

Amddiffyn Fairbourne yn Costio Llai Nag Ildio

Cynllun Ar Gyfer Dyfodol Fairbourne

Crynodeb Gweithredol

Daeth ymchwiliad, a gynhaliwyd gan y cwmni peirianeg sifil Royal Haskoning, i'r casgliad bod Fairbourne mewn perygl difrifol o lifogydd oherwydd newid hinsawdd a chynnydd yn lefel y môr. Daeth Cyngor Sir Gwynedd i'r penderfyniad i gefnu ar y pentref a'i ddymchwel o fewn y 30 mlynedd nesaf, gyda'r holl drigolion yn cael eu gorfodi i symud i rywle arall.

Peintiodd yr adroddiad a gynhyrchwyd gan Royal Haskoning, a gyhoeddwyd yn 2018, ddarlun llwm iawn o ddyfodol Fairbourne. Cafodd hyn sylw gan amrywiol gyfryngau newyddion. Cyhoeddodd erthyglau yn honni mai trigolion Fairbourne fyddai "ffoaduriaid hinsawdd" cyntaf y DU. Cymerwyd y thema hon hefyd gan nifer o raglenni teledu a hyd yn oed ysbrydoli drama Radio 4. Mae'r malltod cynllunio dilynol ar y pentref wedi effeithio'n ddifrifol ar y bobl sy'n byw yn Fairbourne. Ar ddiwedd 2021 daeth arbenigwr lleol ar hinsawdd a llifogydd yn ymwybodol o ddifrifoldeb y sefyllfa a chynigiodd edrych eto ar y bygythiad a achosir gan newid hinsawdd. Yn dilyn gwaith maes a modelu cyfrifiadurol manwl, mae adroddiad newydd bellach ar gael sy'n cynnig golwg realistig ac optimistaidd am ddyfodol Fairbourne. Byddai dymchwel pentref cwbl hyfyw yn adwaith drud a thros ben llestri i adroddiad brawychus pan fydd modd cadw Fairbourne yn ddiogel am gost fach am y dyfodol rhagweladwy.

Cynnwys

1. Cynllun Rheoli Traethlin Gorllewin Cymru – Y Farn o Fairbourne.
2. Proffil awdur yr adroddiad Dr Graham Hall.
3. Crynodeb o'r risgiau presennol a sylwebaeth ar y cyhoeddiad 'Prif-gynllun Rhagbaratoawl Addasiadau Arfordirol Fairbourne'
4. Crynodeb o adolygiad cymar.
5. Casgliadau ac argymhellion o'r ddau adroddiad Dr Hall.
6. Trafodaeth o'r amserlen ar gyfer gweithredu'r cynnig.

1. Cynllun Rheoli Traethlin Gorllewin Cymru – Y Farn o Fairbourne.

Roedd y polisi a gyflwynwyd yng Nghynllun Rheoli Traethlin Gorllewin Cymru 2 "...adleoli perchnogion eiddo a busnesau o Fairbourne" yn amlwg yn faner goch. Roedd hyn yn faner goch a oedd yn tynnu sylw at effaith gwbl annerbyniol ar bobl Fairbourne. Dylai hyn, hyd yn oed heb naid o ddychymyg, yn tynnu sylw at y ffaith na ellid y sefyllfa yn cael ei phortreadu yn wleidyddol fel unrhyw beth ond yn negyddol.

Nid rôl biwrocratiaeth yw cwestiynu'r doethineb maen nhw'n derbyn ond yn hytrach gweithredi'r cynlluniau. Felly, gweithredodd Cyngor Gwynedd yn unig ar argymhelliad yr adroddiad ac nid oedd yn cwestiynu'r data a ddefnyddiwyd gan awduron yr adroddiad. Yr arfer gorau fyddai gofyn am adolygiad gan gymheiriaid gyda brîff i chwilio am yr astudiaethau mwyaf diweddar ac yn benodol i gynnwys y rhai sy'n ymwneud â hydroleg Afon Mawddach o'i flaenddyfroedd i'w aber.

Mae'n mater gofid nad oedd astudiaeth ar effaith, yn enwedig gan fod y cysyniad o Malltod Cynllunio wedi'i hen sefydlu ers 6 degawd.

Malltod Cynllunio (Llywodraeth, Gwleidyddiaeth a Diplomyddiaeth) effeithiau niweidiol oherwydd ansicrwydd ynghylch ar gyfyngiadau tebygol ar y mathau a'r graddau o ddatblygiad yn y dyfodol mewn ardal benodol ar ansawdd bywyd ei thrigolion a thwf arferol ei fusnes a'i fentrau.

