad cyffredinol yn y gyfran a oedd yn aeddfed o gymharu â’r dosbarthiadau maint a oedd yn oddeutu 110-115. Y rheswm tebygol am hynny yw bod y samplau ar gyfer yr anifeiliaid mwy o faint hyn yn llai, a’i bod yn fwy tebygol bod y cimychiaid hyn yn silio bob dwy flynedd. Mae’n debygol y byddai cynnwys y data hwn yn dod â’r asymptot uchaf i lawr, a fyddai’n arwain at amcangyfrif rhy fach o’r L50. Felly, cafodd y dosbarthiadau maint mwy hyn eu tynnu allan o’r dadansoddiad.

Yr L50 a amcangyfrifwyd ar gyfer aeddfedrwydd swyddogaethol oedd 90.1 mm a’r L90 oedd hyd cragen o 102 mm (Ffigur 6). Mae’r data yn dangos bod uchafswm o ~70% o gimychiaid benyw yn llawn wyau. Mae hynny’n awgrymu cymysgedd o batrymau silio – silio bob blwyddyn a silio bob dwy flynedd. Roedd hyd cragen y cimwch benyw lleiaf a welwyd a oedd yn llawn wyau yn 75 mm.



Hyd cragen

Y gyfran sy’n llawn wyau

Ffigur 6. Model atchweliad rhesymegol 3 pharamedr yn dangos aeddfedrwydd swyddogaethol cimychiaid benyw yng Nghymru.

# Trafodaeth

Defnyddiodd yr astudiaeth hon dri dull o amcangyfrif maint cimychiaid benyw wrth aeddfedu. Nododd dadansoddiad morffolegol dri phwynt ffurfdro yn y berthynas lled abdomen:hyd cragen. Mae’r pwynt ffurfdro canol yn cyd-fynd yn dda â’r amcangyfrif o aeddfedrwydd ffisiolegol. Amcangyfrifwyd bod aeddfedrwydd swyddogaethol ychydig yn fwy ond gyda’r cyfyngau hyder yn gorgyffwrdd ag aeddfedrwydd ffisiolegol. O ystyried pob un o’r tri dull gyda’i gilydd, mae ein hamcangyfrifon yn awgrymu y bydd 50% o gimychiaid benyw wedi cael cyfle i atgynhyrchu pan fydd hyd eu cragen rhwng 88 mm a 91 mm. Mae hynny’n golygu bod yr isafswm maint glanio o 90 mm yn gwarchod i raddau bach 50% o gimychiaid benyw hyd at eu cyfnod atgynhyrchu cyntaf. Fodd bynnag, mae cimychiaid yn dangos twf bylchog (pan fyddant yn bwrw eu hen gragen) a chyfnod magu estynedig (Medi – Mehefin). Felly, gyda’r isafswm maint glanio fel y mae ar hyn o bryd, mae’r cimychiaid benyw hyn ar gyfartaledd yn aeddfedu ac yn cario wyau yn ystod y cylch bwrw hen gragen, sy’n golygu y gallent gael eu pysgota. Mae hanes bywyd cimychiaid yng Nghymru (yn bwrw eu hen gragen ym mis Mai/Mehefin, yn silio ym mis Medi, yn deor yn ystod yr haf canlynol) yn golygu ei bod yn bosibl y gallent gael eu pysgota am bron flwyddyn cyn y byddant wedi cael cyfle i **ddeor** eu mag cyntaf o wyau, oherwydd eu bod yn aeddfedu pan fyddant o’r isafswm maint glanio ac oherwydd bod glanio cimychiaid llawn wyau yn gyfreithlon yng Nghymru**.**

Mae’r dull morffometrig yn dangos sut y mae cyflymder y newid yn lled yr abdomen i hyd y gragen ymhlith cimychiaid benyw yn newid gyda hyd y gragen. Ymddengys fod bwrw hen gragen adeg blaenaeddfedrwydd (hyd y gragen yn 73 mm) yn digwydd o gwmpas maint y cimwch benyw lleiaf a welwyd a oedd yn llawn wyau (hyd y gragen yn 75 mm). Yna, mae lled cymharol yr abdomen yn cynyddu’n gyflym tan aeddfedrwydd ffisiolegol sy’n cyfateb i L50, pan fydd y newid yn arafu wrth yr ail bwynt ffurfdro ond pan fydd yn parhau’n dwf alometrig. Mae’r cyflymder twf yn dychwelyd i fod yn dwf isometrig adeg oddeutu’r un maint ag y byddem yn disgwyl i 100% o gimychiaid benyw fod yn aeddfed o safbwynt swyddogaethol. Mae hynny’n awgrymu bod egni’n cael ei sianelu at dwf somatig rhwng y cyfnod pan fydd aeddfedu’n dechrau nes bod hyd y gragen yn ~120 mm, a fydd yn sicrhau’r capasiti mwyaf posibl i fagu, felly bydd allbwn atgynhyrchu unigolion mwy o faint yn bwysig. Mae gwaith ar y gweill ar hyn o bryd i ddeall y gyfradd ffrwythloni a maint màs wyau ar draws yr ystod hon o ran maint cimychiaid benyw.

