

MAY 2014

# GLASTIR MONITORING & EVALUATION PROGRAMME FIRST YEAR ANNUAL REPORT

Prepared by CEH on behalf of the Glastir Monitoring & Evaluation Programme Team



## How to cite this report:

Full version: Emmett, B.E., Abdalla, M., Anthony, S., Astbury, S., August, T., Barrett, G., Biggs, J., Botham, M., Bradley, D., Brown, M., Carter, H., Chadwick, D., Cigna, F., Cooper, D., Cooper, J., Cosby, B.J., Creer, S Cross, P., Edwards, F., Edwards, M., Evans, C., Ewald, N., Fitton, A., Garbutt, A., Grebby, S., Greene, S., Halfpenney, I., Hall, J., Harrison, S., Harrower, C., Henrys, P., Hobson, R., Hughes, S., Isaac, N., Jackson, B., Jarvis, S., Jones, D., Keith, A., Kelly, M., Korenko, J., Lallias, D., Leaver, D., Lebron, I., Malcolm, H., Maskell, L., McDonald, J., Moxley, J., Norton, L., O'Hare, M., Owen, A., Pereira, M., Peyton, J., Powney, G., Pywell, R., Rawlins, B., Robinson, D.A., Rorke, S., Rowland, C., Roy, D., Scarlett, P., Scholefield, P., Scott, A., Scott, L., Scott, R., Siriwardena, G., Smart, S., Smith, P., Swetnam, R., Taylor, R., Tordoff, G., Van Breda, J., Vincent, H., Wagner, M., Waters, E., Watkins, J., White, J., Williams, B., Wood, C. and Wright, S. (2014) Glastir Monitoring & Evaluation Programme. First Year Annual Report to Welsh Government (Contract reference: C147/2010/11). NERC/Centre for Ecology & Hydrology (CEH Project: NEC04780), pp.442

Short version: Emmett B.E. and the GMEP team (2014) Glastir Monitoring & Evaluation Programme. First Year Annual Report to Welsh Government (Contract reference: C147/2010/11). NERC/Centre for Ecology & Hydrology (CEH Project: NEC04780), pp. 442

**Further copies of this report are available from:** GMEP Office, Centre for Ecology & Hydrology, Environment Centre Wales, Deiniol Road, Bangor, Gwynedd, LL57 2UW.

## Special Thanks to:

*Aspey, N., Bamford, R., Carter, D., Clarke, S., Davies, C., Ellison, M., Everett, C., Everingham, E., Fells, A., Fitos, E., Green, D., Harvey, A., Haycock, A., Haycock, B., Jackson, E., Jones, K., Kelsall, J., Knight, T., Koblizek, E., Meilleur, E., Nuttall, P., Pedashenko, H., Ryan, F., Sazer, D., Seaton, R., Small, J., Smith, A. Tordoff, G. Vasilev, K., Vaughan, D., Wallace, H., Warwick, A. and Winder, J.*



## Crynodeb o'r Adroddiad

### Cyflwyno Rhaglen Monitro a Gwerthuso Glastir a'i thîm

Mae Llywodraeth Cymru wedi comisiynu Rhaglen Monitro a Gwerthuso Glastir (GMEP) newydd gynhwysfawr i fonitro effeithiau cynllun Glastir, ei chynllun rheoli tir newydd, ac i gyfrannu, os bydd modd, at fonitro cynnydd tuag at gyrraedd nifer o dargedau cenedlaethol a rhyngwladol ar fioamrywiaeth a'r amgylchedd. Mae hyn yn cyflawni ymrwymiad Llywodraeth Cymru i sefydlu rhaglen fonitro i gyd-redeg â lansio cynllun Glastir. Mae'n gam mawr ymlaen o raglenni monitro blaenorol sydd wedi cyflwyno eu hadroddiadau wedi i'r cynlluniau ddod i ben. Bydd y prosiect yn sicrhau cydymffurfiaeth hefyd â'r gofynion ymestynnol yn Fframwaith Monitro a Gwerthuso Cyffredin (CMEF) y Comisiwn Ewropeaidd ar gyfer y Cynllun Datblygu Gwledig (CDG) i Gymru yn un o'r pedwar maes allweddol (a elwir yn Echelau) sef "Ein Hamgylchedd a Chefn Gwlad". Bydd y canfyddiadau cynnar o GMEP yn darparu adborth buan ar gyfer negodiadau ynghylch cam nesaf y CDG. Bydd y data, y modelau a'r offer a gaiff eu casglu a'u datblygu gan GMEP yn cyfrannu hefyd at gynllunio adnoddau naturiol Cymru mewn ffordd gydgyssylltiedig yn y dyfodol er mwyn datblygu economi werdd a gwireddu dyheadau Bil yr Amgylchedd. Bydd y rhaglen ddwy flynedd bresennol yn cael ei hystreyn am ddwy flynedd ychwanegol os cwblheir tasgau'r ddwy flynedd gyntaf yn llwyddiannus.

Mae tîm GMEP yn cynnwys amrywiaeth o sefydliadau sydd ag arbenigaethau gwahanol ar gyfer gweithgareddau, amcanion a chanlyniadau amrywiol y cynllun. Mae'r rhaglen yn cael ei harwain gan Ganolfan Ecoleg a Hydroleg Bangor sy'n cael ei noddi gan Gyngor Ymchwil yr Amgylchedd Naturiol, corff ymchwil cyhoeddus annibynnol. Aelodau consortiwm y prosiect yw ADAS, APEM, Prifysgol Bangor, Biomathematics and Statistics Scotland, Bowburn Consultants, Arolwg Daearegol Prydain, Ymddiriedolaeth Adareg Prydain, Butterfly Conservation, ECORYS, Edwards Consultants, Ymddiriedolaeth Cynefinoedd Dŵr Croyw, Prifysgol St Andrews, Prifysgol Swydd Stafford, Prifysgol Aberdeen, Prifysgol Southampton, a Phrifysgol Victoria yn Wellington, Seland Newydd.

### 2. Dull gweithredu GMEP

Prif elfen y rhaglen yw arolwg blynyddol treigl a gynhelir ledled Cymru gan ddefnyddio dull ar lefel yr ecosystem. Ymysg pethau eraill, mae'n mesur nifer o agweddau ar ansawdd pridd a dŵr, nodweddion tirwedd, amrywiaeth planhigion a dŵr croyw, a chyflwr nodweddion hanesyddol, ac yn cynnal dau arolwg o bryfed peillio a phedwar o adar, y cwbl wedi'i fapio ar sail mesurau ymyrryd Glastir a'r pum canlyniad lefel uchel sydd wedi'u rhagnodi gan Lywodraeth Cymru. Rhan ganolog o weithgareddau'r rhaglen ar ddadansoddi data a thystiolaeth yw ystyried data o'r gorffennol sy'n dangos effeithiau cynlluniau amaeth-amgylchedd a thueddiadau parhaus. Rhai enghreifftiau o ddata a thystiolaeth o gylch ehangach sydd wedi'u defnyddio yw: data hanesyddol sy'n cael eu dal gan y Ganolfan Cofnodion Biolegol, Ymddiriedolaeth Adareg Prydain ac Arolwg Cefn Gwlad y Ganolfan Ecoleg a Hydroleg. Bydd y defnydd o dystiolaeth a data o gylch ehangach yn hyrwyddo'r gallu i werthuso a hefyd yn darparu cyd-destun hanesyddol hirdymor. Cynhelir rhagor o weithdai gydag amrywiaeth o sefydliadau monitro arbenigol a Cyfoeth Naturiol Cymru ym mlwyddyn 2 i sicrhau bod yr holl dystiolaeth a data a gasglwyd drwy raglenni monitro cyfredol a blaenorol mewn cylchoedd ehangach yn cael eu defnyddio.

Hyd y gwyddom, hon fydd y rhaglen fwyaf a manylaf ar gyfer monitro a gwerthuso ecosystemau yn holl Aelod-wladwriaethau ac Awdurdodau Rheoli'r Undeb Ewropeaidd. Ymhlith y nifer mawr o elfennau newydd y mae: dull



monitro ar lefel yr ecosystem fel y gellir dadansoddi effeithiau gwrthbwysu a chyd-fuddion; rhaglen monitro dreigl sy'n rhedeg ochr yn ochr â'r cynllun i roi adborth buan; cyfraniad o bwys drwy fodelu; cynnwys dadansoddiadau cymdeithasol ac economaidd; cymhwyso dulliau newydd, e.e. techneg foleciwlaidd i fesur bioamrywiaeth mewn pridd, data lloeren i fonitro cyflwr mawndiroedd a thyrau fflwcs symudol i fesur nwyon tŷ gwydr. Bydd pob un o'r rhain yn helpu i hybu effeithlonrwydd a gwella ansawdd data, a sicrhau bod pob math o effeithiau o gynllun Glastir ar dirwedd Cymru, ffermwyr a chymdeithas ehangach yn cael eu cofnodi.

Mae'r adroddiad hwn yn disgrifio prif gyflawniadau tîm GMEP ym mlwyddyn ei sefydlu rhwng Medi 2012 ac Awst 2013, ac mae prif ganlyniadau'r flwyddyn gyntaf ar gyfer pob un o'r pum canlyniad wedi'u dangos isod, gan ddechrau â'r canlyniadau o ymarfer modelu sylweddol i amcangyfrif effeithiau dichonol o rai o ymyriadau Glastir ar lefel y fferm a'r lefel genedlaethol.

### **Senarios ar gyfer Effeithiau Dichonol o ymyriadau Glastir yn y dyfodol**

Y disgwyl yw y bydd yr opsiynau rheoli tir o dan gynllun Glastir yn datblygu i gyd-fynd â newid mewn blaenoriaethau polisi a thystiolaeth newydd am effeithiolrwydd yr opsiynau. Bydd dulliau modelu cyfrifiadurol o ganlyniadau'r cynllun yn offeryn penderfynu allweddol yn y broses hon, ac fe'u defnyddiwyd mewn asesiad meintiol o effeithiau cynlluniau amaeth-amgylchedd blaenorol a oedd wedi dangos bod cysylltiad rhwng y pwysau gan lygryddion a fodelwyd a'r statws cemegol ac ecolegol a fesurwyd mewn dyfroedd croyw yng Nghymru (Anthony *et al.*, 2012). Mae modelau cyfrifiadurol yn cyfod y dystiolaeth sydd ar gael a'r ddealltwriaeth orau sydd gennym o gyflwr a sensitifrwydd yr amgylchedd naturiol. Maent yn rhoi'r cyfle i ryngosod ac rhagamcanu canlyniadau hirdymor ar lefel y dirwedd, fel y gall dadansoddwyr polisi werthuso a threfnu canlyniadau'r cynllun mewn perthynas â'r targedau. Yn benodol, ar gyfer y rhaglen waith hon, maent yn rhoi amcangyfrifon o newidiadau mewn allyriadau o lygryddion y mae'n anodd eu mesur yn uniongyrchol, am resymau sy'n ymwneud â graddfa neu gost, e.e. allyriadau nwyon tŷ gwydr. Lle y mae mesuriadau ar gael, gellir eu cymharu â rhagfynegiadau'r model er mwyn gwirio pa mor gynrychiadol yw'r fframwaith monitro.

Yn bwysicaf oll, mae modelau cyfrifiadurol yn rhoi cyfle i fesur nifer o ganlyniadau a dyrannu effeithiau rhwng y nifer mawr o newidiadau mewn dulliau rheoli tir sy'n gysylltiedig â chynllun penodol. Mae nifer o'r opsiynau rheoli tir o dan gynllun Glastir yn cael effeithiau lluosog, er enghraifft, ar ansawdd dŵr, y gallu i liniaru effeithiau'r newid yn yr hinsawdd, cytrefi planhigion, a darparu cynefinoedd ar gyfer adar ac anifeiliaid. Drwy goladu allbynnau o *ensemble* o fodelau o'r gwahanol wyddorau, gellir rhoi asesiad mwy cyflawn o fuddion cynllun Glastir a phennu'r elfennau mwyaf effeithiol, fel y gall llunwyr polisi ymchwilio i effeithiau gwrthbwysu ac ailddylunio'r cynllun yn gyflymach.