Fodd bynnag, o ystyried bod y polisi hwn wedi'i gyflwyno i bobl Fairbourne gan Gyngor Gwynedd fel penderfyniad i roi'r gorau i amddiffyn y pentref rhag llifogydd a'i ddadgomisiynu rhywbryd yn y dyfodol, nid yw'n cymryd adroddiad swyddogol i weld ei effeithiau.

Er y gellir gweld yr effaith mewn termau ariannol - gostyngiad o 40% yng ngwerth eiddo - mae'n cael ei fesur yn fwy cywir mewn chwalu gobeithion a chynlluniau.

Yn sicr nid yw'n fater o gyhuddo Royal Haskoning, a oedd yn gwmni peirianeg yn bennaf ar y pryd, o ddiffyg ewyllys dda ond yn hytrach o edrych ar realiti cwmni masnachol mawr, 600 o weithwyr/cydweithwyr ledled y byd, yn gweithio i gyllideb. Ar wefan boddhad gweithwyr, un o'r beirniadaethau mynych o'r cwmni oedd gorfod gweithio i derfynau amser tynn iawn. Nid yw hyn yn syndod, o ystyried mai sefydliad masnachol yw hwn sy'n gweithio mewn marchnad gystadleuol. Ond gellir casglu'n amlwg nad oedd cyllideb ar gyfer ymchwil wreiddiol nac ar gyfer cwestiynu data penodol yn fanwl. Yn fyr, defnyddiwyd data 'oddi ar y silff'. Hefyd, oherwydd bod Haskoning ar y pryd yn gwmni peirianeg yn ei hanfod, efallai nid oedd unrhyw arbenigedd mewnol mewn newid hinsawdd na hydroleg felly ni holwyd y data.

I grynhoi, mae'n debyg yn wir i ddweud fod Fairbourne wedi bod yn ddiodefwr oherwydd bwriadau da.

Am yr holl resymau uchod mae Cyngor Cymuned Arthog wedi comisiynu adroddiad pro bono i:

A) Gwerthuso'r holl risgiau posibl y gallai achosi lifogydd yn Fairbourne. Yn benodol y risgiau o'r môr, o'r aber, o afonydd Henddol a Morfa ac o fewn yr iseldir arfordirol yn Fairbourne.

B) Cyflwyno cynigion a fyddai'n gost effeithiol i amddiffyn Fairbourne. Yn benodol cynigion sy'n mynd i'r afael â'r holl risgiau hyd at a thu hwnt i 2065 ac a fydd hefyd yn ffurfio sail y gellir adeiladu arni i gwrdd ag unrhyw heriau yn y dyfodol.

Hefyd comisiynwyd adolygiad o'r adroddiad gan gymar.

2. Proffil awdur yr adroddiad Dr Graham Hall

Graddiodd Graham Hall o Brifysgol Aberystwyth gyda B.Sc. mewn daeareg a chemeg, ac wedi addysgu cyfrifiadureg ers blynyddoedd lawer yng Ngholeg Meirion-Dwyfor yn Nolgellau. Yn ystod y cyfnod hwn datblygodd ddiddordeb ymchwil yn naearyddiaeth ffisegol Gogledd Cymru. Cwblhaodd radd Meistr mewn Mathemateg yn arbenigo mewn deinameg hylifol, yna symudodd ymlaen i brosiect ymchwil PhD ym Mhrifysgol Bangor, gan ymgymryd â modelu meteorolegol a hydrolegol o ddalgyrch Afon Mawddach.

Yn ystod y prosiect hwn, cyflwynodd bapurau mewn nifer o gynadleddau rhyngwladol. O berthnasedd arbennig i faterion llifogydd yn Fairbourne roedd: papur ar batrymau glawiad dros fynyddoedd arfordirol Cymru, a roddwyd mewn cyfarfod o Gymdeithas Feteorolegol America yn New Orleans; a phapur ar lif y llanw yn aber Afon Mawddach, a roddwyd yn y Gynhadledd Ryngwladol ar Hydroleg Aberoedd a gynhaliwyd yn Guangzhou, Tsieina.

Ar ôl ymddeol o ddysgu, mae ef bellach yn ysgrifennu gwर्सlyfr sy'n archwilio'r defnydd o ddamcaniaeth systemau cyffredinol a modelu mathemategol mewn ymchwil geomorffolegol. Mae'n Gymrawd o'r Gymdeithas Ddaearegol ac yn Fathemategydd Siartredig.

