



FÉDÉRATION EUROPÉENNE DES GEOLOGUES
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS
FEDERACIÓN EUROPEA DE GEÓLOGOS

Y  The
Gymdeithas Ddaearegol Geological
Society



Daeareg i Gymdeithas

Mehefin 2015

Pam mae daeareg yn bwysig?

Daeareg yw'r astudiaeth o strwythur a hanes y Ddaear. Dyma sylfaen darparu adnoddau ar gyfer poblogaeth a diwydiannau Ewrop, mae'n cyflwyno llu o wasanaethau hanfodol ac mae'n ein helpu i ddeall sut y gallwn fyw yn fwy cynaliadwy ar ein planed, diolch i'n sylfaen sgiliau, ein haddysg a'n hymchwil gadarn.



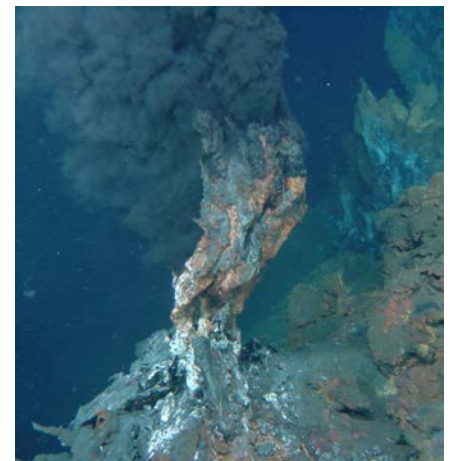
Llun o'r Ddaear wedi'i dynnu gan Apollo 17. ©NASA

Daeareg (a elwir weithiau yn wyddorau'r ddaear yn ehangach) yw'r astudiaeth o strwythur ein planed, a'r prosesau sydd wedi llunio'r blaned drwy gydol ei hanes hir – ac sy'n parhau i wneud hynny. Mae'n sylfaen ar gyfer darparu'r rhan fwyaf o'r **adnoddau** y mae poblogaeth a diwydiannau Ewrop yn dibynnu arnynt, gan gynnwys **ynni, mwynau, dŵr a bwyd**. Mae llu o wasanaethau hanfodol yn dibynnu ar ddaear, gan gynnwys rheoli'r **gwastraff** a gynhyrchwn; peirianeg tir ar gyfer adeiladu **adeiladau, ffyrdd, argaeau, twnelau** a phrosiectau seilwaith mawr eraill; a gwaith adfer oherwydd llu o broblemau amgylcheddol, gan gynnwys **tir sydd wedi'i halogi oherwydd defnydd diwydiannol**. Mae gwaith daearegwyr i ddeall **peryglon** a thrychinebau naturiol yn hanfodol er mwyn bod yn barod ar gyfer eu heffeithiau a lliniaru'r rhain. Mae sicrhau bod dŵr yfed glân ar gael a darparu **gwasanaethau ecosystem** amrywiol yn dibynnu ar ddealltwriaeth o'r ddaear sylfaenol a'i ryngweithiadau lluosog iawn â phrosesau ar yr wyneb. Mae diogelwch cyflenwad ynni Ewrop yn y dyfodol yn dibynnu'n fawr ar fedrau daearegol mewn llu o gyd-destunau, o echdynnu adnoddau i ynni adnewyddadwy a defnyddio'r is-wyneb i storio carbon deuocsid a gwastraff ymbelydrol.

Mae tystiolaeth o'r rhyngweithio rhwng **newid amgylcheddol** ac esblygiad bywyd dros gannoedd o filiynau o flynyddoedd yn rhoi safbwynt gwerthfawr i ddaaregwyr ynghylch y newidiadau y mae pobl yn awr yn eu hachosi trwy losgi tanwyddau ffosil a'n heffeithiau ehangach ar yr amgylchedd. Hefyd, bydd daearegwyr yn chwarae rhan hanfodol yn **lleihau allyriadau carbon** o losgi tanwyddau ffosil trwy roi'r carbon yn ôl i'r man y daeth ohono – dan ddaear. Fel yr ydym yn dechrau cael dealltwriaeth fanylach o'r effaith a gawn ar ein planed, mae adnoddau hawdd eu cyrraedd yn prinhaus, a'r boblogaeth yn lluosogi. Wrth i ni geisio byw'n fwy cynaliadwy a theg, mae daearegwyr yn datblygu darlun mwy cyfannol o'r defnydd o adnoddau, y gwastraff a'r sgil-gynhyrchion sy'n cael eu cynhyrchu, a'n rhyngweithiadau cymhleth â'r is-wyneb, y tir, y môr, yr aer a bywyd, sydd gyda'i gilydd yn creu system y Ddaear.