Felly un o brif amcanion rhaglen monitro a gwerthuso Glastir yn ei blwyddyn gyntaf oedd dangos y defnydd o *ensemble* o offer modelu i gwmpasu'r canlyniadau dichonol o opsiynau cynrychiadol ar gyfer rheoli tir o dan gynllun Glastir. Yn y bennod ar 'Senarios y Dyfodol' disgrifir y defnydd o fframweithiau modelu cyfrifiadurol, a'r posibiladau ar gyfer eu defnyddio yn y dyfodol, i fesur effaith opsiynau cynrychiadol ar gyfer rheoli tir o dan gynllun ar bob un o ganlyniadau arfaethedig Glastir: bioamrywiaeth; liniaru effeithiau'r newid yn yr hinsawdd; priddoedd a llif ac ansawdd dŵr; ac ehangu a rheoli coetiroedd. Amcan y gwaith hwn oedd dangos y posibilrwydd o ddefnyddio *ensemble* o fodelau i ragamcanu'r canlyniadau lluosog o opsiynau rheoli, er mwyn a) darparu amcangyfrifon o newidiadau mewn allyriadau o lygryddion ac mewn gwasanaethau ecosystemau y mae'n anodd eu mesur yn uniongyrchol; b) gwerthuso'r buddion cymharol o opsiynau rheoli penodol a mireinio dyluniad cynllun Glastir cyn y bydd mesuriadau uniongyrchol o effeithiau ar gael; ac c) mesur y buddion lluosog sy'n codi o ddull o weithredu sy'n ofodol benodol ac wedi'i seilio ar

wasanaethau ecosystemau ar gyfer targedu opsiynau. Yn fyr, y cyflawniadau yn y flwyddyn gyntaf yw:

- Sefydlu tri model (WDP-EMP, LUCI a MultiMOVE) sy'n gallu darparu amcanestyniadau lleol a chenedlaethol, a'u helaethu yn ôl yr angen, i gyfrifo effeithiau dichonol o'r opsiynau ar gyfer rheoli tir o dan gynllun Glastir gan ddefnyddio amodau llinell sylfaen cyson a senarios ar gyfer cyfranogi yn y cynllun y cytunwyd arnynt â Llywodraeth Cymru. Y rhain oedd:
  - Cadw Sofl dros y Gaeaf
  - Gadael i Goetir Ymestyn dros ei Ffiniau i Gae Cyfagos
  - Rheoli Pori ar Dir Agored
  - Tir Pori Parhaol heb Fewnbynnau
  - Creu Coridor ar Un Lan Nant a Phlannu Coed
  - Rheoli Rhedyn â Pheiriannau
- Defnyddiwyd y modelau i gyfrifo'r effeithiau dichonol o weithredu pob opsiwn i'r graddau mwyaf posibl ar y rhannau perthnasol o ffermydd sy'n rhan o gynllun Glastir ar strwythur cytrefi planhigion; cysylltedd cynefinoedd coetir; creu llyfogydd; colli maethynnau a gwaddodion i afonydd a llynnoedd; allyriadau nwyon tŷ gwydr; a storio carbon. Nid oedd pob un o'r modelau'n gymwys i bob un o'r ymyriadau na'r holl ganlyniadau. Ymchwiliwyd i dri senario lle'r oedd derbyniad isel, canolig ac uchel i'r cynllun a chymerwyd y byddai'r opsiynau perthnasol yn cael eu gweithredu i'r graddau mwyaf posibl gan y ffermydd sy'n cymryd rhan. Dylid nodi bod hyn yn debygol o roi goramcangyfrif arwyddocaol o'r canlyniadau. Nid oedd gwybodaeth ar gael am union arwynebedd y tir yn y cytundebau.
- Roedd rhagnodiadau penodol o dan gynllun Glastir yn arwain at y newidiadau disgwyledig yn addasrwydd cynefinoedd ar gyfer 75% o'r 21 o rywogaethau planhigion a fodelwyd, o ganlyniad i reoli llystyfiant yn llai dwys a newidiadau ym mhriodweddau pridd. Cafwyd y byddai cynnydd sylweddol tuag at dargedau ar gyfer addasrwydd cynefinoedd o fewn 10 i 23 blynedd ar ôl ymgymryd â'r opsiynau.
- At ei gilydd roedd rhagnodiadau unigol o dan Glastir sy'n arwain at ostyngiad ym mewnbynnau'r fferm a niferoedd cyffredinol y da byw mewn cynefinoedd ar ffermydd yn sicrhau gostyngiadau bach (<1%) ar lefel genedlaethol mewn allyriadau o lygryddion o ewtroffeiddio a llygryddion gorfodi hinsawdd. Roedd maint y gostyngiad lleol mewn llygryddion sawl gwaith yn fwy mewn Dalgylchoedd â Blaenoriaeth lle y mae arwynebedd eang o dir perthnasol sydd wedi'u targedu ar gyfer ymaelodi â'r cynllun. Gallai'r newid yn yr ôl troed carbon cyffredinol (gan gynnwys allyriadau nwyon tŷ gwydr corfforedig) ar gyfer ffermydd penodol fod yn gymaint â 26% (gweler Adran 5.4).
- Cafwyd gostyngiadau mawr ar lefel genedlaethol o 5 i 10% o ran trwytholchi nitradau ac allyriadau o ocsid nitrus a methan drwy atal gwrteithiau nitrogen a lleihau'r gyfradd stocio ar yr arwynebedd mwy o laswelltir wedi'i wella.
- Roedd rhagnodiadau o dan gynllun Glastir ar gyfer cyflwyno coridorau ar lan nant a phlannu coed ac ymestyn y parseli coetir presennol yn cynyddu'r arwynebedd o goetiroedd o tua 10,000ha a'r gyfradd genedlaethol ar gyfer storio carbon o lai na 1%. Enillwyd rhwng 3 a 12% yn fwy o dir hygyrch ar gyfer rhywogaethau ffocol llydanddail 'generig' (math o ddangosydd biolegol) drwy gynyddu cysylltedd rhwng coetiroedd ac roedd gostyngiad dichonol o 1 i 9%



yn arwynebedd tir sy'n achosi llifogydd o ganlyniad i'r ddau opsiwn hyn ar gyfer coetir. Mae potensial sylweddol yn y rhagnodiadau hefyd i leihau cysylltedd rhwng tir sy'n agored i erydu ac afonydd a llynnoedd, a rhagamcanwyd eu bod yn lleihau'r cyflenwad o bridd wedi'i erydu a ffosfforws o hyd at 15%. Dangoswyd yn aml fod tiroedd sy'n cynhyrchu llwyth mawr sy'n symud drwy briddoedd neu lystyfiant sydd â nodweddion rhyng-gipio ar ei



ffordd i'r afon neu lyn yn llai arwyddocaol yng nghyswllt maint cyffredinol y maethynnau mewn dŵr na thiroedd sy'n cynhyrchu llwyth llai lle nad oes nodweddion rhyng-gipio rhyngddynt a'r afon. Roedd allyriadau corfforedig o nwyon tŷ gwydr o ganlyniad i leihau niferoedd da byw a'r gostyngiad cysylltiedig mewn gwrteithiau o dan yr ymyriadau coetir hyn yn arwain at ostyngiad o 1 i 4% yn yr allyriadau ar lefel y fferm (gweler Adran 5.4).

- Mae graddfa'r canlyniadau o'r modelau yn awgrymu y gellir cael effaith gronol sylweddol o dderbyn nifer o ragnodiadau o dan Glastir. Fodd bynnag, mae'r allbynnau wedi'u seilio ar y rhagdybiaeth y bydd yr opsiynau'n cael eu gweithredu i'r graddau mwyaf posibl ar yr holl dir perthnasol ar y fferm, ac ar nifer o ragdybiaethau gwyddonol sy'n rhan o'r modelau. Y disgwyl yw bod y canlyniadau a gyflwynwyd yn oramcangyfrif mawr o'r effaith lle y mae rhwystrau rhag gweithredu'r opsiwn, fel colledion mewn cynhyrchiant o ganlyniad i beidio â thaenu gwrtaith neu droi tir pori yn goetir. Mae'n hanfodol bod dadansoddiad manwl yn cael ei gynnal o'r patrwm ar gyfer derbyn opsiynau, ac arolwg o'r newidiadau gwirioneddol sy'n digwydd wrth reoli ffermydd, er mwyn mesur y cyfyngiadau ar dderbyn opsiynau a phennu gwir lefel yr ychwanegedd. Bydd yr Arolwg o Arferion Ffermwyr y mae GMEP yn bwriadu ei gynnal yn 2016 a gwybodaeth fwy manwl am gytundebau oddi wrth Lywodraeth Cymru yn cyfrannu at foddlu yn y dyfodol.
- Dylid nodi hefyd nad yw newidiadau posibl mewn nwyddau a gwasanaethau amgylcheddol y tu allan i Gymru i gydbwyso unrhyw ostyngiad mewn cynhyrchiant yng Nghymru wedi'u hystyried.

Rhoddir blaenoriaeth mewn gwaith modelu yn y dyfodol i ddefnyddio'r model LUCI i gyfrifo'r buddion o leoli opsiynau rheoli mewn mannau penodol ar ffermydd, er mwyn amlhau'r canlyniadau lluosog wrth ymgymryd ag opsiynau ar arwynebedd cymharol fach; i gymhwyso'r model MultiMOVE at Gymru gyfan; ac i gwmpasu'r effeithiau o opsiynau rheoli sydd heb eu cynnwys yn y cynllun presennol drwy ddefnyddio'r model WDP-EMP er mwyn i Lywodraeth Cymru ystyried y canlyniadau.

### Yr arolwg maes

Mae'r arolwg maes yn rhan ganolog o raglen GMEP. Y nod yw darparu'r brif sylfaen dystiolaeth ar gyfer newid sy'n digwydd yng nghefn gwlad (Elfen Cymru Ehangach) y gellir ei defnyddio i werthuso effaith ymyriadau o dan gynllun Glastir drwy Elfen wedi'i Tharged (TC). Dewisir ardaloedd samplu'r Elfen wedi'i Tharged ar sail y strwythur pwyntiau ar gyfer Glastir Uwch, felly maent yn adlewyrchu'r blaenoriaethau presennol ar gyfer canlyniadau Glastir. Drwy ddefnyddio'r dull hwn, ynghyd â dull integredig o gasglu data wedi'i seilio ar yr ecosystem, gall yr arolwg newid dros amser yn ôl y newid ym mlaenoriaethau Llywodraeth Cymru yn ystod 4 blynedd cyntaf y rhaglen. Dewiswyd uned samplu gyffredin o 1km x 1km ar gyfer y ddwy elfen er mwyn cael uned samplu ymarferol a fyddai'n rhoi'r gallu i werthuso canlyniadau rhwng lefel y rhywogaeth a lefel y dirwedd. Nid ydym wedi defnyddio dull sy'n paru ffermydd ag unedau oherwydd y cyfyngiadau a fyddai'n codi, gan gynnwys tra-dyblygu

a bias. Archwilir y sgwariau 1km ar sail rhaglen dreigl ac ailymwelir â nhw bob 4 blynedd. Mae nifer o fanteision ynglŷn â hyn: (i) defnyddio adnoddau yn y ffordd fwyaf effeithlon, (ii) canfod amrywiadau o flwyddyn i flwyddyn, (iii) darparu data yn gynnar er mwyn profi a phennu paramedrau modelau fel bod modd darparu adborth buan i Lywodraeth Cymru, a (iv) sicrhau bod effeithiau gwrthbwyso a chyd-fuddion yn cael eu cofnodi gan na fyddai hynny'n digwydd pe na byddai arolygon ar wahân, e.e. o adar, planhigion a phridd, yn cael eu cynnal yn yr un lle.



Mae'r bennod ar yr Arolwg Maes yn disgrifio'r holl ddulliau archwilio yn fanwl ac mae rhestr lawn o'r holl fesuriadau a data mewn Atodiad. Yn fyr, y cyflawniadau ym Mlwyddyn 1 yw:

- Dylunio arolwg cenedlaethol hyblyg ar sail ystadegol gadarn, wedi'i seilio ar raglen dreigl ac uned samplu a ddewiswyd fel ei bod yn cynnwys yr Elfen Cymru Ehangach (WWC) a ddefnyddir i amcangyfrif llinellau sylfaen, tueddiadau cenedlaethol ac ar gyfer adroddiadau cenedlaethol ar gynllun Glastir, ac Elfen wedi'i Thargeddu (TC), sydd â chysylltiad penodol â'r meysydd a nodau â blaenoriaeth yng nghynllun Glastir.
- Cwblhawyd yr arolwg yn llwyddiannus yn y flwyddyn gyntaf. Archwiliwyd 60 sgwâr 1km ar gyfer amrywiaeth eang o briodweddau ecosystem gan gynnwys adar a phryfed peillio, priddoedd a rhagnentydd, nodweddion hanesyddol a chyflwr llwybrau troed, gwrychoedd a choetiroedd. Rhai enghreifftiau o raddfa'r arolwg yw:
  - 1726 o leiniau botanegol wedi'u harchwilio.
  - 1500 o samplau pridd wedi'u codi o 300 o leiniau i gyd-fynd ag arolwg botanegol parhaol sy'n defnyddio dulliau addas ar gyfer dadansoddi ffisegol, microbaidd, cemegol, carbon ac infertebrata.
  - 2043 o nodweddion pwynt wedi'u pennu a'u hasesu.
  - 4 arolwg ar wahân o adar (Ebrill – Gorffennaf).
  - 2 arolwg ar wahân drwy gerdded trawsdoriad 120km o hyd i gyfrif rhywogaethau o loynnod byw, grwpiau o wenyn a phryfed hofran ynghyd ag archwiliadau wedi'u hamseru o fewn 9000m<sup>2</sup>.
  - 790 km o nodweddion llinol (gwrychoedd, glannau nentydd etc).
  - Yr arolwg cyntaf o'i fath i fonitro'r canlynol yr un pryd: infertebrata dŵr croyw, diatomau (mewn nentydd yn unig), macroffytâu, cynefinoedd ffisegol, cyfansoddiad cemegol dŵr, mewn pyllau a nentydd.
  - 47 o nodweddion hanesyddol i asesu eu cyflwr.
  - 960 o luniau tirwedd wedi'u tynnu.
- Roedd perchnogion tir wedi rhoi caniatâd i fynd ar 82% o'r arwynebedd tir cyfan (daliadau sydd o fewn y cynllun a daliadau eraill) o fewn y 60 sgwâr 1km. Ym mlynnyddoedd 2-4 bydd 90 o sgwariau'n cael eu harchwilio bob blwyddyn er mwyn cael arwynebedd samplu cyfan o 330km<sup>2</sup>. Erbyn blwyddyn 4, y rhaniad rhwng daliadau sydd o fewn y cynllun a daliadau eraill o fewn yr arwynebedd samplu hwn fydd tua 50 / 50 a disgwylir y bydd tua 4500 o ffermydd wedi ymaelodi â chynllun Glastir. Bydd hyn yn sicrhau bod sail wrthffeithiol gadarn i werthuso effaith y cynllun.
- Cafodd 13 o syrfewyr maes eu recriwtio a'u hyfforddi a datblygwyd meddalwedd bwrpasol ar gyfer arolygon maes.

- Darparwyd rheolaeth ar ansawdd gan syrfewyr annibynnol a groeswirodd 12% o holl sgwariau'r arolwg.
- Roedd syrfewyr wedi casglu data drwy ddefnyddio llechen ddurol a oedd yn mewnfario, yn trosglwyddo, ac yn cwblhau data'r arolwg yn awtomatig gan greu copiâu wrth gefn.
- Rhoddwyd mesurau bioddiogelwch trwyadl ar waith i ddiogelu rhag clefydau planhigion ac anifeiliaid. Holwyd ffermwyr hefyd i weld a oeddent yn gwybod am unrhyw glefydau mewn planhigion neu goed ac nid oedd y syrfewyr yn mynd ar dir a oedd wedi'i heintio.