3. Crynodeb O'r Risgiau A Sylwebaeth

Peryglon llifogydd yn Fairbourne nawr ac yn y dyfodol, hyd at a thu hwnt i'r flwyddyn 2065:

Risgiau o'r môr

- Mae'r traeth storm graean o flaen pentref Fairbourne yn sefydlog, ac i'r gogledd o'r pentref mae'n cynyddu ychydig mewn cyfaint. Mae mäs y traeth storm yn enfawr, ac mae'r morglawdd mewn cyflwr boddhaol. Mae risg ddibwys o fethiant yn ystod y ganrif bresennol.
- Mae erydiad morol yn digwydd i'r de o Fairbourne yn Friog, Torrwyd y morglawdd yn Friog, ond fe'i hachoswyd i ryw raddau gan gloddiad blaenorol o'r banc graean wrth y tir i ddarparu safle gwastad ar gyfer grŵp o gytiau. Mae'r morglawdd wedi'i ailadeiladu ac mae bellach yn darparu lefel dda o amddiffyniad. Argymhellir bod proffil y banc graean tua'r tir yn cael ei adfer trwy ailosod y graean.

- Ar hyn o bryd nid oes unrhyw risg o fethiant yr amddiffynfeydd môr i'r de o Fairbourne. Pe bai'r arglawdd morol yn torri yn y dyfodol, sy'n hynod annhebygol, byddai unrhyw lifogydd yn cael ei leoli ar y tir amaethyddol i'r de o'r pentref.
- Argymhellir rhai mesurau i warchod y rhan o'r arfordir rhwng Friog a phentref Fairbourne rhag erydu arfordirol pellach. Mae dulliau posibl yn cynnwys: ychwanegu deunydd craig at y traeth storm; neu adeiladu grwynau neu greigres alltraeth i sefydlogi'r traeth a chaniatáu i waddod gronni'n naturiol.
- Mae maint y tonnau sy'n gorlifo o flaen pentref Fairbourne yn ddibwys.
- Efallai y bydd rhywfaint o donnau'n gorlifo rhwng Fairbourne a Friog, a gallai llifogydd wyneb y ddaear o bosibl yn lleol. Gellid osgoi'r broblem hon trwy godi uchder y morglawdd o un metr dros y rhan hon o'r blaendraeth. Gan ganiatáu ar gyfer cynnydd yn lefel y môr, efallai y bydd angen y gwaith hwn erbyn y flwyddyn 2040.

Risgiau o'r aber

- Mae arglawdd diogelu rhag llifogydd o'r aber rhwng Fairbourne a Morfa Mawddach wedi'i gryfhau'n ddiweddar ac mae'n darparu amddiffyniad da rhag lefelau llanw uchel yn yr aber.
- Mae arsylwadau maes a modelu hydrolegol wedi dangos nad yw llifogydd ar afonydd Mawddach ac Wnion ym mhen yr aber yn achosi unrhyw gynnydd i lefelau llanw uchaf yn Fairbourne, a gellir eu diystyru fel perygl llifogydd.
- Gan ganiatáu ar gyfer cynnydd yn lefel y môr, efallai y byddai'n ddoeth codi uchder arglawdd yr aber gan un metr dros y rhan rhwng cwrs golff Fairbourne a'r arglawdd llifogydd newydd arfaethedig i'r dwyrain o'r pentref. Efallai y bydd angen gwneud y gwaith hwn erbyn y flwyddyn 2040.

Peryglon o'r afonydd Henddol a Morfa

- Mae afon Henddol yn draenio brynau uwchlaw Friog. Mae'n disgyn i'r gwastadedd arfordirol, ac wedi cael ei ddargyfeirio o amgylch Fairbourne i gyrraedd yr aber i'r gogledd o'r pentref.
- Yn y cynllun amddiffyn rhag llifogydd arfaethedig, byddai Afon Henddol yn cael ei hailgyfeirio i'r dwyrain oddi wrth y pentref. Byddai arglawdd amddiffyn newydd yn dileu unrhyw berygl llifogydd oherwydd yr afon hon.
- Mae Afon Morfa yn draenio brynau uwchben Ynysgyffyllog. Mae'n croesi'r gwastadedd arfordirol i'r aber, a gall achosi llifogydd ar dir fferm yn ystod stormydd. Byddai'r arglawdd llifogydd arfaethedig yn amddiffyn pentref Fairbourne rhag unrhyw risg o lifogydd o Afon Morfa.
- Gellid cymryd camau i leihau llifogydd o Afon Morfa trwy gynyddu croestoriad sianel yr afon, a maint arllwysiad porth llanw'r aber.