Mae deall yr holl adnoddau a gwasanaethau hyn, a'u darparu, yn dibynnu ar ddaaregwyr hynod fedrus a hyfforddedig ar draws academia a diwydiant, gan adeiladu ar ddatblygiad sgiliau gwyddorau'r ddaear cadarn yn yr ysgol ac mewn addysg uwch. Mae gan Ewrop sylfaen ymchwil daearegol rhagorol, sy'n holl bwysig ar gyfer deall prosesau'r Ddaear a heriau amgylcheddol yn y dyfodol. Bydd buddsoddi parhaus mewn sgiliau ac ymchwil i wyddorau'r ddaear yn tanio twf economaidd ac yn caniatáu i Ewrop chwarae rhan flaenllaw yn mynd i'r afael â heriau byd-eang.

Simnai actif (smociwr du) yn cynhyrchu hylif a mwynau (ar ~360°C i ddechrau) yn ardal hydrothermol Rainbow, i'r de o'r Azores, dyfnder y dŵr 2200m, Alltaith Seahma. ©FCT Portiwgal 2002, Archif Lluniau Creminer-LARSyS



Daeareg ar gyfer yr economi

Mae daeareg yn chwarae rhan hanfodol mewn sawl agwedd ar yr economi. Bydd ar dwf a chynaliadwyedd economaidd, yn ogystal â lles cymdeithasol, angen cyflenwadau dibynadwy o ynni a deunyddiau crai, cyflenwad dibynadwy o ddŵr glân a'r gallu sicr a chynaliadwy i gynhyrchu bwyd. Bydd hyn oll yn amodol ar fuddsoddi parhaus mewn technoleg, seilwaith, addysg a datblygu sgiliau.

Mae lleoli ac echdynnu adnoddau daearegol yn holl bwysig i gynnyrch domestig gros, incwm treth a thwf economaidd Ewrop. Mae'r defnydd ar ddeunyddiau crai ar gyfer cynhyrchion a phrosesau diwydiannol ac i ddefnyddwyr, a'r defnydd ar danwyddau ffosil ar gyfer ynni, yn sylfaen i'n ffyniant ac yn gyfranwyr pwysig at yr economi yn eu rhinwedd eu hunain. Mae echdynnu olew, nwy, glo a mwynau ar gyfer adeiladu a diwydiant yn llunio rhan sylweddol o gynnyrch domestig gros cenedlaethol Ewrop – yn y DU yn 2011, roedd hyn yn £38 biliwn, neu yn 12% o gynnyrch domestig gros nad yw'n cynnwys gwasanaethau – gyda'r diwydiannau sy'n ddibynnol ar yr adnoddau hyn yn cyfrannu mwy fyth. Mae olew a nwy Môr y Gogledd yn cyfrannu'n sylweddol at nifer o economïau cenedlaethol Ewrop ac mae'n cynhyrchu biliynau o ewros mewn incwm treth bob blwyddyn. Roedd gwerth cyfalaf y farchnad cwmnïau yn y diwydiant echdynnu ar gyfnewidfeydd stoc Ewrop yn 2012 dros €2.3 triliwn.



Cyfnewidfa Stoc Frankfurt

Mae arfarniad trylwyr o alw, cyflenwad a chostau (ariannol ac amgylcheddol) y nwyddau hyn yn hanfodol ar gyfer cynllunio a gwneud penderfyniadau economaidd effeithiol. Mae ystadegau Ewropeaidd a byd-eang ynghylch mwynau, a luniwyd gan Arolwg Daearegol Prydain, yn chwarae rhan bwysig yn bodloni'r angen hwn. Mae'r Undeb Ewropeaidd wedi enwi rhestr o ddeunyddiau crai critigol mwynau, y gallai eu cyflenwad achosi 'tagfa', gan rwystru twf economaidd. Er enghraifft, mae galw cynyddol am elfennau prifwinau oherwydd eu defnydd mewn cymwysiadau uwch-dechnoleg, gan gynnwys sgriniau plasma, delweddu meddygol a thechnolegau carbon isel fel tyrbinau gwynt a cherbydau hybrid.