Bydd cyfran y cimychiaid sy’n dangos cylch atgynhyrchu bob blwyddyn neu bob dwy flynedd yn effeithio ar amcangyfrifon o aeddfedrwydd swyddogaethol, sy’n defnyddio’r cyfrannau o gimychiaid benyw sy’n llawn wyau. Mae astudiaethau o’r cimwch Americanaidd wedi dangos bod anifeiliaid yn atgynhyrchu bob dwy flynedd, yn enwedig pan fyddant yn fach, ond bod silio bob blwyddyn yn fwy cyffredin ymhlith anifeiliaid mwy o faint (Aiken & Waddy, 1980; Waddy & Aiken, 1986, 2005). Felly, byddem yn disgwyl asymptot o oddeutu 50% aeddfed ar gyfer cimychiaid benyw llai o faint sy’n silio bob dwy flynedd, gydag uchafbwynt uwchlaw 50% ar gyfer cimychiaid benyw mwy o faint oherwydd bod mwy o silio bob blwyddyn yn digwydd. Nid yw’r cylchoedd atgynhyrchu tymhorol a blynyddol ar gyfer y cimwch Ewropeaidd wedi’u hastudio i’r fath fanylder. Fodd bynnag, dangoswyd bod cimychiaid yn Norwy yn dilyn patrwm silio bob dwy flynedd, gyda <10% yn dangos eu bod yn silio yn ystod blynyddoedd olynol (Agnalt et al., 2007). Fodd bynnag, dangosodd y data a gasglwyd ar gyfer yr astudiaeth hon uchafbwynt yn y gyfran a oedd yn aeddfed (dosbarth maint hyd cragen ~110 mm) lle’r oedd tua 70% o gimychiaid benyw yn cario wyau, ond yna roedd y gyfran yn gostwng unwaith eto (er nad oedd y data’n ddigonol i allu amcangyfrif hynny’n gywir mewn dosbarthiadau maint mwy). Mae’r canlyniadau hyn a’r rhai o astudiaeth arall o boblogaeth yn Ffrainc lle’r oedd bron 90% o gimychiaid benyw mwy o faint yn cario wyau (Laurans et al., 2009) yn awgrymu y gallai rhywfaint o silio blynyddol barhau i ddigwydd hyd yn oed mewn dosbarthiadau maint mwy, er y gallai fod yna uchafbwynt o ran silio blynyddol adeg meintiau canolraddol. Bydd yr amserlen silio’n effeithio ar yr amcangyfrifon o aeddfedrwydd swyddogaethol. Os yw dosbarthiadau maint mwy’n fwy tueddol na dosbarthiadau maint llai o silio bob dwy flynedd, gall hynny ostwng yr asymptot uchaf ac arwain at amcangyfrif rhy fach o’r maint wrth aeddfedu. Gwnaethom geisio ystyried hynny yn yr astudiaeth hon drwy dynnu dosbarthiadau maint mwy allan, ond byddai dealltwriaeth lawnach o amserlenni atgynhyrchu blynyddol a’r hyn sy’n effeithio arnynt yn gwella dibynadwyedd y fethodoleg hon.

Er bod yr isafswm maint glanio yn cyfateb ar hyn o bryd i oddeutu maint L50 (o safbwynt aeddfedrwydd ffisiolegol a swyddogaethol), mae’r ffaith ei bod yn gyfreithlon glanio cimychiaid llawn wyau’n golygu y gallai’r anifeiliaid hyn sy’n silio am y tro cyntaf farw oherwydd pysgota yn ystod y cyfnod magu, a allai olygu bod llawer yn methu â deor eu mag cyntaf o wyau. Gallai fod yna ddau ddull o wella cynaliadwyedd y stoc, a dylai effaith economaidd-gymdeithasol gymharol pob dull gael ei hasesu cyn penderfynu ar y llwybr gweithredu a gaiff ei ffafrio. Yn gyntaf, gallai cynnydd yn yr isafswm maint glanio helpu i wella cynaliadwyedd y stoc. Fodd bynnag, dylid nodi mai cimychiaid llai o faint sydd fwyaf amlwg mewn dalfeydd wrth y lan yn aml, a bod cimychiaid mwy o faint i’w canfod ymhellach allan i’r môr. Felly, gallai effaith hynny fod yn fwy pellgyrhaeddol ar bysgotwyr y glannau nag ar bysgotwyr sy’n medru mynd ymhellach allan i’r môr. Yn ail, drwy warchod cimychiaid benyw llawn wyau, byddech yn sicrhau bod yr anifeiliaid hyn sy’n silio am y tro cyntaf yn gallu cyrraedd y cyfnod deor cyn iddynt gael eu dal. Mae tystiolaeth anecdotaidd yn awgrymu bod yn well gan fanwerthwyr a bwytai gael cimychiaid sydd oddeutu’r isafswm maint glanio, oherwydd eu bod o faint plât. At hynny, awgrymodd rhai pysgotwyr a phrynwyr yng Nghymru nad yw cimychiaid mwy o faint yn cystadlu’n economaidd ag allforion o *Homarus americanus* o’r Unol Daleithiau a Chanada. Fodd bynnag, cafwyd adroddiadau hefyd bod y ddalfa bron i gyd mewn rhai lleoliadau ar rai adegau o’r flwyddyn yn cynnwys cimychiaid benyw’n unig sy’n cario wyau, ac y byddai methu â glanio’r rhain yn esgor ar effeithiau economaidd mawr i rai pysgotwyr. Dylai’r ffactorau economaidd-gymdeithasol hyn gael eu hystyried wrth benderfynu ar y mesurau rheoli gorau, ac mae gwaith ar y gweill ar hyn o bryd i gasglu mwy o wybodaeth gan bysgotwyr a gan y farchnad am oblygiadau posibl cynyddu’r isafswm maint glanio neu wahardd glanio cimychiaid benyw llawn wyau.