## Bioamrywiaeth

Y nod ar gyfer datblygu gwledig cynaliadwy yn Rhaglen Datblygu Gwledig yr UE yw sicrhau bod tir a dŵr yn cael eu defnyddio'n gynaliadwy o safbwynt economaidd ac ecolegol. Mae hyn yn dangos cydnabyddiaeth o'r angen i wrth-droi'r dirywiad mewn ecosystemau a'r colledion o ran bioamrywiaeth sydd wrth wraidd hynny. Yng Nghymru, mae cynllun Glastir yn elfen bwysig yn y Rhaglen Datblygu Gwledig ac yn cyfrannu felly at gyflawni nifer o rwymedigaethau statudol a thargedau sy'n berthnasol i fioamrywiaeth. Mae'r rhain yn deillio o gytundebau rhyngwladol (targedau Aichi), Ewropeaidd (Strategaeth Bioamrywiaeth yr Undeb Ewropeaidd (EUBS) ynghyd â'r Cyfarwyddbau Cynefinoedd ac Adar) a deddfwriaeth y DU (Deddf Bywyd Gwyllt a Chefn Gwlad a Deddf yr Amgylchedd Naturiol a Chymunedau Gwledig). Un ystyriaeth neilltuoledig o bwysig yw targed 3 yn EUBS sydd â'r nod o gynyddu'r cyfraniad gan amaethyddiaeth a choedwigaeth at fioamrywiaeth. Gan fod 81% o dir Cymru'n cael ei ffermio, credir mai cynllun amaeth-amgylchedd yw un o'r ffyrdd pwysicaf o sicrhau newid sylweddol yn y cydbwysedd rhwng cynhyrchu, cyflenwi gwasanaethau ecosystemau a bioamrywiaeth er mwyn cael datblygu gwledig cynaliadwy. Yn y bennod ar Fioamrywiaeth disgrifir y cynnydd a gafwyd a'r cynlluniau ar gyfer asesu'r effaith o ganlyniadau cynllun amaeth-amgylchedd newydd Glastir ar fioamrywiaeth yng Nghymru yn y dyfodol. Rydym yn cyfuno nifer o ddulliau gweithredu gan gynnwys casglu data yn y rhaglen fonitro dreigl 4 blynedd, modelu a dadansoddi'r cynlluniau monitro presennol. Yn fyr, y cyflawniadau ym Mlwyddyn 1 yw:



- Cwblhau arolygon o gynefinoedd, planhigion, adar a phryfed peillio yn holl sgwariau GMEP gan addasu protocolau i fesur effeithiau cynllun Glastir yn y ffordd fwyaf effeithiol.
- Diweddarau'r allweddau mapio ar gyfer cynefinoedd drwy ymgynghori â CNC gan gynnwys newidiadau yn y rhestrau o rywogaethau dangosol a diweddariadau.
- Cynnal asesiad rhagarweiniol o'r graddau y mae dosbarthiad arfaethedig y sgwariau ar gyfer arolwg GMEP yn gorgyffwrdd â'r dosbarthiad o rywogaethau a chynefinoedd â blaenoriaeth sydd o ddiddordeb o ran cadwraeth, ymchwilio i dair astudiaeth achos a mapio ymyriadau gyda mesuriadau i bennu a fydd mesuriadau uniongyrchol neu rai procsi yn cael eu cofnodi.
- Casglu setiau data cyd-destunol fel y gellir amcangyfrif effeithiau ar fioamrywiaeth o ganlyniad i gynllun Glastir yn y dyfodol ar ôl ystyried effeithiau etifeddol o gynlluniau blaenorol ac effeithiau cyfredol a blaenorol o ffactorau sbarduno eraill fel hinsawdd, defnydd tir a llygredd aer.
- Defnyddio *ensemble* y model MultiMOVE arbenigol i ymchwilio i ragolygon o effeithiau o ragnodiadau Glastir ar rywogaethau planhigion. Defnyddiwyd MultiMOVE i roi prawf ar ddau ddalgylch a phedwar mesur. Modelwyd 21 o rywogaethau planhigion, pob un wedi'i chodi o blotiau presennol yr Arolwg Cefn Gwlad ar gyfer y dosbarthiadau tir mewn dalgylchoedd a'r cynefinoedd a oedd wedi'u targedu gan bob rhagnodiad yng Nghymru. O'r cyfanswm o

amcanestyniadau ar gyfer rhywogaethau a mesurau penodol a gwblhawyd ar gyfer rhywogaethau cyffredin, roedd 30 (75%) yn gyson â'r effaith ddisgwyliedig o gynllun Glastir. Fodd bynnag, roedd y newidiadau hyn wedi'u hystreyn dros gyfnodau cymharol hir.

- Creu cronfeydd data newydd 10km ar gyfer rhywogaethau planhigion wedi'u seilio ar ddata am ddosbarthiad ac wedi'u cywiro i ddarparu ar gyfer gorgofnodi a thangofnodi. Defnyddiwyd y cronfeydd hyn wrth ddewis rhywogaethau ar gyfer modelu drwy MultiMOVE.
- Cwblhau dadansoddiad o dueddiadau ar gyfer grwpiau rhywogaethau yng Nghymru a oedd wedi'u casglu drwy gynlluniau gwirfoddoli. O'r rhywogaethau lle'r oedd digon o ddata i'w dadansoddi, gwelwyd bod tuedd negyddol net ar gyfer 10 o blith 18 o grwpiau tacsonomig o 1970 ymlaen a bod tuedd gadarnhaol net ar gyfer yr 8 grŵp tacsonomig a oedd yn weddill. Mae'r ffigurau ar gyfer rhywogaethau cyffredin yn well na'r rheini ar gyfer rhywogaethau prin o ran y newid yn y tebygolrwydd o arsylwi ar rywogaeth rhwng 1990 a 2000.
- Cwblhau'r fersiwn gyntaf o Ddangosydd Rhestr Gwyllo ar gyfer tueddiadau mewn rhywogaethau yng Nghymru.
- Gwaith rhagarweiniol i roi prawf ar fetrigau gofodol ar gyfer cysylltedd cynefinoedd.
- Casglu meini prawf a setiau data i roi prawf ar y diffiniad o Dir Ffermio o Werth Mawr i Natur yng Nghymru ac ar gyfer mesur ei arwynebedd presennol a'i arwynebedd yn y dyfodol a'i gyflwr ecolegol.
- Dechrau ar waith i allosod mesuriadau y tu allan i sgwariau 1km arolwg GMEP drwy ddefnyddio data o offer synhwyro o bell er mwyn rhagdybio meintiau a gaiff eu monitro a'u modelu ledled Cymru.

### **Y Newid yn yr Hinsawdd a Lliniaru Effeithiau Llygredd Gwasgaredig**

Mae amaethyddiaeth yn ffynhonnell arwyddocaol i lygredd gwasgaredig mewn dŵr ac allyriadau nwyon tŷ gwydr yng Nghymru. Mae rhai arferion amaethyddol yn gyfrifol hefyd am golli ac ennill carbon mewn pridd. Mae Llywodraeth Cymru wedi gosod targedau cenedlaethol i wella ansawdd dŵr a lleihau allyriadau nwyon tŷ gwydr, a disgwylir i'r sector amaethyddol gyfrannu at gyrraedd y targedau hynny. O ganlyniad i hyn, mae cynllun Glastir wedi'i ddatblygu fel ei fod yn ddigon hyblyg i dargedu themâu â blaenoriaeth (fel carbon mewn pridd) mewn cyd-destun gofodol, ac i gyflwyno mesurau ar ffermydd e.e. i ddal a storio mwy o garbon, ac i leihau allyriadau nwyon tŷ gwydr a llygredd gwasgaredig mewn dŵr o'r sector amaethyddol. Mae Llywodraeth Cymru wedi rhoi blaenoriaeth i ariannu ymyriadau sy'n canolbwyntio ar liniaru effaith y newid yn yr hinsawdd a llygredd gwasgaredig mewn dŵr ym Mlynedd 1 a 2 y cynllun.



Er mwyn dechrau ar y gwaith o bennu'r effeithiau dichonol o gynllun Glastir ar lygredd gwasgaredig mewn dŵr, allyriadau nwyon tŷ gwydr a dal a storio carbon, mae Llywodraeth Cymru wedi ymddiried y gwaith o asesu effeithiau dichonol o ymyriadau Glastir ar y meysydd blaenoriaeth hyn i Raglen Monitro a Gwerthuso Glastir. Bydd yn gwneud hyn drwy fodelu, drwy Arolwg o Arferion Ffermyr i bennu newidiadau gwirioneddol ar lawr gwlad, a thrwy waith ychwanegol i bennu'r buddion ehangach o Grantiau Effeithiolrwydd Glastir.

Yn fyr, y cyflawniadau yn y flwyddyn gyntaf yw:

- Asesu ffynonellau nwyon tŷ gwydr a dal a storio carbon, y gellir eu hamcangyfrif drwy bob un o'r offer modelu (e.e. methan mewn pridd, methan enterig, allyriadau corfforedig)
- Mapio'r pedwar dull o fodelu ymyriadau Glastir, gan y Panel Arbenigol
- Defnyddio dull Bangor o fesur ôl troed y cylch bywyd ar 16 o ffermydd enghreifftiol ar gyfer pedwar o ymyriadau Glastir er mwyn mesur newidiadau mewn allyriadau nwyon tŷ gwydr o ffynonellau ar y fferm, yn ogystal ag allyriadau corfforedig sy'n gysylltiedig â chynhyrchu porthiant a gwrtaith. Amcangyfrifwyd bod posibilrwydd o gael gostyngiad o 0-24% yn yr ôl troed carbon o ganlyniad i ddefnyddio 4 o'r ymyriadau.
- Cyflenwi data i offeryn modelu ADAS ar raddfa genedlaethol ar gyfer 5 o ymyriadau Glastir i asesu newidiadau dichonol mewn allyriadau nwyon (ocsid nitrus, methan) a llygredd gwasgaredig mewn dŵr (nitrogen, ffosfforws a gwaddodion)
- Caffael setiau data ar gyfer modelu gofodol yn y dyfodol drwy ddefnyddio model ECOSSE
- Datblygu protocol drafft ar gyfer ailgynnal yr Arolwg o Arferion Ffermydd yng Nghymru, gan gynnwys y strategaeth haenu arfaethedig, i'w drafod â chyrff ariannu a thîm prosiect ehangach y rhaglen
- Cynllunio'r dull o asesu effaith Grantiau Effeithiolrwydd Glastir ar i) ôl troed carbon y ffermydd sydd wedi'u defnyddio, a ii) y buddion ehangach (y tu allan i'r fferm) i'r economi wledig

### Tirwedd a Nodweddion Hanesyddol

Yng Nghymru y ceir rhai o'r golygfeydd harddaf o fynyddoedd a'r arfordir yn Ewrop, yn ogystal â thirweddau mirain wedi'u ffermio a thirweddau treftadaeth o bwysigrwydd cenedlaethol a rhyngwladol (WLP, 2009). Tirweddau yw'r fframwaith ar gyfer ein cyfalaf naturiol a'r elfennau unigol sy'n creu'r cyfoeth hwn – cynefinoedd, rhywogaethau, diwylliant, daeareg, a'r gweithgarwch economaidd sy'n digwydd ynddynt – mae pob un yn cyfrannu at eu datblygiad. Oherwydd



hyn, nid "cipluniau" yn unig yw tirweddau ond tystiolaeth uniongychol a gweladwy o ganrifoedd o weithgarwch dynol. Mae natur gyfoethog a neilltuol yr amgylchedd hanesyddol yng Nghymru yn cael ei hamlygu yng nghymeriad ei thirwedd hanesyddol (caeau, gweunydd, lonydd, aneddiadau etc.) a hefyd yn ei gwaddol unigryw o safleoedd archeolegol, henebion maes ac olion ffisegol eraill. Cafwyd cydnabyddiaeth glir i gyfraniad sylweddol yr amgylchedd hanesyddol i ansawdd bywyd yng Nghymru. Mae Strategaeth Amgylchedd Hanesyddol Cymru (Llywodraeth Cymru, 2013) a gyhoeddwyd yn ddiweddar yn canolbwyntio ar gamau gweithredu sy'n rhoi'r gallu i ddiogelu treftadaeth Cymru gan roi anogaeth hefyd ar gyfer mynediad, mwynhad a chyfranogiad cyhoeddus. Mae'r amgylchedd hanesyddol yn cwmpasu amrywiaeth o asedau sy'n cynnwys safleoedd â dynodiad ffurfiol yn ogystal â thirnodau a nodweddion pwysig lleol. Ledled Cymru ceir 3 Safle Treftadaeth y Byd, 428 o dirweddau hanesyddol, parciau a gerddi cofrestredig, 519 o ardaloedd cadwraeth, 4,000 o henebion rhestredig a 30,000 o adeiladau rhestredig. Cafwyd tystiolaeth bod asedau o'r fath yn rhoi amrywiaeth o fuddion gan gynnwys twristiaeth, creu swyddi, creu nawws am le, hunaniaeth, addysg a chyfranogiad cymunedol. Mae gwaith ymchwil i asesu gwerth yr amgylchedd hanesyddol yng Nghymru (ECOTEC, 2010) wedi amcangyfrif bod y sector yn cynnal mwy na 30,000 o swyddi ac yn cyfrannu tua £840 miliwn at werth ychwanegol crynswth. Mae rhai o'r atyniadau mwyaf i ymwelwyr yng Nghymru yn safleoedd treftadaeth, gan gynnwys Castell Conwy a

ddenodd fwy na 160,000 o ymwelwyr yn 2012. Gwneir defnydd helaeth o'r amgylchedd hanesyddol i hyrwyddo Cymru fel cyrchfan ac mae'n un o'r rhesymau sy'n cael ei grybwyll amlaf yn ymchwil Croeso Cymru i gymhellion y rhai sy'n dewis ymweld â Chymru. Er hynny, mae'r strategaeth yn nodi bod angen gweithredu er mwyn cynyddu hygyrchedd a dealltwriaeth a chynnwys grwpiau sydd wedi'u tangynrychioli. Mae'r gost o gynnal ac adfer asedau'n her sylweddol hefyd. Mae'r Rhaglen Lywodraethu, a gyflwynwyd yn 2011 ar gyfer tymor y Cynulliad presennol, yn cynnwys dyhead i gyfoethogi bywydau unigolion a chymunedau drwy ddiwylliant a threftadaeth gyda'r nod tymor hwy o gynyddu canran yr asedau yn yr amgylchedd hanesyddol sydd mewn cyflwr sefydlog neu well. Mae'r diweddariad yn 2013 yn cofnodi bod ymgysylltiad y cyhoedd â threftadaeth yn cynyddu, bod rhywfaint o lwyddiant wedi bod o ran cryfhau lle'r Gymraeg mewn bywyd pob dydd, ac mai'r amcangyfrif o ganran yr asedau yn yr amgylchedd hanesyddol sydd mewn cyflwr sefydlog neu well yw ychydig dros 78%.