Risgiau o fewn yr iseldir arfordirol yn Fairbourne

- Mae priddoedd yr iseldir arfordirol yn Fairbourne wedi'u draenio'n dda ar y cyfan, gyda chynnwys uchel o dywod. Ar hyn o bryd mae rhwydwaith ffosydd draenio'r pentref yn delio'n effeithiol â glawiad stormydd, felly nid oes llawer o risg o lifogydd dŵr wyneb.
- Byddai'r cynllun amddiffyn rhag llifogydd arfaethedig yn lleihau'n sylweddol y risg o lifogydd dŵr wyneb trwy ddileu unrhyw orlif posib o Afon Henddol.
- Mae'n anochel y bydd dŵr yn mynd i mewn i ardal amddiffyn rhag llifogydd Fairbourne yn ystod stormydd. Bydd hyn o law uniongyrchol, ac o rywffaint o donnau sy'n gorllifo ar lefel y llanw uchaf. Gall rhwydwaith ffosydd draenio'r pentref, ynghyd â phwll rhyng-gipio arfaethedig, ymdopi â'r cyfeintiau mwyaf a ragwelir, heb i unrhyw lifogydd dŵr wyneb effeithio ar y pentref.
- Mae rhywfaint o lif dŵr danddaear yn digwydd o dan y morglawdd ac arglawdd yr aber ar lanw uchel, ond mae'r effaith ar y lefel dŵr yn y pridd o dan y pentref yn fach iawn. Hyd yn oed os bydd lefel y môr yn cynyddu, mae hyn yn annhebygol o achosi unrhyw lifogydd dŵr ar wyneb y ddaear.

Sylwebaeth ar y cyhoeddiad 'Prif-gynllun Rhagbaratoawl Addasiadau Arfordirol Fairbourne'

a gynhyrchwyd gan Gyngor Sir Gwynedd ac yn seiliedig ar ddata a ddarparwyd gan y cwmni peirianeg sifil Royal Haskening:

- • *'Mae pentref Fairbourne wedi'i ddatblygu dros ardal isel yng ngheg yr aber, gyda thir sy'n codi'n serth y tu ôl iddo; nid oes unrhyw gyfle i'r gymuned symud yn ôl o'r arfordir, gydag ychydig neu ddim cyfle i ddiogelu eiddo'n lleol neu osod amddiffynfeydd yn rhannol y tu ôl o'r arfordir; prin yw'r sgôp ar gyfer dulliau mwy traddodiadol o addasu.*

Mae risg uniongyrchol y mae'n rhaid ei reoli, yn deillio o gyfuniad o risgiau, gan gynnwys erydiad arfordirol a llifogydd arfordirol, risg llanw ac afonol, dŵr ar wyneb a dan y ddaear.'

Mae'r perygl o lifogydd presennol i Fairbourne yn isel iawn. Mae traeth storm graean yn darparu amddiffynfa naturiol ardderchog, ac mae morglawdd ac arglawdd yr aber mewn cyflwr da ac o uchder digonol.

'Maint y newid — Mae'r risg yn effeithio ar y gymuned gyfan. Ar hyn o bryd gallai unrhyw fethiant yn yr amddiffynfeydd arwain at orlifo'r pentref yn llwyr, gyda pherygl sylweddol i fywyd a difrod economaidd mawr.'

Mae'r risg i Fairbourne yn cael ei orliwio'n aruthrol. Mae'r siawns o fethiant trychinebus yr amddiffynfeydd morol yn fach iawn. Hyd yn oed pe bai methiant o'r fath, sy'n hynod annhebygol, byddai dŵr yn mynd i mewn i rwydwaith draenio'r pentref, ac y byddai risg bach iawn i drigolion.

- *'Mae llawer o'r pentref wedi'i adeiladu ar dir sy'n islaw lefel digwyddiad llanw 1 mewn 1 flwyddyn. Yn y dyfodol byddai llawer o'r ardal yn is na lefelau llanw arferol. Mae angen parhaus i reoli'r risg presennol ac angen addasu i risg yn y dyfodol.'*

Nid yw hyn yn broblem. Mae'r traeth storm graean naturiol, y morglawdd ac arglawdd yr aber yn amddiffyn y pentref ar lanw uchel. Mae amddiffynfeydd morol yn cyflawni'r dasg hon mewn llawer o ranbarthau arfordirol isel y byd, yn fwyaf nodedig efallai yn yr Iseldiroedd.

- *'Y tu hwnt i 2055, mae'r costau'n cynyddu'n sylweddol. Mae'r gyfran gychwynnol o welliannau (gan gynnwys yr angen posibl i fynd i'r afael â materion cloi llanwol sy'n gysylltiedig â dŵr afonol a dŵr daear), yn golygu cost ychwanegol o tua £53,000,000, gyda chostau pellach o tua £51,000,000 ar gyfer chynnal a chadw amddiffynfeydd dros 100 mlynedd. . Amcangyfrifwyd bod y gwaith cyfunol i ddarparu amddiffyniad dros 100 mlynedd oddeutu £115,000,000.'*

Mae costau gwaith amddiffyn rhag llifogydd wedi'u gorliwio'n aruthrol. Gellir amddiffyn pentref Fairbourne yn effeithiol trwy adeiladu arglawdd amddiffyn newydd, ailgyfeirio Afon Henddol, a chynnydd cymedrol mewn uchder o 1m o rai rhannau o arglawdd y môr ac arglawdd yr aber. Mae cyfanswm costau'r gwaith hwn yn annhebygol o fod yn fwy na £10 miliwn.