Mae ein dyfodol yn un sydd â chyfyngiadau ar adnoddau, a bydd effeithiau eu hechdynnu a'u defnyddio yn cael eu teimlo'n llymach. Mae poblogaeth fyd-eang sy'n cynyddu yn disgwyl yn gywir am fwy o ffyniant a mynediad tecach at adnoddau, gan roi pwysau ychwanegol yn enwedig ar y plethwaith dŵr-ynni-bwyd sydd eisoes dan straen. Mae'r newid yn yr hinsawdd yn cynyddu'r her o gael cyflenwad sicr a chynaliadwy o ddŵr ac ynni. Bydd mwy o straen ar gyflenwad y rhain yn achosi goblygiadau sylweddol i'r cyflenwad domestig ac i ddiwydiannau sy'n defnyddio llawer o ynni a dŵr, fel mwyngloddio ac adeiladu.



Sampl o ffuriant haearn haenog o Krivoy Rog, yr Wrcrain

Gallai'r holl heriau hyn godi amheuan ynghylch y sefyllfa economaidd bresennol. Ond, maent hefyd yn cynnig cyfleoedd i arloesi er mwyn ategu sefydlogrwydd a thwf economaidd yn y dyfodol. Trwy fuddsoddi'n barhaus mewn datblygu seilwaith, ymchwil a sgiliau, a chreu'r amgylchedd cywir i feithrin arloesedd, gall Ewrop gymryd yr awenau yn fyd-eang o safbwynt technolegau uwch dechnoleg ac amgylcheddol, a'r defnydd arnynt. Bydd angen i ddulliau rheoli gwastraff ymbelydrol a dal a storio carbon gael eu datblygu ledled y byd wrth i ni anelu at ddatgarboneiddio ein system ynni, gan gynnig cyfleoedd i ddatblygu technolegau, sgiliau ac arbenigedd ledled Ewrop fel y gellir, yn y pen draw, eu hallforio'n ehangach. Oherwydd sector addysg uwch ac ymchwil hynod ddatblygedig Ewrop, mae hi mewn sefyllfa ddelfrydol i chwarae rhan arweiniol yn yr economi wybodaeth fyd-eang.

Mae dirfawr angen symud i economi carbon isel. Fodd bynnag, wrth i ni reoli'r newid hwn, byddwn yn parhau i ddibynnu am flynyddoedd lawer i ddod ar danwyddau ffosil. Mae sgiliau gwyddorau'r ddaear yn hanfodol ym mhob cam o'r cylch ynni, o leoli adnoddau ynni i'w hechdynnu a'u defnyddio yn ddiogel ac yn ddibynadwy, ac i waredu neu ailgylchu gwastraff yn dilyn hynny.

I fodloni ei hanghenion am ynni yn y dyfodol, mae Ewrop yn wynebu her driphlyg: lleihau allyriadau CO₂ yn helaeth er mwyn osgoi newid peryglus yn yr hinsawdd; sicrhau'r cyflenwad; a chyflwyno ynni yn fforddiadwy i ddiwydiant a defnyddwyr.

Tanwyddau ffosil

Bydd tanwyddau ffosil yn parhau i lunio rhan bwysig o gyfuniad ynni Ewrop dros y degawdau nesaf o leiaf. Mae rhai gwledydd wedi elwa'n enfawr o olew a nwy Môr y Gogledd dros y degawdau diweddar. Mae adnoddau sylweddol yn parhau alltraeth – mae echdynnu'r rhain yn llwyddiannus yn dibynnu ar barhau i ddatblygu ein dealltwriaeth ddaearogol a'n technolegau echdynol. Hefyd, rydym yn dechrau cael gwell dealltwriaeth o raddfeydd yr adnoddau tanwyddau ffosil anghonfensiynol sydd ar gael ar y tir, fel nwy siâl, olew siâl a methan o'r haen lo, sydd â'r potensial i gyfrannu'n sylweddol at ein cyfuniad ynni os dewiswn echdynnu'r rhain. Bydd gwledydd nad ydynt yn datblygu eu hadnoddau tanwyddau ffosil eu hunain yn dod yn fwyfwy dibynnol ar danwydd sydd wedi'i fewnforio, a allai gael effaith andwyol ar eu sicrwydd eu cyflenwad ynni. Mae llawer o drydan Ewrop yn parhau i gael ei gynhyrchu trwy losgi glo.