Mae ansawdd tirwedd yn gysyniad goddrychol o'i hanfod. Mae'r dull o'i fesur yn dibynnu ar amrywiaeth o ffactorau, gan gynnwys lle y mae'r asesiad yn digwydd, a pha bryd (amser/tymor/tywydd) ac, yn hollbwysig, pwy sy'n barnu. Y brif her, felly, mewn astudiaethau tirwedd ac yng ngwaith prosiect GMEP yw pennu dull meintiol o fesur elfennau ansawdd y gellir ei ailadrodd, ac mae hyn yn allbwn allweddol yng nghanm cyntaf y gwaith ar dirwedd gan GMEP. Y cyflawniadau mwyaf yn y flwyddyn gyntaf i ymateb i'r her hon yw:

- Adeiladu setiau data 3D manwl ar gyfer pob un o'r 60 safle astudio  $1\text{km}^2$  sy'n cynnwys topograffi tirweddau a nodweddion tirwedd ar raddfa fach sy'n cyfyngu'r gallu i weld y dirwedd (e.e. coed mawr, terfynau fel gwrychoedd, adeiladau, coetiroedd).
- Adeiladu setiau data 3D ar fanylder o 5m ar gyfer arwynebedd  $3 \times 3\text{km}$  o gwmpas pob un o'r 60 safle astudio.
- Canfod y rhwydwaith Hawliau Tramwy cyfan ar gyfer gwahanol fathau o ddefnyddwyr (cerddwyr, beicwyr, marchogion, cerbydau bach, cerbydau mawr) ar gyfer pob un o'r 60 safle astudio.
- Coladu cofnod gweledol o bob un o'r 60 safle o luniau a dynnwyd o bwynt penodol yn ystod yr arolwg maes (16 ar bob safle), a thrwy goladu bron 200 o luniau o'r 60 safle hyn a gyfrannwyd gan y cyhoedd i wefan Geograph (<http://www.geograph.org.uk/>), gan ddarparu 4 o luniau ychwanegol ar gyfer pob safle gan amlaf (Ffigur 6.1.1).
- Adeiladu golygfeydd 3D manwl ar sail yr Hawliau Tramwy ar gyfer pob un o'r 60 safle astudio  $1\text{km}^2$ . Rydym hefyd wedi codio'r dulliau o gyfrifo'r golygfeydd o bob safle astudio  $1\text{km}$  wrth edrych allan ar yr arwynebedd o  $3 \times 3\text{km}$  o gwmpas, yn ogystal â chyfraniad y safle astudio  $1\text{km}$  i'r olygfa o'r dirwedd wrth edrych i mewn o'r arwynebedd  $3 \times 3\text{km}$  o gwmpas. Mae hyn yn ffordd o fesur pa mor weladwy yw'r dirwedd hon i'r cyhoedd.
- Canfod yr holl nodweddion amgylchedd hanesyddol ar gyfer y 60 safle.
- Mae dull o asesu cyflwr nodweddion hanesyddol wedi'i gynnwys yn yr arolwg maes, ar sail nodiadau maes a ddarparwyd gan yr ymddiriedolaethau archeolegol. Bydd hyn yn rhoi set newydd, amserol a phwysig o ddata arolwg am gyflwr safleoedd hanesyddol.

- Datblygu Mynegai Ansawdd Gweledol (VQI) unigryw i fesur gwerth tirwedd pob un o'r safleoedd astudio 1km. Mae'n cynnwys pum elfen allweddol: topograffi (pa mor arw / amrywiol yw'r tirffurf); "gofod glas" (nodweddion dŵr yn y dirwedd); "gofod gwyrdd" (amrywiaeth cynefinoedd, cymhlethdod llystyfiant); anthropogenig (elfennau adeiledig); hanesyddol / diwylliannol (gan gynnwys presenoldeb Henebion Rhestredig etc).

Un datblygiad allweddol yn ystod gwanwyn 2014 fydd datblygu delweddau tirwedd i ddangos newidiadau yn y dirwedd yn y dyfodol ar y safleoedd sydd wedi'u targedu a'u noddi drwy gynllun Glastir a defnyddir arolygon mynegi dewis i werthuso ymateb y cyhoedd. Un agwedd ar y gwaith ar dirwedd fydd defnyddio delweddau gemau cyfrifiadurol o'r math diweddaraf i ddarlunio tirweddau ecolegol gywir yn y dyfodol. Bydd y delweddau hyn wedi'u seilio ar y sefyllfa wirioneddol, a bydd yr holl llystyfiant wedi'i seilio ar y wybodaeth a gasglwyd yn yr arolwg maes gan ecolegwyr a bydd newidiadau yn yr adeileddau coediog hyn yn dilyn patrymau ecolegol gywir ar gyfer twf yng Nghymru. Trefnir i'r delweddau fod ar gael ar-lein a bydd y defnyddiwr yn gallu "cerdded drwy" y dirwedd. Bydd hyn yn gyfle i gasglu barn dinasyddion Cymru, yn ogystal â barn ymwelwyr posibl i Gymru o bob rhan o'r byd. Nid gimig yw'r delweddau hyn o gwbl, a chystal yw eu hansawdd bellach fel bod modd eu defnyddio i ddenu sylw pobl ifanc ac aelodau o'r cyhoedd yng Nghymru (rhai mewn ardaloedd mwy trefol efallai, neu ardaloedd o dan anfantais gymdeithasol) at yr asedau tirwedd y maent yn talu am eu diogelu yng Nghymru. Rydym yn credu mai hwn yw'r tro cyntaf y bydd delweddau mor uchel eu hansawdd ac mor ecolegol gywir o dirweddau yn cael eu creu a'u defnyddio i ymgysylltu â'r cyhoedd i'r diben hwn.

## Coetiroedd

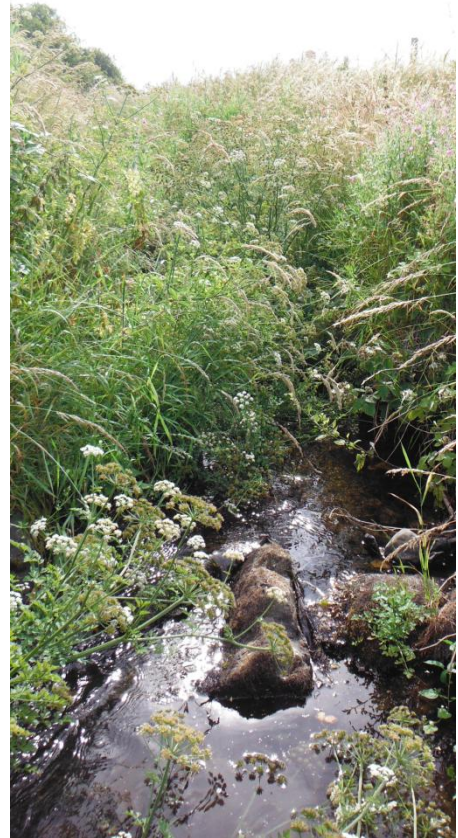
Mae coetiroedd yn bwysig ar gyfer darparu Gwasanaethau Ecosystemau lluosog, nwyddau a buddion gan gynnwys pren, diogelu pridd, atal llifogydd, hamdden, rheoleiddio'r hinsawdd ac amrywiaeth rhywogaethau gwyllt (rhywogaethau cyffredinol a rhai arbenigol mewn coetiroedd). Mae nifer o'r gwasanaethau hyn yn ategu ei gilydd a cheir synergeddau



rhwng gwasanaethau yn hytrach na gwrthbwysu: mae coetiroedd yn gynefinoedd aml-swyddogaethol. Pennwyd mai gwerth y buddion i'r amgylchedd o goetiroedd yng Nghymru yw £34 miliwn (Read *et al.* 2009). Mewn arolwg diweddar, dangoswyd bod bron 65% o'r bobl yng Nghymru'n ymweld yn rheolaidd â choetiroedd yng Nghymru a bod 94% yn credu eu bod yn darparu budd pendant i'r gymuned leol. Yn ôl amcangyfrif y Rhestr Goedwigaeth Genedlaethol, cyfanswm yr arwynebedd o goetiroedd yng Nghymru yn 2010 oedd 303.5 000 ha, sef 14% o arwynebedd Cymru. Cafwyd amcangyfrif hefyd yn y Rhestr fod arwynebedd y coetiroedd llydanddail wedi cynyddu 16000ha rhwng 2001 a 2010 a bod arwynebedd y coetiroedd conwydd wedi lleihau 13000ha. Yng Nghymru, coetir o goed llydanddail yn bennaf yw'r unig goetir brodorol, a'r math hwn o goetir sydd o'r diddordeb mwyaf o safbwynt gwarchod natur. Mae'n cynnwys saith math o Gynefin â Blaenoriaeth sydd wedi'u cydnabod yng Nghynllun Gweithredu Bioamrywiaeth y DU. Roedd yr adroddiad ar ddangosyddion Coetiroedd i Gymru (2012) yn dangos bod y tueddiadau ym mhoblogaeth y rhan fwyaf o rywogaethau sy'n destun pryder o ran cadwraeth yn anhysbys o hyd. Fodd bynnag, roedd y dirywiadau ym mhoblogaeth gwiwerod coch a llyriad-y-dŵr arnofiol wedi sefydlogi, y dirywiadau ym mhoblogaethau'r fritheg berlog, y fadfall ddŵr gribog a'r ferywen wedi

arafu a'r cynnydd ym mhoblogaeth y rugiar ddu wedi sefydlogi. Nid oedd tuedd arwyddocaol ym mynegai adar y coetiroedd rhwng 1994 a 2009.

Cyhoeddwyd strategaeth Llywodraeth Cymru 'Coetiroedd i Gymru' yn 2001 a'i diwygio yn 2012. Mae'n hyrwyddo dulliau o ddylunio a rheoli coetiroedd sy'n darparu amrediad eang a chytbwys o wasanaethau ecosystemau. Datblygwyd set o 23 o ddangosyddion i fesur cynnydd tuag at gyrraedd yr 20 canlyniad lefel uchel sydd wedi'u disgrifio yn y strategaeth 'Coetiroedd i Gymru'. Mae'r rhain yn cynnwys mesurau sy'n ymwneud â chyrhaeddiad, arwynebedd coetiroedd o wahanol fath (trefol, fferm etc.) a'r newid ynddynt, amrywiaeth cynefinoedd a'u rhywogaethau, dulliau cynaliadwy o reoli coetir, cydbwysedd carbon, iechyd coed, buddion lleol o goetiroedd, hygyrchedd, gwerth pren a rheoli dŵr. Mae'r rhain yn cwmpasu amrywiaeth o fuddion cymdeithasol, economaidd ac amgylcheddol. Roedd yr adroddiad ar Ddefnydd Tir a Newid Hinsawdd yn argymhell ehangu coetiroedd dros 20 mlynedd o tua 100 000ha (rhai collddail yn bennaf ond rhywfaint o goed conwydd) gan addasu tarddiad y coed yn ôl y rhagamcan o'r hinsawdd. Byddai'r fenter hon yn creu dalfa nwyon tŷ gwydr a photensial ar gyfer defnyddio tanwydd coed. Roedd hefyd yn argymhell dulliau o reoli sy'n sicrhau na fydd coetiroedd Cymru yn dod yn ffynhonnell flynyddol o nwyon tŷ gwydr ac y byddant yn atal nwyon tŷ gwydr i'r graddau mwyaf posibl yn y tymor hir. Mae clefydau coed ac iechyd coed wedi cael lle mwy amlwg o lawer ar yr agenda wleidyddol yn ddiweddar yn sgîl ymlediad clefydau e.e. *Chalara fraxinea*, *Phytophthora ramorum*, marwolaeth sydyn y deri, malltod nodwyddau *Dothistroma* a'r nifer mawr o fygythiadau posibl i nifer o rywogaethau.



Mae elfen coetir yng nghynllun Glastir sydd â'r amcan o helpu rheolwyr tir i greu coetiroedd newydd a rheoli coetiroedd presennol er mwyn hybu gwasanaethau ecosystemau ac ymdrin â bioamrywiaeth, dŵr, carbon, tirweddau, nodweddion hanesyddol a mynediad. Mae'r elfen coetir yn darparu grantiau cyfalaf a grantiau ar sail arwynebedd ar gyfer:

- Teneuo – caniatáu i fwy o olau ddod drwy frig y coed i wella llystyfiant y llawr a hybu adfywio naturiol.
- Ailstocio – gwella amrywiaeth y rhywogaethau.
- Seilwaith – rheoli coetiroedd a oedd yn anhygyrch gynt.
- Gwaith ar derfynau – i gadw da byw allan o goetiroedd neu reoli da byw yn well.
- Rhywogaethau a warchodir a rhywogaethau â blaenoriaeth – grantiau i warchod rhywogaethau pwysig.
- Rheoli llystyfiant – i reoli planhigion goresgynnol ac egstotig.
- Rheoli plâu – gan gynnwys gwiwerod llwyd a cheirw.
- Mynediad cyhoeddus – i wella mynediad i goetiroedd a darparu gwybodaeth i ymwelwyr.