- *'Dros y tymor hwy, bydd yn llai tebygol y bydd llifoedd afonol yn gallu draenio yn ystod llanw dros y dŵr isel (h.y. cloi llanwol), gan effeithio ar ddŵr wyneb a dŵr daear. Efallai y bydd angen pwmpio dŵr i ffwrdd o'r ardal.'*

Mae'r broblem hon yn hawdd ei datrys. Mae rhagfynegiadau o gynnydd yn lefel y môr yn dangos y gall draeniad naturiol o Fairbourne i'r aber barhau tan ddiwedd y ganrif hon. Os oes angen pwmpio wedyn, gallai'r pŵer angenrheidiol gael ei gynhyrchu'n lleol o ffynonellau adnewyddadwy fel tyrbinau gwynt neu llanw.

4. Crynodeb o adolygiad cymar

Mae Dr Graham Hall wedi cynhyrchu adroddiad trylwyr ar y perygl o lifogydd ym Mhentref Fairbourne. Mae'n asesu'r amddiffyniad presennol sydd ar waith yn ogystal â chyflwyno ychwanegiadau eraill cost isel. O'u cymharu â'r awgrym presennol o adleoli pentref, byddai'r ychwanegiadau hyn yn fwy cost effeithiol a byddai ganddynt y fantais o ddefnyddio prosesau naturiol i gael llawer mwy o amddiffyniad. Mae mesurau atodol yn cynnwys adfer y ffosydd draenio ac uwchraddio'r giât lanw, a fydd â manteision ychwanegol i'r tir amaethyddol cyfagos. Ni fyddai'r mesurau a awgrymir yn effeithio ar y safle o ddiddordeb gwyddonol arbennig cors Arthog. Mae mesurau eraill megis lleihau ynni'r tonnau trwy ddefnyddio grwynau neu greigres alltraeth eto'n gymharol rad a gwyddys eu bod yn ddull effeithiol.

Mae'r awdur wedi rhedeg data ar gyfer amrywiaeth o senarios i gefnogi'r ychwanegiadau arfaethedig, ac mae'r modelau wedi'u cynllunio'n dda ac yn seiliedig ar yr amodau gwaethaf. Byddai'r ychwanegiadau a awgrymir yn darparu amddiffyniad effeithiol o leiaf tan 2065 ac yn debygol ymhell ar ôl hynny.

Ar y llaw arall, mae'r adleoli arfaethedig i bentref Fairbourne yn dibynnu'n helaeth ar ragfynegiadau model yn hytrach na data sy'n seiliedig ar dystiolaeth. Mae ffigurau a thablau data sy'n honni eu bod yn cefnogi'r rhagfynegiadau wedi'u nodi fel ffeithiau ond nid ydynt yn seiliedig ar dystiolaeth. Defnyddir termau fel 'gallai', 'o bosib', 'efallai' ac 'awgrymu' yn rhyddfrydol yn yr adroddiadau a'r dogfennau sy'n gwneud y rhagfynegiadau hyn. Mae'r derminoleg a ddefnyddir yn ddangos lefel o ansicrwydd nad yw'n cael ei hystyried wrth wneud penderfyniadau. Daeth y data llifogydd llanw o 2011 a ddefnyddiwyd wrth wneud penderfyniadau eto o fodelau heb brofion byd go iawn, ac o ganlyniad mae diffyg manylder. Mae'r adroddiad hwn wedi dyddio ers gwaith lliniaru llifogydd 2016, felly nid yw'n berthnasol bellach.

Y canfyddiadau mwyaf diddorol a pherthnasol o adroddiad Dr Hall oedd nad yw'r risg i'r pentref yn deillio o godiad yn lefel y môr neu ymchwyddiadau storm eithafol ond o lif ddŵr arwyneb oherwyd law trwm dros y brynau. Mae adroddiad Hall yn cymryd hyn i ystyriaeth ac wedi ymdrin â'r holl faterion llifogydd. Y prif faes perygl llifogydd yw'r maes carafanau i'r de o'r pentref ar gornel Friog lle mae tystiolaeth o erydiad, ac mae carafanau, yn ôl eu diffiniad, yn gartrefi symudol.

Mae'r ystod o ddewisiadau amgen a gyflwynir yn yr adroddiad i gyd yn ddulliau ymarferol. Byddai un neu nifer o'r rhain yn lleihau'r perygl llifogydd yn sylweddol i'r pentref ac felly mae enciliad wedi'i reoli yn gam diangen.