Gwastraff lefel isel a chymedrol yn ystorfa Olkiluoto, y Ffindir.
©SKB, Sweden

Nwy siâl

Mae hydrocarbonau (olew a nwy) yn cael eu ffurfio o ddefnydd organig a gafodd ei ddyddodi miliynau o flynyddoedd yn ôl mewn haenau o greigiau gwaddod, a oedd yna'n destun gwres a phwysau. Mewn cronfeydd 'confensiynol', mae olew a nwy wedi mudo o'r man lle y'u ffurfiwyd, gan gael eu dal yn gaeth mewn haen anathraidd rwymol. Pan fydd nwy yn cael ei ffurfio yn lle hynny, ac yn cael ei ddal yn gaeth mewn siâl anathraidd heb allu mudo, ni ellir ei echdynnu gan ddefnyddio technegau drilio confensiynol (ac, felly, cyfeirir ato fel adnodd 'anghonfensiynol').

Bellach, mae'n bosibl echdynnu nwy siâl yn economaidd, gan ddefnyddio drilio lloreddol a hollti hydrolog ('ffracio'), sef pan fydd dŵr, tywod ac ychydig bach o gemegolion wedi'u hychwanegu yn cael eu defnyddio i agor holltau yn y graig, gan alluogi'r nwy i lifo'n haws. Mae arbenigedd daearegol yn hanfodol ar gyfer lleoli adnoddau nwy siâl, a deall a rheoli'r risgiau posibl sydd ynghlwm wrth echdynnu'r rhain, fel achosi seismigedd neu lygru'r ddyfrhaen yn sgil adeiladu ffynhonnau yn ddiffygiol.

Dal a storio carbon

Gan fod rhan arwyddocaol tanwyddau ffosil yn ein cyfuniad ynni yn debygol o barhau yn y tymor canol, mae angen gweithredu ar unwaith i osgoi newid peryglus yn yr hinsawdd o ganlyniad i'r CO₂ sy'n cael ei ryddhau wrth losgi'r rhain. Mae dal a storio carbon yn cynnig y potensial i gyflawni'r amcan hwn, os caiff ei weithredu ar raddfa ddigonol, trwy ddal y CO₂ hwn a'i ddal yn gaeth o dan y ddaear yn ddiogel.

Mae daearegwyr eisoes yn gweithio ar leoliadau a datblygiad technegol safleoedd storio addas. Mae cronfeydd olew a nwy Môr y Gogledd sy'n dod at ddiwedd eu hoes yn cynnig eu hunain yn lleoliadau amlwg ar gyfer storio carbon, ac mae'r darpar gapasiti storio hwn yn adnodd gwerthfawr arall i'r Deyrnas Unedig a Norwy yn arbennig, yn enwedig os gellir ail-bwrpasu seilwaith presennol. Bydd daearegwyr hefyd yn allweddol o safbwynt gweithredu hyn yn yr hirdymor, a monitro gollyngiadau CO₂ ac anffurfio geofecanyddol. Mae ymchwil newydd addawol yn mynd rhagddo ar hyn o bryd i leoliadau daearegol newydd ar gyfer storio carbon.

Ffynonellau ynni eraill

Mae ynni adnewyddadwy yn debygol o chwarae rhan fwyfwy pwysig yn y cyfuniad ynni wrth i ni symud tuag at economi wedi'i datgarboneiddio.

Mae dealltwriaeth drylwyr o'r ddaear waelodol a chyfagos yn bwysig ar gyfer lleoli ac adeiladu llawer o fathau o gynhyrchu ynni adnewyddadwy, yn enwedig ffermydd gwynt, argloddiau a ffynonellau ynni geothermol ac ynni'r llanw.

Mae llawer o'r deunyddiau crai sy'n ofynnol ar gyfer technolegau ynni adnewyddadwy, gan gynnwys tyrbinau gwynt, motorau hybrid a phaneli solar, yn cynnwys deunyddiau crai critigol fel elfennau prinffwynau, bob un ohonynt yn dibynnu ar ymchwil daearegol a phobl fedrus i'w lleoli a'u hechdynnu'n ddiogel.