Mae Rhaglen Monitro a Gwerthuso Glastir yn defnyddio arolygon a dulliau modelu ar y cyd i bennu'r buddion o ymyriadau Glastir ar raddfa genedlaethol. Y cynnydd a gafwyd ym Mlwyddyn 1 yw:

- Cytuno ar brotocolau maes, a'u rhoi ar waith, ar gyfer cofnodi cynefinoedd a rhywogaethau coetiroedd yn sgwariau arolwg GMEP. Mae hyn yn cynnwys mapio

cynefinoedd coetir, y prif rywogaethau, gwybodaeth reoli, defnydd tir, plotiau llystyfiant mewn llecynnau bach a mawr yn y coetir ac ar hyd nodweddion llinol coediog, a chofnodi adar a phryfed peillio.

- Casglu data esboniadol i ddadansoddi newidiadau ym maint a chyflwr coetiroedd ac effeithiau ar newidynnau eraill sy'n dangos ymateb o ran yr amgylchedd a bioamrywiaeth.
- Mapio ymyriadau Glastir ar sail mesuriadau GMEP a Chynllun Coetiroedd Cymru
- Defnyddio *ensemble* y model MultiMOVE arbenigol ar gyfer rhywogaethau planhigion i ymchwilio i ragolygon o effeithiau 2 o ragnodiadau Glastir ar gyfer coetiroedd: (AWE 9b) Creu coridor ar un lan nant a phlannu coed, (AWE 24) Gadael i goetir ymestyn dros ei ffiniau i dir wedi'i wella (gweler Pennod 2).
- Defnyddio model ecosystemau tirweddau LUCI i ymchwilio i ragolygon o effeithiau 2 o ragnodiadau Glastir ar gyfer coetiroedd a'r synergeddau neu'r gwrthbwysio rhyngddynt a gwasanaethau eraill (gweler Pennod 2).
- Defnyddio'r model WDP-EMF i ymchwilio i ragolygon o effeithiau 2 o ragnodiadau Glastir ar gyfer coetiroedd (gweler Pennod 2).
- Ymchwilio i fetrigau ar gyfer cysylltedd cynefinoedd er mwyn datblygu dulliau o asesu effeithiau mesurau o dan gynllun Glastir ar gysylltedd cynefinoedd mewn coetiroedd (gweler Pennod 4).

Rhai o'r cynlluniau ar gyfer Blwyddyn 2 yw:

Dadansoddi'r effeithiau o fesurau coetir Glastir ar wasanaethau ecosystemau a bioamrywiaeth gan ddefnyddio gwahanol dechnegau dadansoddol ac ystadegol a modelu sydd wedi'u disgrifio'n fanwl mewn penodau eraill a sefydlu grŵp pwnc Coetiroedd i gynghori a rhoi sylwadau am yr amcanion, y dadansoddiadau a'r allbynnau o waith GMEP ar goetiroedd.

### **Cyfalaf Naturiol Pridd a Ilif ac ansawdd dŵr**

Yn ogystal â darparu bwyd a maeth i gynnal dynoliaeth, mae ffermwyr yn stiwardiaid ar eu tir. Mae stiwardiaeth dda yn gallu rhyddhau maethynnau o bridd a rheoli dŵr yn effeithiol i greu a chynnal cynefinoedd bioamrywiol. Ar y llaw arall, mae dealltwriaeth wael o'r arferion rheoli gorau, neu stiwardiaeth wael, yn gallu arwain at ddirywiad mewn cynefinoedd a disbyddu cyfalaf naturiol y pridd. Yn aml bydd cymdeithas yn gofyn i ffermwyr droedio llwybr cul, drwy gynhyrchu bwyd heb achosi dirywiad yn y dirwedd. Gall rheoli ac aflonyddu amaethyddol fod yn bwysig ar gyfer rhyddhau maethynnau a gwella dŵr, priddoedd a bioamrywiaeth, ond mae gormod o fewnbynnau, cyfraddau stocio rhy uchel, neu bwyslais ar amaethu ungnwd yn gallu arwain at ddifrod amgylcheddol. Ar wahân i gynhyrchu bwyd, mae dŵr a phriddoedd yn cyflenwi gwasanaethau ecosystemau sy'n bwysig o safbwynt rheoleiddiol a diwylliannol. Os bydd y dŵr mewn cronfeydd yn lân, ni fydd angen ei drin i raddau helaeth cyn ei yfed gan bobl; gall priddoedd fod yn glustog rhag llifogydd a sychder sy'n gallu achosi difrod cymdeithasol ac economaidd mawr. Mae cysylltiad hanfodol rhwng rheoleiddio ansawdd a llif dŵr a phriddoedd a'r defnydd ohonynt. Yn ogystal â hyn, mae priddoedd yn rheoli ac yn rheoleiddio'r ailgylchu ar wastraff a maethynnau, ond mae gormod o fewnbynnau maeth yn gallu arwain at ddŵr ffo a llygru crynofeydd dŵr. Mae priddoedd yn storio llawer o garbon a gallant un ai helpu i leihau'r newid yn yr hinsawdd drwy ddal a storio CO<sub>2</sub> o'r atmosffer neu, mewn rhai achosion, ychwanegu at y newid yn yr hinsawdd drwy allyrru methan ac ocsid nitrus. Mae priddoedd a chrynofeydd dŵr yn gynefinoedd ac yn gronfeydd genynnau pwysig hefyd: o briddoedd y cafwyd y gwrthfotigau cyntaf ac mae'r rhain yn hollbwysig bellach ym meddygaeth pobl ac anifeiliaid. Mae priddoedd a dŵr wyneb yn agored i effeithiau dirywiol ac yn cael eu bygwth gan ddefnydd rhy ddwys o dir, llygredd a newid yn yr hinsawdd, a rhaid eu rheoli'n ofalus.

Nodwyd yn yr Asesiad Ecosystemau Cenedlaethol fod afonydd ym mynyddoedd Cymru'n neilltuoel o agored i effaith asideiddio, a bod y rheini sy'n draenio tir sy'n cael ei amaethu'n fwy dwys yn agored i'r perygl o ewtroffeiddio drwy'r llwyth maethynnau. Mae asesiadau diweddar wedi dangos bod ansawdd dŵr afonydd wedi gwella rhwng 1990 a 2008. Mae'r llwyth maethynnau yn fygythiad mawr ac mae 8% o afonydd Cymru yn cael eu hystyried yn uchel o ran ffosffadau. Mae gwaith monitro wedi dangos bod gordyfiant o algae mewn afonydd yn fwy cyffredin yn ystod y 1990au a bod hynny'n gysylltiedig â chrynodiadau uchel o nitradau, ond mae'n ymddangos bod y rhain wedi gostwng er 2000. Gwelwyd gostyngiad mewn asideiddio hefyd mewn dyfroedd mynyddig, tra cafwyd cynnydd mewn carbon organig tawdd.



Yr Arolwg Cefn Gwlad sydd wedi cynhyrchu'r canlyniadau diweddaraf ar gyfer cyflwr a thueddiadau newidiol mewn uwchbriddoedd ledled Cymru yn y 25 mlynedd diwethaf. Mae canlyniadau wedi dangos na fu newid cyffredinol yn y carbon organig mewn priddoedd yng Nghymru. Roedd pH cymedrig y priddoedd wedi cynyddu'n sylweddol rhwng 1978 a 1998 a hyn oedd yn gyfrifol am ran helaeth o'r cynnydd sylweddol yn pH cymedrig y priddoedd rhwng 1978 a 2007: mae hyn yn dangos bod llawer o'r budd o leihau mewnbynnau asidig wedi'i weld yn barod. Fodd bynnag, yn achos Coetir Conwydd, Glaswelltir Asidig a Gweunydd Corlwyni ni chafwyd newidiadau arwyddocaol yn y pH cymedrig rhwng Arolygon nac yn ystod yr holl gyfnod rhwng 1978 a 2007: mae hyn yn adlewyrchu eu gallu clustogi a'u cyfraddau hindreulio isel ac felly eu cyfnodau ymadfer hir. Roedd canlyniadau a gofnodwyd yn adroddiad diweddar Asiantaeth yr Amgylchedd ar gynllun Glastir yn dangos bod 80% o'r holl gaeau a brofwyd yn rhy asidig ar gyfer y twf planhigion gorau. Mae hyn yn golygu bod perygl hefyd o ran trwytholchi i gyrsiau dŵr. Roedd dadansoddiad o ffermydd o dan Raglen Cefn Conwy yn dangos bod y pH is-optimaid hwn yn ganlyniad i daenu llai o galch, am resymau economaidd yn bennaf. Mae data a gafwyd yn ddiweddar gan Asiantaeth yr Amgylchedd yn dangos bod lefelau P mewn 31% o'r caeau a brofwyd ar ffermydd yn is na'r lefel optimwm. Fodd bynnag, nodwyd mai priddoedd mynyddig oedd y rhain mewn llawer achos, sydd heb fod yn naturiol gynhyrchiol nac yn addas i gadw P. Serch hynny, roedd y ffigurau ar gyfer 32% o'r caeau ar fynegrif 3 neu'n uwch ac nid oedd angen mewnbynnau ychwanegol. Dim ond mewn 1% o'r caeau a brofwyd yr oedd lefelau uchel o P a oedd yn achosi perygl drwy drwytholchi. Yn ôl yr Arolwg Cefn Gwlad, roedd cyfanswm y dwysedd N mewn glaswelltir wedi'i wella yng Nghymru yn 2007 yn uchel o'i gymharu â gwledydd eraill a Phrydain Fawr gyfan. Glaswelltir Anffrwythlon a Glaswelltir Ffrwythlon oedd yr unig fathau o lystyfiant yng Nghymru lle'r oedd digon o bwyntiau samplu i roi ystadegau dilys ar gyfer da byw a newid: roedd y rhain yn dangos nad oedd cyfanswm y crynodiadau cymedrig o N wedi newid i raddau arwyddocaol rhwng 1998 a 2007 yn y naill fath o lystyfiant na'r llall. Roedd gwaith monitro o dan gynllun Tir Gofal yn dangos bod gaeafu gwartheg a defaid yn yr awyr agored yn achosi dirywiad yn ansawdd pridd ac yn dwysáu'r perygl o erydu pridd yn sylweddol. Mae hyn yn amlygu'r gwrthbwyso rhwng buddion dichonol (e.e. adar) a chanlyniadau negyddol (e.e. ansawdd pridd) mewn ymyriadau amaethyddol penodol.

Y nod wrth fonitro ansawdd pridd a dŵr o dan gynllun Glastir yw casglu tystiolaeth o effeithiolrwydd y cyfuniadau o ymyriadau rheoli o ran helpu i wella ansawdd pridd a dŵr mewn ffordd a fydd yn hybu'r canlyniadau sy'n gysylltiedig â'r newid yn yr hinsawdd, bioamrywiaeth, ansawdd pridd a dŵr ac ehangu coetiroedd. Am fod y dull monitro presennol yn gyfaddas i'r Arolwg Cefn Gwlad, gall

wneud defnydd o'r cofnodion data hyn i ddeall a dehongli newidiadau mewn tueddiadau cenedlaethol o ganlyniad i effaith benodol y cyfuniadau o ymyriadau. Yn ogystal â hyn, mae angen monitro er mwyn casglu tystiolaeth i fesur statws a thueddiadau o ran ansawdd pridd a dŵr yn gyffredinol ar gyfer anghenion cofnodi eraill a bydd y gwaith hwn yn darparu sylfaen dystiolaeth wrthffeithiol bwysig. Drwy gyfosod a dadansoddi'r data hyn, ceisir dangos sut y mae'r ffactorau sy'n sbarduno newid, e.e. defnydd tir, yr hinsawdd a llygredd, yn effeithio ar yr amgylchedd yng Nghymru, yn ogystal â'r ymyriadau o dan gynllun Glastir. Bydd llawer o'r data o'r gwaith ar briddoedd yn darparu tystiolaeth ar gyfer y dadansoddiad integredig, a bydd hefyd yn cyfrannu at y gwaith modelu sydd wedi'i ddisgrifio yn yr adroddiad hwn ar gyfer cyfuniadau penodol o ymyriadau.

Gyda golwg ar fonitro dŵr a phriddoedd, nod GMEP yw egluro'r cysylltiadau gofodol ac amserol rhwng ymyriadau rheoli tir ac ansawdd dyfroedd croyw, yn enwedig mewn pyllau a rhagnentydd. Mae'r crynofeydd dŵr bach hyn yn adlewyrchu'r ardal o'u cwmpas, yn wahanol i'r afonydd a llynnoedd mwy sy'n adlewyrchu dalgylchoedd cyfan. Felly mae ansawdd cemegol ac ecolegol nentydd a phyllau'n ddangosydd da ar gyfer ymyriadau Glastir ac unrhyw effeithiau dichonol. Am y tro cyntaf mewn arolwg ar y raddfa hon, ac iddo'r cwmpas hwn, bydd y rhaglen yn archwilio macroinvertebrata, diatomau (mewn nentydd yn unig) a macroffytâu er mwyn cynyddu ein gallu i adnabod patrymau a thueddiadau ecolegol, a'u cysylltu ag ansawdd pridd a dŵr. Bydd arolygon o gynefinoedd yn mesur dirywiad/ymaddasu mewn cynefinoedd, sy'n gallu dylanwadu'n fawr ar ecoleg a gwneud crynofeydd dŵr croyw yn fwy agored i effaith ffactorau pwyso eraill fel maethynnau, llifau isel neu waddodion mân. Bydd y dull cyfannol a ddefnyddir gan GMEP 1) yn rhoi mwy o allu i ganfod gwyradau oddi wrth amodau llinell sylfaen/cyfeirio, 2) yn rhoi mwy o allu i wahaniaethu rhwng effeithiau ffactorau pwyso lluosog ac ymyriadau Glastir, a 3) yn ein helpu i briodoli rhesymau dros newidiadau i ansawdd ecolegol.