5. Casgliadau ac argymhellion o'r ddau adroddiad Dr Hall

Byddai'n ymarferol yn dechnegol i amddiffyn y pentref rhag llifogydd pellach tan y flwyddyn 2065 ac ymhell wedi hynny.

Dylai'r gost fod yn rhesymol, gan fod y rhan fwyaf o'r seilwaith gofynnol eisoes yn ei le ac mewn cyflwr da.

Dylai modelu llifogydd ar gyfer y cyfnod hyd at y flwyddyn 2065 ganiatáu ar gyfer cynydd yn lefel y môr o 0.5m o'i gymharu â'r presennol, ac uchder ymchwydd storm posibl o 2.5m i ganiatáu ar gyfer stormydd dwysach oherwydd newid yn yr hinsawdd. Dyma'r sefyllfa waethaf bosibl.

NB: Mae penderfyniad Cyngor Gwynedd i, rywbryd yn y dyfodol, ddatgomisiynu Fairbourne yn annilys am y ddau reswm allweddol a ganlyn.

- Ystyrir bod y modelau llifogydd ar gyfer Fairbourne a gyhoeddwyd gan Royal Haskoning (2012) a Robbins (2011) bellach yn annilys.
- Nid yw'r modelau yn ystyried y cynllun lliniaru llifogydd a gyflawnwyd gan Cyfoeth Naturiol Cymru yn 2016 sydd wedi lleihau'n sylweddol iawn y perygl llifogydd o Aber Afon Mawddach ac o Afon Henddol.

Mae pentref Fairbourne yn parhau i fod mewn rhywfaint o berygl o lifogydd o afonydd a nentydd sy'n disgyn o'r brynau ac yn croesi'r iseldir arfordirol i gyrraedd yr aber. Cynigir ffin amddiffyn rhag

llyfogydd newydd ar gyfer Fairbourne a fyddai'n cau allan Afon Henddol a nentydd eraill, gan ddileu'r perygl o llyfogydd afonydd.

Byddai'r ffin amddiffyn rhag llyfogydd arfaethedig lawn yn cynnwys yr amddiffynfeydd môr presennol ac arglawdd yr aber, arglawdd y rheilffordd, a rhan newydd o arglawdd a fyddai'n cael ei adeiladu ar draws tir amaethyddol rhwng y rheilffordd a'r aber.

Mae'r rhan fwyaf o'r ardal amddiffyn rhag llyfogydd arfaethedig ym mhentref Fairbourne a'r cyffiniau wedi'i seilio ar ddyddodion tywod a chlai cymysg o'r aber. Mae'r deunydd hwn yn draenio'n weddol dda ar ôl storm law, felly nid yw llyfogydd ar wyneb y ddaear yn broblem. Mae Modelu gan Buss (2018) yn rhagweld bod maint llyfogydd dŵr wyneb yn annhebygol o gynyddu yn y cyfnod hyd at a thu hwnt i 2065.

Mae mawn o dan ardal fechan yn ne'r ardal amddiffyn rhag llyfogydd arfaethedig yn Friog. Mae gan y deunydd hwn briodweddau draenio gwael ac mae'n debygol o fynd yn ddwrlawn ar ôl glaw trwm. Ar hyn o bryd mae parc cartrefi symudol wedi ei sefydlu yn yr ardal. Os oes cyfle i adleoli'r cartrefi symudol i gae ymhellach i'r gogledd gyda thywod a chlai'r aber oddi tano, argymhellir gwneud hynny.

Mae uchder y ddaear ym mhentref Fairbourne a'r tir amaethyddol o'i amgylch tua lefel uchaf y llanw mawr. Nid yw hyn yn bryder uniongyrchol, gan fod y traeth storm a morglawdd yn ymestyn am 4.5m uwchlaw'r lefel hon, ac mae arglawdd yr aber yn ymestyn am 2.8m uwchlaw'r lefel hon. Mae'r strwythurau hyn ar hyn o bryd yn darparu amddiffyniad digonol i'r pentref rhag llyfogydd o'r môr a'r aber.

Mae tafod graean Ro Wen o flaen pentref Fairbourne yn sefydlog ar hyn o bryd. Sylwadau a modelu gan Phillips et al. (2017) yn rhagweld dim newidiadau sylweddol i broffiliau traethau storm hyd at a thu hwnt i'r flwyddyn 2065.

I'r de o bentref Fairbourne yng nghornel Friog, mae erydiad arfordirol wedi erydu'r traeth storm. Arweiniodd hyn at fethiant y morglawdd a mewnlif dŵr y môr. Mae'r morglawdd bellach wedi'i atgyweirio a'i gryfhau'n sylweddol gan Cyfoeth Naturiol Cymru, ac mae'n darparu amddiffyniad effeithiol rhag llyfogydd.