Mae **pŵer niwclear** yn debygol o lunio rhan bwysig o'r cyfuniad ynni yn y dyfodol. Mae'n dibynnu ar gyflenwad dibynadwy o wraniwm, sy'n cael ei echdynnu o fwyn wraniwm y gellir ei adfer yn economaidd - eto, proses sy'n dibynnu ar arbenigedd daearegol. Bydd angen i ni sicrhau bod y gwastraff ymbelydrol o'n gorsafodd pŵer niwclear presennol yn cael ei reoli'n ddiogel yn y tymor hir, hyd yn oed os na chaiff rhagor eu hadeiladu. Yn y rhan fwyaf o wledydd Ewropeaidd sydd â chapasiti pŵer niwclear, polisi'r llywodraeth yw gwaredu'r gwastraff hwn mewn cyfleuster gwaredu daearegol.

Gwaredu gwastraff ymbelydrol yn ddaearegol

I waredu gwastraff ymbelydrol yn ddaearegol, caiff y gwastraff hwnnw yn unig ei gadw mewn storfa danddaearol wedi'i hadeiladu mewn ffurfiant addas o graig, ar ddyfnder o rhwng 200 a 1000m yn nodweddiadol, i sicrhau nad oes unrhyw symiau niweidiol o ymbelydredd yn cyrraedd yr wyneb. Mae'n defnyddio dull aml-rwystr, gyda gwastraff wedi'i becynnu'n cael ei osod mewn twnelau peirianegol wedi'u hól-lenwi, gyda'r geosffer yn cynnig rhwystr ychwanegol er mwyn cadw radioniwclidau yn gaeth am ddegau o filoedd o flynyddoedd. Gall amrywiol leoliadau daearegol fod yn addas, gan gynnwys gwenithfaen, clai a halen. Bydd darganfod safleoedd addas yn dibynnu ar gysylltiad a phartneriaeth â chymunedau lleol sy'n barod i gynnig cartref i gyfleuster, yn ogystal ag ar ffactorau daearegol. Bydd daearegwyr yn chwarae sawl rhan hollbwysig yn nodweddu darpar safleoedd a chreu ystorfa.

Ynni geothermol

Mae potensial gwych gan rai o wledydd Ewrop i ddatblygu ffynonellau ynni geothermol tymheredd uchel, i gynhyrchu trydan ac i ddarparu gwres yn uniongyrchol. Hyd yn oed mewn ardaloedd lle nad yw'r creigiau dwfn mor boeth, mae posibilrwydd o ddefnyddio suddfannau gwres a phympiau gwres o'r ddaear yn helaethach o lawer, trwy ddefnyddio gwahaniaethau llai mewn tymheredd gerllaw'r wyneb. Gall systemau gwresogi integredig ar gyfer datblygiadau adeiladau modern sy'n defnyddio gwres ac oeri o'r ddaear ostwng allyriadau CO₂ hyd at 10%. Mae datblygu'r adnoddau hyn yn galw am arbenigedd daearegwyr i leoli a phrofi am gapasiti geothermol dichonadwy, a deall yr is-wyneb er mwyn dylunio a pheiriannu'r seilwaith angenrheidiol.



Fferm Wynt Thornton Bank, Gwlad Belg. ©Deme-group

Mae cyflenwad sicr o ddŵr croyw, o safon uchel, yn hanfodol i iechyd a lles pobl. Mae daearegwyr yn helpu i ateb y galw hwn, yn Ewrop ac ym mhob cwr o'r byd, trwy eu dealltwriaeth o symudiadau dŵr ac ymddygiad y ddyrhaen, yn ogystal â darganfod halogiad dŵr a lliniaru hyn.

Sicrwydd dŵr

Mae dŵr croyw ar wyneb y ddaear yn bodoli fel rhan o system ehangach sy'n cynnwys dŵr daear, cefnforoedd, dŵr yn yr atmosffer a dŵr sy'n cael ei storio ar ffurf iâ.

Mae tua 75% o breswylwyr yr Undeb Ewropeaidd yn dibynnu ar ddŵr daear am eu cyflenwad dŵr – mae'n adnodd pwysig ond brau y mae angen ei reoli'n ofalus. Daw'r gweddill o ddŵr wyneb o lynnoedd ac afonydd, a gesglir mewn cronfeydd dŵr.