Ymgwymerwyd â gwaith i sefydlu rhaglen monitro effeithiol ac effeithlon ar gyfer priddoedd a dŵr ym Mlwyddyn 1. Y prif gyflawniadau yw:

#### *Dŵr croyw*

- Hyfforddi 13 o syrfeyr i gyflawni'r protocolau safonol cydnabyddedig ar gyfer biomonitro mewn nentydd yn y 60 sgwâr astudio 1km. Roedd y dulliau'n gyfaddas i ddata EA/WFD a hefyd i raglenni monitro hirsefydlog eraill fel yr Arolwg Cefn Gwlad a'r Rhwydwaith Newid Amgylcheddol.
- Defnyddio technegau sefydledig a phroffedig ar gyfer pyllau (nid oes protocol safonol ar eu cyfer yn y DU/UE yn yr un modd â nentydd) sy'n gyfaddas i ddata'r Arolwg Cefn Gwlad, a data o arolygon pyllau a ddarparwyd gan yr Ymddiriedolaeth Cynefinoedd Dŵr Croyw.
- Cydymffurfio â safonau bioreolaeth cadarn a pholisi iechyd a diogelwch.
- Cyflawni'r arolwg cyntaf o'i fath sy'n monitro, ar yr un pryd, infertebrata dŵr croyw + diatomau (mewn nentydd yn unig) + macroffytâu + cynefinoedd ffisegol + cyfansoddiad cemegol dŵr, mewn pyllau a nentydd.
- Sicrhau gwerth ychwanegol o waith mewn pyllau drwy waith olrhain moleciwlaidd ar fadfallod dŵr cribog



- Trosglwyddo'r holl ffurflenni cae ar gyfer y technegau biomonitro hyn i becyn meddalwedd cyfannol.
- Gweler hefyd y gwaith modelu ar lygredd gwasgaredig yn y bennod ar senarios.

### Pridd

- Paratoi a threialu'r prif arolwg:
  - Hyfforddi 13 o syrfewyr i ddefnyddio dulliau samplu pridd.
  - Cynhyrchu ffilm hyfforddi 25 munud o hyd ar samplu priddoedd.
  - Datblygu protocolau labordy newydd a phrofi / prynu cyfarpar i wella effeithlonrwydd gan roi prawf ar ddulliau unigryw ar gyfer mesur bioamrywiaeth mewn pridd yn yr holl briddoedd yng Nghymru.
- Samplu uwchbriddoedd: casglu 1500 o samplau o 300 o leiniau ar yr un pryd ag arolwg botanegol parhaol gan ddefnyddio dulliau sy'n addas ar gyfer dadansoddi ffisegol, microbaidd, cemegol, carbon ac infertebrata.
- Newid yn yr hinsawdd:
  - Cwblhau gwaith profi cysyniad ar gyfer mesur newid yn uchder mawn drwy ddulliau synhwyro o bell.
  - Cwblhau gwaith profi cysyniad ar gyfer adnabod mawn noeth, sy'n agored i effaith erydu, mewn lluniau a dynnwyd o'r awyr.
- Erydu: mae BGS wedi darparu rhediadau model o erydu pridd gan ddŵr a gwynt gan ddefnyddio'r model PESERA ar gyfer Cymru. Gweler hefyd y gwaith modelu ar erydu yn y bennod ar senarios.
- Ffynonellau data allanol: casglu data am briddoedd o ffynonellau eraill gan gynnwys setiau data CNC er mwyn gwella a chymharu data a gasglwyd gan GMEP.



Ym Mlwyddyn 2 bydd nifer y sgwariau 1km yn yr arolwg yn codi o 60 i 90, felly bydd priddoedd yn cael eu samplu mewn 450 o leoliadau. Bydd creiddiau pridd yn cael eu samplu ar gyfer dadansoddi ffisegol, cemegol, biolegol ac infertebrata. Bydd y gwaith ar gronni mawn yn parhau, a bwriedir llunio methodoleg i'w chynnwys yn rhaglen monitro GMEP yn y dyfodol erbyn diwedd yr ail flwyddyn. Byddwn yn parhau i goladu setiau data perthnasol a geir oddi wrth sefydliadau eraill ac yn ymchwilio i'r posibilrwydd o'u hintegreiddio â data GMEP er mwyn adrodd ar dueddiadau cenedlaethol. Byddwn hefyd yn datblygu sgriptiau cyfrifiadur awtomatig i ganfod effeithiau o ymyriadau a throsglwyddo'r data i'r porth data drwy gydweithredu ag aelodau eraill y tîm. Bydd mwy o nentydd a phyllau'n cael eu harchwilio hefyd a chyflawnir yr un mesuriadau â'r rhai ar gyfer y sgwariau ym Mlwyddyn 1. Byddwn yn cydweithio â modelwyr dalgylchoedd LUCI er mwyn canfod yr effaith o leoliadau gofodol yr ymyriadau, nodweddion ar dir uwch a gweithgarwch o dan Glastir ar ansawdd dŵr croyw yn y sgwâr samplu.

## Report Summary

### Introduction to the Glastir Monitoring and Evaluation Programme and team

The Welsh Government has commissioned a comprehensive new Glastir Monitoring and Evaluation Programme (GMEP) to monitor the effects of Glastir, its new land management scheme, and potentially contribute to the monitoring of progress towards a range of national and international biodiversity and environmental targets. This fulfils a commitment by the Welsh Government to establish a monitoring programme concurrently with the launch of the Glastir scheme. It is a major development from past monitoring programmes which have only reported after schemes have been closed. The project will also ensure compliance with the rigorous requirements of the European Commission's Common Monitoring and Evaluation Framework (CMEF) through the Rural Development Plan (RDP) for Wales within one of its four key areas (known as Axes) called "Our Environment and Countryside". The early findings from GMEP will provide fast feedback to inform negotiations for the next phase of the RDP. The data, models and tools collected and developed within GMEP will also help inform future planning of Wales' natural resources in a joined-up way to ensure the development of a green economy and the aspirations of the Environment Bill. The current two year programme will be extended by a further two years subject to successful completion of the first two year deliverables.

The GMEP team comprises a mix of organisations with different specialisations covering the different schemes activities, objectives and outcomes. The programme is led by the Natural Environment Research Councils' Centre for Ecology & Hydrology Bangor, an independent public research body. The project consortium includes ADAS, APEM, Bangor University, Biomathematics and Statistics Scotland, Bowburn Consultants, British Geological Survey, British Trust for Ornithology, Butterfly Conservation, ECORYS, Edwards Consultants, Freshwater Habitats Trust, St Andrews University, Staffordshire University, University of Aberdeen, University of Southampton, and Victoria University of Wellington, New Zealand.

### The GMEP approach

A major part of the programme involves a rolling annual survey across Wales using an ecosystem approach. Measurements include a range of soil and water quality metrics, landscape features, plant and freshwater diversity, condition assessment of historic features, two pollinator and four bird surveys; all mapped to Glastir intervention measures and the five high level outcomes as prescribed by the Welsh Government. Work to look at past data on impacts of agri-environment schemes and on-going trends is central to the programme's data and evidence activities. Examples of wider data and evidence utilisation include; historic data held by the Biological Record Centre, British Trust for Ornithology and Centre for Ecology & Hydrology's Countryside Survey. The utilization of wider evidence and data will enhance the power of evaluation and also provide a long term historic backdrop. More workshops will be held with a range of specialist monitoring organisations and Natural Resources Wales in Year 2 to ensure full use of data and evidence captured through wider past and current monitoring programmes.

To our knowledge, this will constitute the largest and most in-depth ecosystem monitoring and evaluation programme of any Member State and Managing Authority within the European Union. Many novel elements included are: an ecosystem approach to enable robust analysis of trade-offs and co-benefits; a rolling monitoring programme running parallel to the scheme to provide fast feedback; a



major contribution from modelling; incorporation of social and economic analysis; application of new methods such as molecular technique for soil biodiversity, satellite data for peatland condition monitoring and mobile flux towers for measuring greenhouse gases. These will all help to increase efficiency, improve data quality and help ensure the breadth of Glastir impacts on the Welsh landscape, farmers and wider society are reported.

Major achievements by the GMEP team in its inception year Sept 2012 – August 2013 are presented in this report with key 1<sup>st</sup> year results for each of the five outcomes outlined below starting with results from a major modelling exercise to estimate potential effects of some Glastir interventions at the farm and national scale.

### **Future scenarios of Potential Glastir Impacts**

Glastir land management options are expected to evolve with changing policy priorities and emerging evidence on the effectiveness of options. Computer modelling of scheme outcomes will be a key decision making tool in this process, and was used in a quantitative assessment of the impacts of the fore-runner agri-environment schemes that was able to link modelled pollutant pressures with the measured chemical and ecological status of freshwaters in Wales (Anthony *et al.*, 2012). Computer models synthesise the available evidence and our best understanding of the state and sensitivity of the natural environment. They provide an opportunity to interpolate and project long-term outcomes at landscape scale, allowing policy analysts to evaluate and rank scheme outcomes relative to targets. Specifically for this programme of work, they provide estimates of changes in pollutant emissions that are difficult to measure directly, for reasons of scale or cost, such as greenhouse gas emissions. Where measurements are available, they can be compared against model predictions to verify the representativeness of the monitoring framework.

Most importantly, computer models provide an opportunity to quantify multiple outcomes and apportion impacts between the many changes in land management associated with a scheme. Many of the land management options under Glastir have multiple impacts on, for example, water quality, mitigation of climate change, plant communities, and provision of habitat for birds and animals. By collating outputs from an ensemble of models from the different sciences it is possible to provide a more complete assessment of the benefits of the Glastir scheme and to identify the most effective elements, enabling policy makers to explore trade-offs and iterate the scheme design faster.

A key objective in the first year of the Glastir monitoring and evaluation programme was therefore to demonstrate the use of an ensemble of modelling tools to scope the potential outcomes of representative Glastir land management options. The 'Future Scenarios' chapter reports on the application and future potential of computer modelling frameworks to quantify the impact of representative Glastir management options on each of the intended Glastir outcomes: biodiversity; climate change mitigation; soil and water flow and quality; and woodland expansion and management. The intent of this work was to demonstrate the potential for an ensemble of models to project the multiple outcomes of management options, for a) provision of estimates of changes in pollutant emissions and eco-system services that are difficult to measure directly; b) evaluation of the relative benefits of individual management options and refinement of the Glastir scheme design in advance of direct measurements of impacts becoming available; and c) quantification of the multiple benefits that arise from a spatially explicit and eco-systems services approach to the targeting of options. In summary, achievements in the first year are:

- Three models (WDP-EMP, LUCI and MultiMOVE) with the capability to provide both local and national projections were set up and augmented as appropriate to calculate the potential impacts of 6 Glastir land management options using consistent baseline conditions and scenarios of scheme participation as agreed with the Welsh Government. These were:
  - Retain Winter Stubbles
  - Allow Woodland Edge to Develop Out into Adjoining Field
  - Grazing Management of Open Country
  - Grazed Permanent Pasture with No Inputs
  - Create Streamside Corridor with Tree Planting
  - Mechanical Bracken Control
- The models calculated the potential impacts of the maximum implementation of each option on the relevant areas of participating farms on plant community structure; connectivity of woodland habitats; flood generation; nutrient and sediment losses to rivers and lakes; greenhouse gas emissions; and carbon storage. Not all models were applicable to all interventions or all outcomes. Three scenarios of low, medium and high uptake were explored and assumed maximum implementation of the relevant options of participating farms which it should be noted is likely to significantly overestimate outcomes. Information on actual area of land in agreements was not available.
- Individual Glastir prescriptions resulted in the expected changes in habitat suitability for 75% of the 21 plant species modelled, resulting from de-intensification of vegetation management and changes in soil properties. Significant progress towards target habitat suitability scores was made within 10 to 23 years of uptake of options.
- Individual Glastir prescriptions that result in a reduction in farm inputs and overall stock numbers on farm habitat areas generally delivered small (<1%) national reductions in both eutrophying and climate forcing pollutant emissions. Local pollutant reductions were several times greater within Priority Catchments that have large areas of relevant land and are targeted for scheme enrolment. Change in the overall carbon footprint (which includes embedded greenhouse gas emissions) for specific farms could be as high as 26% (see Section 5.4).
- Large reductions in national nitrate leaching, nitrous oxide and methane emissions of 5 to 10% were achieved by with-holding nitrogen fertiliser and reducing stocking rate on the larger improved grassland area.



- Glastir prescriptions to introduce streamside corridors with trees and extend existing woodland parcels increased the area of woodland by ca. 10,000ha and national carbon storage by less than 1%. The gain in accessible land for 'generic' broadleaf focal species (a type of bio-indicator) through increased woodland connectivity was 3 to 12% with a potential reduction in flood generating land of 1 to 9% due to these two woodland



options. The prescriptions also have a significant potential to reduce the connectivity of erodible land to rivers and lakes, and were projected to reduce eroded soil and phosphorus delivery by up to 15%. Areas generating high load that move through soils or vegetation with intercepting qualities en route were often shown to be of less significance to the overall water nutrient budget than more moderate-generation areas with no interception en route to the river. Embedded greenhouse gas emissions resulting from reduced stock numbers and associated fertilisers with these woodland interventions resulted in a 1 to 4% reduction in emissions at a farm scale (see Section 5.4).

- The scale of the model results suggests that the cumulative impact of uptake of a number of Glastir prescriptions can be significant. However, the outputs are based on the assumption of maximum implementation of options across all the relevant land area on a farm and a range of scientific assumptions embedded within the models. It is expected that the results presented are a large over-estimate of impact where there are barriers to implementation of an option, such as a loss of productivity resulting from the with-holding fertiliser applications or conversion of pasture to woodland. There is a critical need for a detailed analysis of the pattern of option uptake and a survey of the actual changes in farm management to quantify the limits to uptake and establish the true level of additionality. The planned GMEP Farmer Practice Survey for 2016 and more detailed information on agreements from Welsh Government will inform future model applications.
- It should also be noted that possible changes in environmental goods and services outside of Wales to compensate for any reduction in production within Wales is not accounted for.

Future modelling work will prioritise use of the LUCI model to calculate the benefits of targeted placement of management options on farm, to maximise the multiple outcomes of relatively small areas of option uptake; application of the MultiMOVE model to the whole of Wales; and scoping of the impacts of management options not included in the current scheme design using the WDP-EMP model for consideration by the Welsh Government.