# Cyfeiriadau

Agnalt, A.-L., Kristiansen, T. S., & Jørstad, K. E. (2007). Growth, reproductive cycle, and movement of berried European lobsters (Homarus gammarus) in a local stock off southwestern Norway. *ICES Journal of Marine Science*, *64*(2), 288–297. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsl020

Aiken, D. E., & Waddy, S. L. (1980). *Chapter 4 - Reproductive Biology* (J. S. COBB & B. F. B. T.-T. B. and M. of L. PHILLIPS (eds.); pp. 215–276). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-177401-1.50011-9

Froese, R. (2004). Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*, *5*(1), 86–91. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2004.00144.x

Froese, R., & Sampang, A. (2012). *Proxies for estimation of relative fishing mortality when biomass is unknown.*

ICES. (2017). *Report from the Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history traits, exploitation characteristics, and other relevant parameters for stocks in categories 3–6 (WKLIFE VII)*.

Laurans, M., Fifas, S., Demaneche, S., Brérette, S., & Debec, O. (2009). Modelling seasonal and annual variation in size at functional maturity in the European lobster (Homarus gammarus) from self-sampling data. *ICES Journal of Marine Science*, *66*(9), 1892–1898. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp166

Linnane, A. J., Penny, S. S., & Ward, T. M. (2008). Contrasting fecundity, size at maturity and reproductive potential of southern rock lobster Jasus edwardsii in two South Australian fishing regions. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, *88*(3), 583–589. https://doi.org/DOI: 10.1017/S0025315408001021

Lizárraga-Cubedo, H. A., Tuck, I., Bailey, N., Pierce, G. J., & Kinnear, J. A. M. (2003). Comparisons of size at maturity and fecundity of two Scottish populations of the European lobster, Homarus gammarus. *Fisheries Research*, *65*(1), 137–152. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fishres.2003.09.012

Muggeo, V. M. R. (2003). Estimating regression models with unknown break-points. *Statistics in Medicine*, *22*, 3055–3071.

Muggeo, V. M. R. (2008). segmented: an R Package to Fit Regression Models with Broken-Line Relationships. *R News*, *8*(1), 20–25. https://cran.r-project.org/doc/Rnews/

Muggeo, V. M. R. (2017). Interval estimation for the breakpoint in segmented regression: a smoothed score-based approach. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, *59*, 311–322.

R Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. https://www.r-project.org/

Raviv, S., Parnes, S., & Sagi, A. (2008). Coordination of Reproduction and moly in Decapods. In E. Mente (Ed.), *Reproductive Biology of Crustaceans* (1st ed., p. 565). CRC Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781439843345

Ritz, C., Baty, F., Streibig, J. C., & Gerhard, D. (2015). Dose-Response Analysis Using R. *PLOS ONE*, *10*(12). http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0146021

Tully, O., Roantree, V., & Robinson, M. (2001). Maturity, fecundity and reproductive potential of the European lobster (Homarus gammarus) in Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, *81*(1), 61–68. https://doi.org/DOI: 10.1017/S002531540100340X

Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S* (Fourth). Springer. https://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/

Waddy, S. L., & Aiken, D. E. (1986). Multiple Fertilization and Consecutive Spawning in Large American Lobsters, Homarus americanus. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *43*(11), 2291–2294. https://doi.org/10.1139/f86-280

Waddy, S. L., & Aiken, D. E. (2005). Impact of Invalid Biological Assumptions and Misapplication of Maturity Criteria on Size-at-Maturity Estimates for American Lobster. *Transactions of the American Fisheries Society*, *134*(5), 1075–1090. https://doi.org/10.1577/T03-216.1