Mae lefelau dŵr daear yn amrywio yn dibynnu ar lawiad lleol, y gyfradd ymdreiddio (pa mor gyflym y gall y ddaear amsugno'r dŵr) a faint o ddŵr sy'n cael ei echdynnu (i'w ddefnyddio). Mewn rhai lleoliadau, mae dŵr daear i bob diben yn ffynhonnell anadnewyddadwy o ddŵr croyw, oherwydd yr amser sydd ei angen i ail-lenwi (ailgyflenwi) y ddyrhaen, a all amrywio o dymhorau i sawl milenia.

Ansawdd dŵr a'r cylch dŵr

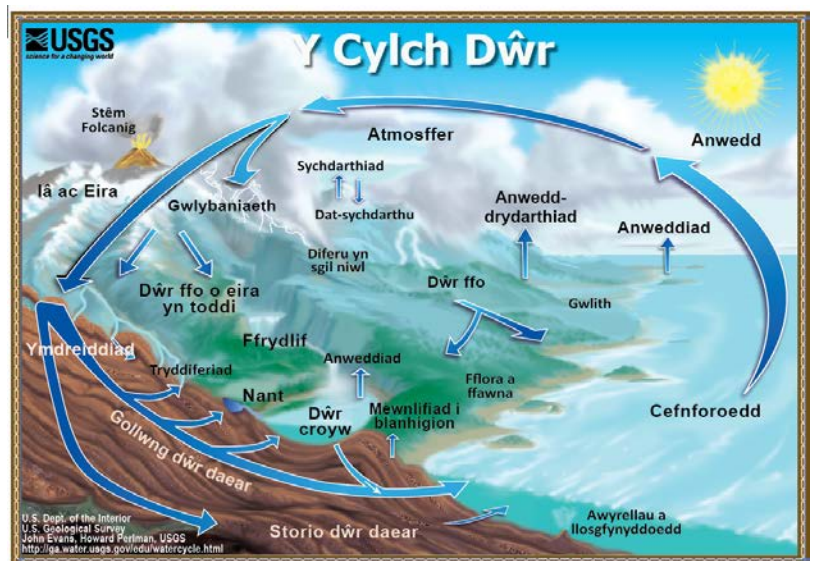
Gall dŵr gael ei halogi'n naturiol, ond mae mwy o berygl iddo gael ei lygru gan weithgareddau pobl. Daw llawer o'r llygredd o ffynonellau sy'n cael eu hymledu, fel ychwanegu pleleiddiaid a gwrteithiau i dir amaethyddol. Mae glaw sy'n disgyn ar y tir hwn yn casglu llygryddion o wyneb y pridd ac yn draenio i gyrsiau dŵr neu i ddyrhaenau gwaelodol. Hefyd, mae llawer o lygredd yn tarddu o un pwynt, fel gollyngiadau cemegolion ar safleoedd diwydiannol, o systemau carthffosiaeth neu o safleoedd tirlenwi.

Gall halogiad gronni'n araf ac aros am amser hir, gan fod dŵr daear yn ymdreiddio, yn ail-lenwi ac yn mudo yn araf. Gall gwaith adfer yn sgil halogi fod yn ddrud, yn ariannol ac o ran defnyddio ynni. I gadw costau glanhau yn y dyfodol mor isel â phosibl a darparu dŵr glân, mae'n hanfodol deall ymddygiad dŵr daear a chylchoedd geocemegol darpar halogwyr.

Beth yw dŵr daear?

Dŵr daear yw dŵr sy'n hidlo i lawr drwy'r ddaear i lefel islaw'r lefel trwythiad, lle caiff ei ddal mewn creigiau mandylog. Mae'r dŵr hwn yn yr 'haenen ddirlawn'. Mae'n llifo drwy'r ddaear (yn araf iawn yn aml) hyd nes bydd yn cyrraedd pwynt gollwng fel nant, afon neu'r môr.

Mae ffurfiannau daearegol sy'n cynnwys dŵr daear y gellir ei echdynnu'n cael eu galw'n **ddyfrhaenau**, ac maent yn ffynhonnell dŵr yfed bwysig. Fodd bynnag, nid yw'r holl ddŵr mewn dyfrhaenau yn ddŵr croyw – gall fod yn hynod halwynog. Gall gor-echdynnu dŵr daear beri bod dŵr hallt yn ymwithio i ddyfrhaenau dŵr croyw. Mae mandylledd ac athreiddedd ffurfiant craig yn effeithio ar faint o ddŵr y gellir ei storio a'i allu i lifo ac, felly, pa mor dda y mae'r ffurfiant fel dyrhaen.