Fodd bynnag, mae problem erydu arfordirol yn parhau yn y lleoliad hwn.

Argymhellir cymryd camau i leihau neu atal erydiad trwy ychwanegu deunydd craig yn rheolaidd o flaen y morglawdd, neu drwy adeiladu grwynau traeth neu greigres alltraeth i annog dyddodiad naturiol o waddod traeth.

Nid yw tonnau storm gorlifo'r morglawdd yn broblem sylweddol, a dim ond i'r de o bentref Fairbourne y mae i'w weld. Ymhellach i'r gogledd, mae'r traeth storm wedi'i ddatblygu'n well ac yn darparu amddiffyniad naturiol effeithiol rhag tonnau storm. Mae modelu'n dangos bod y sefyllfa hon yn annhebygol o newid yn y cyfnod hyd at a thu hwnt i 2065. Mewn digwyddiad annhebygol y bydd newid hinsawdd yn arwain at donnau storm yn gorlifo o flaen pentref Fairbourne, ni fyddai'n dasg beirianyddol fawr i godi uchder ar hyd rhan hon o'r morglawdd gan swm cymedrol fel un metr.

Mae arglawdd yr aber i'r gogledd o bentref Fairbourne wedi'i ailadeiladu'n ddiweddar gan Cyfoeth Naturiol Cymru, ac mae'n darparu amddiffyniad da rhag llifogydd yn yr aber. Mae gwaith modelu'n dangos y bydd uchder yr arglawdd yn ddigonol hyd at y flwyddyn 2065, ond efallai y bydd cynnydd yn lefel y môr wedyn yn golygu bod angen codi'r uchder o un metr i sicrhau na fydd unrhyw orlifo yn digwydd.

Byddai ffin de ddwyreiniol ardal amddiffyn rhag llifogydd arfaethedig Fairbourne yn cael ei ffurfio gan arglawdd y rheilffordd. Er ei fod yn disgyn i ddim ond 2 fetr uwchlaw drychiad pentref Fairbourne, mae modelu yn dangos y byddai hyn yn ddigonol i atal unrhyw fewnlifiad dŵr o'r caeau cyfagos.

Mae Afon Henddol yn rhedeg ochr yn ochr ag arglawdd y rheilffordd am ran o'i chwrs mewn sianel fawr a adeiladwyd yn ystod gwaith lliniaru llifogydd 2016, ac mewn mannau eraill mae glannau'r afon wedi'u codi a'u cryfhau. Nid oes disgwyl i'r afon achosi unrhyw berygl llifogydd i bentref Fairbourne.

Rhwng Friog a Fairbourne, mae pedwar cylfat bach yn cario nentydd o dan arglawdd y rheilffordd. Yn y cynllun arfaethedig, dylid cau'r cylfatiau hyn er mwyn atal unrhyw berygl o fewnlifiad dŵr llifogydd i bentref Fairbourne yn ystod storm.

Byddai gwaith yn cael ei wneud i adeiladu arglawdd newydd i'r dwyrain o bentref Fairbourne, gan gysylltu'r rheilffordd ag arglawdd yr aber. Am ran o'i gwrs, byddai hyn yn rhedeg ochr yn ochr â chyfres o byllau, a gloddiwyd yn ystod cynllun lliniaru llifogydd 2015 i ddarparu clai ar gyfer y gwaith adeiladu. Byddai uchder a phroffil yr arglawdd newydd yn debyg i arglawdd yr aber.

Byddai Afon Henddol yn cael ei hailgyfeirio ar draws tir amaethyddol i'r dwyrain o Fairbourne i gyrraedd porth llanw presennol Afon Morfa. Mae'r gât hon yn caniatáu i ddŵr yr afon ollwng ar drai, ond mae'n cau i atal mewnlifiad o ddŵr yr aber pan fydd y llanw'n codi. Bydd angen cynyddu cynhwysedd y gât lanw er mwyn caniatáu ar gyfer llif uwch yr Afon Henddol. Gellir gwneud hyn drwy ailadeiladu arllwysfa bresennol yr aber, neu drwy adeiladu llifddor ychwanegol drwy arglawdd yr aber gerllaw.