### **The field survey**

The field survey sits at the heart of the GMEP programme. The aim is to provide the main evidence base for ongoing change in the countryside (a Wider Wales Component) against which the impact of Glastir interventions can be evaluated using a Targeted Component (TC). The Targeted Component sample areas are selected according to the points structure for the Advanced element of Glastir and therefore reflect the current priorities for Glastir outcomes. This approach combined with an integrated ecosystem approach to data collection means the survey is flexible over time as the Welsh Government's priorities change over the first 4 years of the programme. A common sampling unit of 1km x 1km square was selected for both components to ensure a practical sampling unit which would allow outcomes from species to landscape to be evaluated. We have not taken a paired

farm-unit approach due to the limitations, including redundancy and biases that can result. The 1km squares are surveyed on a rolling programme with squares re-visited every 4 years. This has several advantages including; (i) maximising efficient use of resources, (ii) capturing year-to-year variation, (iii) providing early data to test and parameterise models such that early feedback to the Welsh Government can be provided, and (iv) ensuring trade-offs and co-benefits are captured which would be missed if e.g. separate bird, plant and soil surveys were not co-located.

The Field Survey chapter describes all the field methods in detail with a full list of all measurements and data contained within an Appendix. In summary, achievements in Year 1 are:

- Statistically robust and flexible nationwide survey designed, based on rolling programme and sampling unit chosen to include a the Wider Wales Component (WWC) used for baseline estimation, national trends and national reporting of Glastir, and a Targeted Component (TC), which specifically links to the priority areas and aims of the Glastir scheme.
- The first year of survey was completed successfully. 60 1km squares were surveyed for a wide range of ecosystem properties including birds and pollinators, soils and headwater streams, historic features and footpath condition, hedgerows and woodlands. Examples of the scale of the survey include:
  - 1726 botanical plots surveyed.
  - 1500 soil samples taken from 300 plots coincident with permanent botanical survey using methods appropriate for physical, microbial, chemical, carbon and invertebrate analysis.
  - 2043 point features identified and assessed.
  - 4 separate surveys of birds (April – July).
  - 2 separate surveys walking a 120km of transect to count butterfly species, bee and hover groups plus timed searches within 9000m<sup>2</sup>.
  - 790 km of linear features (hedgerows, stream banks etc).
  - First survey of its kind to simultaneously monitor freshwater invertebrates, diatoms (streams only), macrophytes, physical habitat, water chemistry, in both ponds and streams.
  - 47 historic features assessed for their condition.
  - 960 landscape photos taken.
- Landowners granted access to 82% (scheme and none scheme holdings) of the total land area within the 60 1km squares. In years 2-4 the number of squares will be scaled up to 90 squares per year to create a total sample area of 330km<sup>2</sup> (33,000 ha.). By year 4 the relative split between scheme and none scheme holdings within this sample area will be approximately 50 / 50 with the expected Glastir uptake of *ca.* 4500 individual farms which will ensure a robust counterfactual against which to evaluate scheme impact.
- 13 field surveyors were successfully recruited and trained and bespoke field survey software was developed.
- Quality control was carried out by independent surveyors who cross-checked 12% of all survey squares.
- Surveyors collected data using a ruggedized tablet which automated the import, transfer, backup, and completion of survey data.



- Full bio-security measures were put in place to cover both plant and animal diseases. Farmers were also asked if there were any known plant or tree diseases and surveyors avoided these infected areas.

## Biodiversity

The goal of sustainable rural development within the EU Rural Development Programme seeks to achieve economically and ecologically sustainable use of land and water. This recognises a requirement for reversing ecosystem degradation and the loss of underpinning biodiversity. In Wales, the Glastir scheme is a significant component of the Rural Development Programme and so contributes to fulfilling a number of statutory obligations and targets relevant to biodiversity. These are derived from agreements as global (Aichi targets), European (European Union Biodiversity Strategy (EUBS) plus Habitats and Birds Directives) and UK levels (Wildlife and Countryside Act and Natural Environment and Rural Communities Act). Of particular significance is target 3 of the EUBS that aims to 'increase the contribution of agriculture and forestry to biodiversity'. Since 81% of Wales is farmed, agri-environment scheme funding is seen as one of the most important mechanisms for delivering a large-scale re-balancing of production, ecosystem service supply and biodiversity to achieve sustainable rural development. The Biodiversity chapter describes progress and future plans for assessment of the outcomes of the new Glastir agri-environment scheme on Welsh biodiversity. We apply a combination of approaches including data collection within the 4 year rolling monitoring programme, modelling and analysis of existing monitoring schemes. In summary achievements in Year 1 are:



- Habitat, plant, bird and pollinator surveys completed in all GMEP squares with protocols modified specifically to optimise detection of Glastir impacts.
- Habitat keys updated in consultation with NRW including changes to indicator species lists and updates.
- Preliminary assessment of the extent to which the distribution of the planned GMEP survey squares overlaps with those of priority species and habitats of conservation interest, exploration of three case studies and mapping of interventions with measurements to identify if direct or proxy measures will be reported.
- Assembly of contextual datasets to enable estimation of future Glastir impacts on biodiversity in light of the legacy effects of past schemes and the past and ongoing impacts of other drivers such as climate, land-use and air pollution.
- Application of the MultiMOVE niche model ensemble to explore forecasting of the effects of Glastir prescriptions on plant species. MultiMOVE was applied to two test catchments and four measures. 21 plant species were modelled where each was drawn from existing Countryside Survey plots representing the catchment land classes and habitats targeted by each prescription in Wales. Of the total number of species and measure-specific projections run for common species, 30 (75%) were consistent with the expected impact of Glastir however these changes were projected over relatively long periods.
- Production of new 10km plant species pools based on distribution data holdings and corrected for over and under-recording. These species pools were subsequently used to aid species selection for MultiMOVE modelling.
- Completion of trends analysis for Welsh species groups collected by volunteer schemes. Of the species with sufficient data for analysis, 10 out of 18 taxonomic groups had a net

negative trend from 1970 onwards with the remaining 8 taxonomic groups showing a positive net change trend. Common species are out-performing rare species in terms of the change in the probability of observing a species between 1990 and 2000.

- Completion of a first version of a Watchlist Indicator for species trends in Wales
- Preliminary work testing spatial metrics of habitat connectivity.
- Compilation of criteria and datasets for testing the definition of High Nature Value Farmland in Wales and measuring its present and future extent and ecological condition.
- Initiation of work to extrapolate outside of 1km GMEP squares using remote sensing data so as to enable inference of monitored and modelled quantities across Wales.

### **Climate Change and Diffuse Pollution Mitigation**

Agriculture is a significant source of diffuse water pollution and greenhouse gas emissions in Wales; whilst some agricultural practices are also responsible for losses and gains of soil carbon. The Welsh Government has set national targets to improve water quality and reduce greenhouse gas emissions, and the agricultural sector is expected to contribute to the meeting of these targets. In consequence, the Glastir scheme has been developed with sufficient flexibility to target priority themes (such as soil carbon) in a spatial context, and introduce measures on



farms to e.g. enhance carbon sequestration, reduce greenhouse gas emissions and diffuse water pollution from the agricultural sector. The Welsh Government has prioritised funding for interventions focussed on climate change mitigation and diffuse water pollution for Years 1 and 2 of the scheme.

As a first step to determine the potential impacts of Glastir on diffuse water pollution, greenhouse gas emissions and carbon sequestration, The Welsh Government has tasked the Glastir Monitoring and Evaluation Programme to assess the potential impact of Glastir interventions on these priority areas through modelling, a Farmer Practice Survey to identify actual changes on the ground, and additional work to identify the wider benefits of the Glastir Efficiency Grants.

In summary, achievements in first year are:

- Assessment of the greenhouse gas sources and carbon sequestration, which each of the modelling tools has the capacity to estimate (e.g. soil methane, enteric methane, embedded emissions)
- Mapping of four modelling approaches to Glastir intervention measures, by the Expert Panel
- Application of the Bangor footprinting life cycle approach on 16 model farms for four Glastir intervention measures to quantify changes in greenhouse gas emissions from on-farm sources, as well as embedded emissions associated with feed and fertiliser production. Estimates of the potential outcome of 4 intervention measures were a 0-24% decrease in carbon footprint.
- Population of the ADAS modelling tool at the national scale for five Glastir interventions to assess potential changes in gaseous emissions (nitrous oxide, methane) and diffuse water pollution (nitrogen, phosphorus and sediment)

- Acquisition of datasets for future spatial modelling using the ECOSSE model
- Developed a draft protocol for the repeat Wales Farm Practice Survey, including the proposed stratification strategy, for discussion with funders and the wider programme project team
- Planned the approach for assessing the impact of Glastir Efficiency grants on i) the carbon footprint of farms which have made use of them, and ii) the wider (off-farm) benefits to the rural economy

## Landscape and Historic

Wales is typified by some of the finest mountain and coastal scenery in Europe, as well as small-grained farmed landscapes and heritage landscapes of national and international significance (WLP, 2009). Landscapes provide the framework for our natural capital and the individual components which create this wealth –habitats, species, culture, geology, and the human economic activity which takes place within them, all contribute to their development. As such, landscapes are not just “snap-shots” rather they provide direct and visible evidence of centuries of human activity. The rich and distinctive nature of Wales’s historic environment is revealed through its historic landscape

character (fields, moors, lanes, settlements etc.) and is further manifested in its unique endowment of archaeological sites, field monuments and other material remains. There is clear recognition of the significant contribution of the historic environment to quality of life in Wales. The recent Historic Environment Strategy for Wales (Welsh Government, 2013) is focused on actions to enable the protection of Wales’s heritage while also encouraging public access, enjoyment and participation.



The historic environment comprises a diverse set of assets ranging from formally designated sites to locally important landmarks and features. Across Wales there are 3 World Heritage Sites, 428 registered historic landscapes, parks and gardens, 519 conservation areas, 4,000 scheduled ancient monuments and 30,000 listed buildings. There is evidence that such assets contribute to a range of benefits spanning job creation, tourism, place-making, identity, education and community involvement. Research to assess the value of the historic environment in Wales (ECOTEC, 2010) estimated that the sector supports over 30,000 jobs and contributes around £840 million to national gross value added (GVA). Some of the most popular visitor attractions in Wales are heritage sites, including Conwy Castle which attracted over 160,000 visitors in 2012. The historic environment is widely used in the promotion of Wales as a destination and is one of most popular reasons cited by visitors in Visit Wales research of visitor motivations. However, the strategy identifies a need for action to increase accessibility, understanding and engage under-represented groups. The cost of maintaining and restoring assets is also a significant challenge. The Programme for Government, set out in 2011 for the current Assembly term, includes an aspiration to enrich the lives of individuals and communities through culture and heritage with a longer-term goal to increase the percentage of historic environment assets in a stable or improved condition. The 2013 update reports that public engagement with heritage is growing and there has been some success in strengthening the place of the Welsh language in everyday life and the percentage of historic environment assets in a stable or improved condition is estimated at just over 78%.

Landscape quality is an inherently subjective concept, the measurement of which is dependent on a variety of factors, including where the assessment is made, when it is made (time/season/weather) and, critically, on who is making the judgment. The key challenge in landscape studies and for the GMEP project is therefore to define a method which can measure components of quality in quantifiable and repeatable ways and this is a key output of the first phase of the landscape component of the GMEP work. Major achievements in the first year to address this challenge are:

- The construction of detailed 3D datasets for all 60 1km<sup>2</sup> study sites which take into account both landscape topography and small-scale landscape features which constrain the visibility of the landscape (e.g. significant trees, boundaries such as hedgerows, buildings, woodlands).
- The construction of 3D datasets at 5m resolution for a 3 x 3km area surrounding each of the 60 study sites.
- The extraction of a complete Public Rights of Way (PROW) network for different classes of user (walker, cyclist, horse-rider, small vehicle, large vehicle) for all 60 sites.
- The collation of a visual record of all 60 sites from both fixed point photography completed during the field survey (16 per site), and from the collation of nearly 200 publically contributed photographs of these 60 sites to the geograph website (<http://www.geograph.org.uk/>), with typically 4 additional photographs provided per site (Figure 6.1.1).
- The construction of detailed 3D viewsheds based on the PROW for all 60 1km<sup>2</sup> study sites. In addition, we have also coded the methods to calculate the viewsheds from each 1km study site looking out to the surrounding 3 x 3km, as well as the contribution that the 1km study site makes to the landscape view looking in from the surrounding 3 x 3km area. This is a quantifiable measure of how “visually accessible” this landscape is to the general public.
- The extraction of all historic environment features for the 60 sites.
- An assessment of historic feature condition has been successfully incorporated into the field survey, building on field notes provided by the archaeological trusts. This will yield a timely and significant new set of survey data about historic sites’ condition.
- The development of a unique Visual Quality Index (VQI) to quantify the landscape value of each 1km study site. This includes five key components: topography (how rugged / varied the landform is); “blue-space” (water features in the landscape); “green-space” (habitat diversity, vegetation complexity); anthropogenic (built components); historic / cultural (including presence of Scheduled Ancient Monuments *etc*).



A key development during spring 2014 will be the development of landscape visualisations to illustrate future landscape changes on the target sites instigated and paid for through Glastir and preference surveys will be used to evaluate the public response. As part of the landscape component, we will be making use of cutting-edge, computer-gaming visualisations to produce ecologically correct future landscapes. These visualisations will be grounded in reality, with all of the vegetation based on the survey information collected in the field by the ecologists and changes in these wooded structures will follow ecologically realistic growth patterns for Wales. The user will be able to “walk through” the landscape which will be made available online and will not only gather the views of Welsh citizens, but also of potential visitors to Wales from across the globe. Far from being a gimmick, these visualisations are now of such a quality that they can be used to engage the

view of young people and those members of the Welsh public (perhaps in more urban locales / potentially socially disadvantaged areas) with regards to the shared landscape assets of Wales which they are all paying to help protect. We believe that this will be the first time, such high quality and ecologically correct landscape visualisations will be created and used for such public engagement purposes.