Y Cylch Dŵr. ©USGS

Y plethwaith dŵr-ynni

Mae'r sector ynni yn mynnu llawer iawn o ddŵr ar gyfer llawer o'i brosesau craidd. Mae echdynnu adnoddau, cludo tanwyddau, trawsnewid ynni a gweithfeydd pŵer yn cyfrif am tua 35% o'r dŵr a ddefnyddir ledled y byd. Erbyn 2050, rhagwelir y bydd y dŵr sy'n cael ei ddefnyddio i gynhyrchu trydan wedi mwy na dyblu. Bydd y duedd bresennol i amrywio ffynonellau ynni, gan gynnwys defnyddio tanwyddau amgen, yn aml yn gofyn am brosesau sy'n defnyddio mwy a mwy o ddŵr. Mae echdynnu olew o dywodydd olew yn galw am dros 20 gwaith yn fwy o ddŵr na drilio confensiynol, er enghraifft, tra bod biodanwyddau yn gallu defnyddio miloedd gwaith yn fwy o ddŵr na thanwyddau ffosil confensiynol oherwydd dyfrhau helaeth.

Ar yr un pryd, mae angen ynni i gynhyrchu a darparu dŵr glân. Mae'n hanfodol ym mhob cam o'r gadwyn gyflenwi, gan gynnwys pwmpio dŵr daear, trin dŵr wyneb, cludiant a chynhesu dŵr i'r cartref. Disgwylir i'r defnydd ar ynni er mwyn trin dŵr gynyddu wrth ychwanegu technolegau trin a mesurau puro, yn enwedig os bydd cynnydd mewn dihalwyno ynni-dwys mewn ymateb i'r ffaith bod llai o ddŵr croyw ar gael. Er enghraifft, mae cwmnïau dŵr yn y Deyrnas Unedig wedi adrodd am ddefnyddio dros 60% yn fwy o drydan er 1990 oherwydd datblygiadau mewn dulliau trin dŵr a chynnydd yn y niferoedd sydd wedi'u cysylltu, ac mae amcangyfrifon ceidwadol yn rhagweld cynnydd o 60-100% pellach dros 15 mlynedd er mwyn bodloni canllawiau yn ymwneud â safonau dŵr.

Effaith newid amgylcheddol

Bydd effeithiau newid yn yr hinsawdd ar ddŵr daear a dŵr wyneb yn amrywio o wlad i wlad, nid ydynt yn hawdd eu rhagweld, a byddant yn rhyngweithio â phwysau eraill ar y cylch dŵr. Mae llawer o wledydd Ewrop wedi dioddef gostyngiad mewn lefelau dŵr daear mewn dyfrhaenau oherwydd sychder dros y blynyddoedd diwethaf, ac mae bygythiadau i sicrwydd dŵr yn debygol o gynyddu. Yn fyd-eang, mae'r bygythiad hwn eisoes yn gritigol. Mae patrymau tywydd mwyfwy ansicr yn peryglu cyflenwadau dŵr ac ail-lenwi dyfrhaenau. Gallai lefelau dŵr daear isel ynghyd ag ail-lenwi araf gael effeithiau difrifol iawn ar sicrwydd dŵr yn y dyfodol, hyd yn oed mewn gwledydd ag hinsawdd dymherus. Disgwylir y bydd newid yn yr hinsawdd yn lluosio'r effaith, a gallai tywydd eithafol beryglu gweithgarwch economaidd a seilwaith cenedlaethol.

Arbenigedd daearegol

Mae dealltwriaeth o hydroddaeareg ac amodau amgylcheddol lleol yn hanfodol i reoli cyflenwad a safon dŵr. Mae hydroddaearegwyr a geowyddonwyr eraill yn archwilio ac yn mapio'r is-wyneb er mwyn modelu a deall symudiadau dŵr, ac i fesur a nodweddu adnoddau dyfrhaenau. Gall monitro dŵr daear yn dymhorol ac yn yr hirdymor helpu i ragweld a rheoli cyfnodau o ddisbyddu dyfrhaenau oherwydd diffyg glaw. Yna, gall y wybodaeth hon gael ei defnyddio i gynllunio cynlluniau strategol yn ymwneud â sychder, llyfogydd a darparu dŵr.