Yn gyffredinol, bydd ardal amddiffyn rhag llifogydd Fairbourne yn cael ei hynysu oddi wrth gyrff dŵr amgylchynol, ond gall dŵr ddod i mewn oherwydd glaw uniongyrchol neu weithiau tonnau môr yn llifo dros y morglawdd yn ystod storm. Bydd y dŵr hwn yn cael ei gludo trwy'r rhwydwaith presennol o ffosydd draenio yn y pentref ac o'i gwmpas, i gyrraedd y gât lanw wrth y cwrs golff lle bydd yn arllwys ar drai i'r aber. Bydd gan y gât lanw gapasiti mwy na digonol hyd at 2065 a thu hwnt, oherwydd iddo gael ei gynllunio i ymdrin â llifau llawer mwy o Afon Henddol.

Cynigir bod yr ardal o byllau clai ar hyd yr arglawdd newydd yn cael ei ddatblygu fel pwll cadw dŵr. Byddai hyn yn gweithredu fel byffer ar gyfer storio dŵr llifogydd dros dro yn ystod cyfnodau o lanw uchel pan nad yw'n bosibl arllwys i'r aber. Byddai'r pwll cadw yn cael ei gysylltu'n uniongyrchol â'r rhwydwaith ffosydd draenio presennol.

Mae modelu'n dangos y byddai'r rhwydwaith presennol o ffosydd draenio, sy'n gysylltiedig â'r pwll cadw dŵr, yn caniatáu i ddŵr gael ei ollwng yn effeithiol i'r aber drwy'r gât llifogydd o dan yr amodau storm gwaethaf a ragwelir ar gyfer 2065. Ni ddisgwylir llifogydd dŵr wyneb yn y pentref neu gaeau o amgylch.

Bydd cloddio'r pwll cadw dŵr yn darparu clai, tra bydd cloddio'r sianel newydd ar gyfer Afon Henddol i'r porth llanw yn darparu dyddodion dywod a chlai yr aber. Dylai'r deunyddiau hyn fod yn addas i'w defnyddio wrth adeiladu'r arglawdd llifogydd newydd.

6. Trafodaeth O'r Amserlen

Un o ganlyniadau allweddol dadansoddiad Dr Hall yw y gellir gweithredu'r ymyriadau arfaethedig dros amser. Felly nid yw'r cynigion o reidrwydd yn brosiect unigol, a fyddai fel arfer yn cael ei gontractio allan i gwmni peirianeg. Hefyd, nid ydynt o reidrwydd yn disgyn i un cyfnod cyllidebol.

Ymhellach, gall asiantaethau llywodraeth Cymru fel Cyfoeth Naturiol Cymru weithredu'r rhan fwyaf o'r cynigion, yn benodol y gwaith sydd ei angen i amddiffyn Fairbourne rhag llif dŵr o'r bryniau, ac asiantaethau Gwynedd fel yr awdurdod priffyrdd yn gallu creu draen Ffrengig i redeg ar ochr y ffordd yn gyfochrog â'r traeth.

O ystyried y seilwaith sy'n ymdrin â llif dŵr wrth ochr y bryn, mae'n bwysig edrych ar yr amserlen ar gyfer cynnal a chadw. Mewn perthynas â hyn mae'n bwysig bod yn realistig ynghylch effaith blynyddoedd o lymder a thoriadau gorfodol. Mae pob sefydliad yn ymdrechu i barhau i weithredu er gwaethaf amodau anffafriol, yn yr achos hwn gostyngiad mewn adnoddau. Felly mae nyrsys y GIG yn aml yn gweithio goramser di-dâl ac mae amserlenni cynnal a chadw yn cael eu hymestyn. Mae angen cynnal a chadw'r rhwydwaith draenio yn Fairbourne fel mater o drefn. Er mwyn sicrhau bod hyn yn cael ei wneud yn gost effeithiol, opsiwn i'w ystyried yw is-gontractio gwaith cynnal a chadw arferol i gontractwr o fewn ardal Fairbourne/Arthog gyda throsolwg gan y Cyngor Cymuned. Byddai hyn yn dileu gorbenion fel cludiant i'r safle a dylai sicrhau ymateb cyflym i broblemau wrth iddynt godi - arbediad cost ynddo'i hun.

I gael dealltwriaeth fanylach o'r amserlen, cyfeiriwch at yr adroddiad 'Amddiffyn pentref Fairbourne rhag llifogydd' tudalennau 52-53 'Monitro a chynnal a chadw yn y cyfnod hyd at y flwyddyn 2065 a thu hwnt'

Adroddiadau Llawn

1. Adroddiad rhan 1: Diogelu Pentref Fairbourne rhag Llifogydd
Dr Graham Hall. Rhagfyr 2021.
2. Adroddiad rhan 2: Ymchwilio Diogelu Pentref Fairbourne rhag Llifogydd.
Dr Graham Hall. Ionawr 2022.
3. Adolygiad Cymheiriaid: Adroddiad a Gyfeiriwyd: Amddiffyn Pentref Fairbourne rhag Llifogydd. Dr
Dr Veronica Edmunds-Brown