## Woodlands

Woodlands are important for the provision of multiple Ecosystem Services, goods and benefits including timber, soil protection, flood prevention, recreation, climate regulation and wild species diversity (for both generalists and woodland specialists). Many of these services are additive and there are synergies between services rather than trade-offs, woodlands are multi-functional habitats. The environmental benefits of woodlands in Wales have been valued at £34 million (Read *et al.* 2009). A recent survey demonstrated that nearly 65% of people in Wales visit Welsh woodlands regularly and 94% believe they provide a definite benefit to the local community. The National Forestry Inventory estimate the total area of all woodland in Wales in 2010 to be 303.5 000 ha, 14% of Wales. The Inventory also estimated that between 2001-2010 the area of broadleaved



woodland increased by 16000ha and the area of conifers decreased by a 13000ha. In Wales, only broadleaf-dominated woodland is native, and this type is the main focus of nature conservation interest. It includes seven Priority Habitat types recognised in the UK Biodiversity Action Plan. The Woodlands for Wales indicators report (2012) showed that the population trends of the

majority of species of conservation concern are still unknown, however, the population declines of red squirrels and floating water plantain had been stabilised, declines of the pearl bordered fritillary, the great crested newt and Juniper were slowing and the population increase of black grouse had stabilised. There was no significant trend in the woodland bird index between 1994 and 2009.

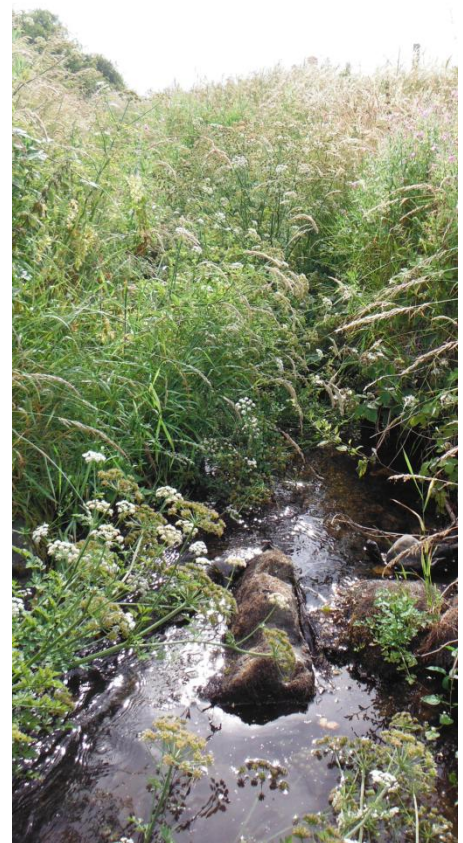
The Welsh Government strategy 'Woodlands for Wales' was published in 2001 and revised in 2012. It promotes the design and management of woodlands to provide a wide and balanced range of ecosystem services. A set of 23 indicators have been developed to measure progress towards achieving the 20 high level outcomes outlined in the Woodlands for Wales's strategy. These include measures on extent, area of woodland of different types (urban, farm *etc.*) and how that is changing, habitat diversity and species, sustainability of woodland management, carbon balance, tree health, local benefits of woodland, accessibility, value of wood and water management; spanning the range of social, economic and environmental benefits. The Land Use Climate Change report recommended an expansion of woodland over 20 years by about 100 000ha (mainly deciduous but with a proportion of conifer) with tree provenance adapted to the projected climate. This initiative would create a GHG sink and a fuel wood potential. They also recommended management to ensure that woodlands do not become an annual GHG source and that Welsh woods are managed to optimize long term GHG abatement. Tree disease and tree health has risen sharply up the political agenda recently with the spread of diseases e.g. *Chalara fraxinea*, *Phytophthora ramorum*, sudden oak death, Dothistroma needle blight and the high number of potential threats that could adversely affect a number of species.

Glastir has a woodlands element which has been designed to support land managers to create new woodlands and manage existing woodland to promote ecosystem services; Biodiversity, Water, carbon, landscape, historic features and access. The woodland element provides area and capital grants for

- Thinning-allowing more light to enter the woodland top improve ground flora and natural regeneration.
- Restocking- improving species diversity.
- Infrastructure- managing previously inaccessible woodlands.
- Boundary work- to stock proof woodlands or improve stock management.
- Protected and priority species- grants to conserve important species.
- Vegetation management- to control invasive and exotic plants.
- Pest control- including grey squirrels and deer.
- Public access- to improve woodland access and provide visitor information.

The Glastir Monitoring and Evaluation Programme is using a combined survey and modelling approach to identify the benefits of Glastir interventions at the national scale. Progress to date in Year 1 includes:

- Field protocols agreed and implemented for recording of woodland habitats and species in GMEP survey squares which includes mapping of woodland habitat, dominant species, management information, land use, vegetation plots in small and large woodland patches and along woody linear features and bird and pollinator recording.
- Assembly of explanatory data to analyse changes in woodland extent and condition and impacts on other environmental and biodiversity response variables.
- Mapping of Glastir interventions to GMEP measurements and Woodland Plan for Wales
- Application of the MultiMOVE niche plant species model ensemble to explore forecasting of the effects of 2 woodland Glastir prescriptions (AWE 9b) Create streamside corridor on improved land with tree planting, (AWE 24) Allow woodland edge to develop out into adjoining fields (see Chapter 2).
- Application of the LUCI landscape ecosystem model to explore forecasting of the effects of 2 woodland Glastir prescriptions and their synergies or trade-offs with other services (see Chapter 2).
- Application of the WDP-EMF model to explore forecasting of the effects of 2 woodland Glastir prescriptions (see Chapter 2).
- Explored habitat connectivity metrics to develop methods for assessing impacts of Glastir measures on connectivity of woodland habitats (see Chapter 4).



Plans for Year 2 include:

Analysis of the impacts of Glastir woodland measures on ecosystem services and biodiversity using different analytical and statistical techniques and modelling described in detail in other chapters and creation of a Woodlands topic group will be formed to advise and comment on the objectives, analysis, and outputs of GMEP woodland work

### **Soil Natural Capital and water flow and quality**

Farmers not only provide the food and nutrition supporting human existence, but they act as stewards of the land. Good stewardship can unlock nutrients from soils and manage water effectively to create and sustain biodiverse habitats. Conversely, poor understanding of best management practice, or poor stewardship, can lead to habitat degradation and a depletion of soil natural capital stocks. Farmers are often asked by society to tread a narrow path, producing food without degrading the landscape. Agricultural management and disturbance can be important for unlocking nutrition and enhancing water, soils and biodiversity, but too many inputs, over stocking, or emphasis on monocultures can lead to environmental damage. Aside from food production, water and soils fulfil important regulating and cultural ecosystem services. Clean water from reservoirs minimizes treatment for human consumption; soils can buffer floods and droughts which can cause major social and economic damage. Regulation of water quality and flows is inextricably linked with soils and their functionality. Moreover, soils control and regulate the recycling of waste and nutrients, but excessive nutrient inputs can lead to runoff and pollution of water bodies. Soils are a major carbon store and can either help to reduce climate change by sequestering CO<sub>2</sub> from the atmosphere, or in some circumstances add to climate change through methane and nitrous oxide emissions. Soil and water bodies also provide important habitat and gene pools; antibiotics were first extracted from soils and now fulfil vital roles in human and animal medicine. Soils and surface waters are vulnerable to degradation and threatened by over-intensive landuse, pollution and climate change, and must be managed with care.

The National Ecosystem Assessment reported that Welsh upland rivers are particularly vulnerable to acidification, while those draining more intensive agricultural land are at risk of eutrophication through nutrient loading. Recent assessments indicate that from 1990 to 2008 river water quality has improved. Nutrient loading is a major threat with 8% of Welsh rivers being regarded as high in phosphates, and monitoring indicating an increase in algal blooms during the 1990's associated with high nitrate concentrations, which since 2000 appears to be declining. Acidification has also been observed to be declining in upland freshwaters, whereas Dissolved Organic Carbon (DOC) has been increasing.



Countryside Survey produced the most recent results for state and change trends of topsoil across Wales over the last 25 years. Results indicated no overall change in soil organic carbon in Wales. The mean pH of soils increased significantly between 1978 and 1998 accounting for much of the significant increase in mean soil pH between 1978 and 2007 indicating much of the benefit of reduced acidic inputs has already been gained. For Coniferous Woodland, Acid Grassland and Dwarf

Shrub Heath however, there were no significant changes in mean soil pH between any of the Surveys or across the entire period between 1978 and 2007 reflecting their low buffering capacity and weathering rates and thus slow recovery times. Results reported in the recent EA report on Glastir found that 80% of all fields tested were too acidic for optimal plant growth, which also poses a leaching risk to water courses. Analysis of farms under the Cefn Conwy Programme revealed that this sub optimal pH is due to a reduction in lime application, primarily for economic reasons. Recent data from EA showed that 31% of farmers fields tested were below optimum levels for P, however, they note that in many situations this was on upland soils, which are not naturally productive, nor suited to retaining P. Conversely, 32% of fields were at index 3 or above requiring no extra inputs. Whilst only 1% of fields tested had very high P levels posing a leaching risk. According to Countryside Survey, total N density in Improved Grassland in Wales in 2007 was relatively high compared with other countries and with GB as a whole. Infertile Grassland and Fertile Grassland were the only vegetation types in Wales to have sufficient sample points to provide valid statistics for stock and change showing mean concentrations of total N did not change significantly between 1998 and 2007 in either vegetation types. Monitoring under Tir Gofal showed that outwintering both cattle and sheep caused a decline in soil quality and greatly exacerbated the risk of soil erosion. This highlights the trade-offs between the potentially positive benefits (e.g. birds) and negative consequences (e.g. soil quality) of individual agri-intervention measures.

The aim of the Glastir monitoring of soil and water quality is to collect evidence for the effectiveness of bundles of management interventions in helping deliver improved soil and water quality that will address the outcomes of interest related to climate change, biodiversity, soil and water quality and woodland expansion. The compatibility of the current monitoring with Countryside Survey means it can draw on this data record to understand and disentangle changes in national trends from the specific impact of intervention bundles. The monitoring is also required to collect evidence to quantify the status and trend of water and soil quality in general for other reporting requirements and this work will provide an important counterfactual evidence base. Synthesis and analysis of this data will seek to identify how the Welsh environment is being impacted by drivers of change, such as landuse, climate and pollution over and above Glastir interventions. Much of the data from the soils work package will not only provide evidence in the integrated analysis, but will also help support the modelling previously described in this report for specific bundles of interventions.

With regard to water and soils GMEP aims to elucidate the spatial and temporal links between land management interventions and the quality of freshwaters, in particular ponds and head water streams. These small water bodies reflect their surrounding area, unlike larger rivers and lakes that reflect whole catchments areas. Thus the chemical and ecological quality of streams and ponds are a good indicator of Glastir interventions and any potential effects. For the first time in a survey of this scale and scope, the programme will simultaneously survey macroinvertebrates, diatoms (streams only) and macrophytes to maximise the potential to detect ecological patterns and trends, and our ability to link them to soil and water quality. Habitat surveying will provide a measure of habitat degradation/modification, which can strongly influence the ecology and may make freshwater bodies more susceptible to other stressors such as nutrients, low flows or fine sediment. The holistic approach delivered by GMEP will 1) provide us with greater power to detect deviations from baseline/reference conditions, 2) enhance our ability to disentangle the effects of multiple stressors and of Glastir interventions, and 3) help us attribute reasons for changes to ecological quality.

Work to establish an effective and efficient monitoring programme for soils and water has been undertaken in Year 1. Major achievements include:

## Freshwater

- Successfully trained 13 surveyors to deliver the recognised biomonitoring standard protocols for streams where they occurred in the 60 1km survey squares. Methods compatible with EA/WFD data and also other long running monitoring programmes such as Countryside Survey CS, Environmental Change Network.
- Delivered established and proven techniques for ponds (there is no standard UK/EU protocol as for streams) compatible with Countryside Survey data, and pond survey data provided by the Fresh Water Habitats Trust.
- Strict biocontrol and H&S policy were followed.
- Successfully delivered first survey of its kind to simultaneously monitor freshwater invertebrates + diatoms (streams only) + macrophytes + physical habitat + water chemistry, in both ponds and streams.
- Obtained added value on ponds through molecular tracer work on great crested newts
- Transferred all the field forms for all these biomonitoring techniques into a holistic software package.
- See also diffuse pollution modelling work described in the scenarios chapter.



## Soil

- Main survey pilot and preparation:
  - Trained 13 surveyors in soil sampling methods.
  - Made a 25 minute training film of how to sample the soils.
  - Developed new lab protocols and tested / bought equipment to improve efficiency including methods tested for quantifying soil biodiversity uniquely for all Welsh soils.
- Topsoil sampling: 1500 samples collected from 300 plots coincident with permanent botanical survey using methods appropriate for physical, microbial, chemical, carbon and invertebrate analysis.
- Climate change:
  - Proof of concept work completed for measuring change in peat height using remote sensing.
  - Proof of concept work completed for identifying bare peat, susceptible to erosion, from air photos.
- Erosion: BGS has provided model runs of soil erosion by water and wind using the PESERA model for Wales. See also modelling work for erosion in the scenario chapter.
- External data sources: Gathered other sources of soils data including NRW data sets to enhance and compare data collected within GMEP.



In Year 2 the survey of squares will be expanded from 60, 1km squares to 90 meaning 450 locations will be sampled for soils. Soil cores for physical, chemical, biological and invertebrate analysis will be sampled. Work on peat accumulation will be on going, with the expectation of producing a methodology that could be incorporated into a future GMEP monitoring program by the end of the

second year. We will continue to collate relevant datasets from other organisations and explore their potential for the integration with GMEP data to report on national trends. We will also develop automated scripts to detect impacts of interventions to deliver to the data portal in collaboration with the other team members. The number of streams and ponds surveyed will also increase with measurements repeated as for Year 1 squares. We will work with the LUCI catchment modellers to identify the impact of the impact of spatial location of interventions, upstream characteristics and Glastir activity on freshwater quality within our sample square.