System trin dŵr gwastraff a argae Kölnbrein a system bŵer storfa bwmp, Carinthia, Awstria

Adnoddau mwynol

Mae cynhyrchion i ddefnyddwyr, technoleg a diwydiant modern yn mynnu llu o amrywiol fwynau, rhai helaeth a rhai prin. Mae echdynnu a masnachu'r rhain yn rhan sylweddol o economi Ewrop a'r byd. Wrth i'r boblogaeth a'r galw am adnoddau dyfu, mae angen technolegau arloesol i leoli ac echdynnu mwynau a'u defnyddio'n fwy effeithlon.

Adnoddau

Mae'r diwydiant mwynau yn cyflenwi amrywiaeth eang o adnoddau. Mae'r rhain yn cynnwys deunyddiau adeiladu fel tywodydd ac agregau naturiol a rhai o greigiau wedi'u malu; ffosffadau a photash ar gyfer gwrteithiau; llawer o fwynau sydd â defnydd penodol mewn diwydiant, fel fflworsbar (a ddefnyddir mewn offer optegol) a grisial trwm (a ddefnyddir mewn hylifau drilio ar gyfer echdynnu olew a nwy); a mwynau y caiff pob math o fetelau eu hechdynnu ohonynt.

Mae rhai adnoddau mwynol yn gymharol helaeth, gyda symiau mawr ohonynt yn cael eu hechdynnu a'u defnyddio, fel agregau a rhai metelau gan gynnwys copr, nicel, alwminiwm a haearn. Mae digon o gyflenwad o rai eraill i ateb y galw byd-eang, er bod symiau llai ohonynt yn cael eu defnyddio. Fodd bynnag, yn achos rhai mwynau sy'n bwysig yn economaidd neu'n strategol, mae perygl na fydd digon o gyflenwad i ateb y galw yn y tymor byr i'r tymor canol, yn bennaf oherwydd ffactorau economaidd a gwleidyddol yn hytrach na phrinder daearegol. Gelwir y rhain yn **fwynau crai 'critigol'**. Nid oes rhestr benodol, ond mae'r Undeb Ewropeaidd wedi amlygu 14 o adnoddau mwynol critigol. Mae'r rhain yn cynnwys dau grŵp o elfennau metelig – prinfwynau a metelau grŵp platinwm. Hefyd, mae pryder ynghylch y cyflenwad ffosffadau a photash yn y dyfodol, sy'n cael eu defnyddio'n helaeth at ddiben cynhyrchu gwrteithiau.



Prinfwynau

Mae'r prinfwynau yn grŵp o 17 elfen fetelig: y pymtheg lanthanid, gyda rhifau atomig 57 i 71, ynghyd ag ytriwm a scandiwm. Mae eu defnyddio mewn cymwysiadau uwch dechnoleg fel sgriniau plasma, electroneg, delweddu meddygol a thechnolegau carbon isel gan gynnwys tyrbinau gwynt a cherbydau hybrid wedi arwain at gynydd o dros 50% yn y galw byd-eang amdanynt yn ystod y degawd diwethaf, a disgwyliar i hyn gynyddu ymhellach. Fe wnaeth astudiaeth gan yr Undeb Ewropeaidd ym mis Mehefin 2010 gynnwys grŵp y prinfwynau hyn ar ei rhestr o 14 o adnoddau mwynol critigol. Ar hyn o bryd, Tsieina sy'n cynhyrchu'r mwyaf o brinfwynau yn y byd, ac mae'r rhan fwyaf o ddyddodion mawr eraill y tu allan i Ewrop - yn bennaf yn Tsieina, yng Nghymanwlad y Gwladwriaethau Annibynnol (Rwsia, Kyrgyzstan a Kazakstan), yn Unol Daleithiau America ac yn Awstralia.

Nid yw prinder daearegol yn yr ystyr absoliwt yn debygol o fod yn broblem, ac mae cynnydd mewn prisiau prinfwynau a phryderon byd-eang ynghylch sicrwydd y cyflenwad wedi sbarduno ymdrechion i gychwyn gwaith mwyngloddio mawr y tu allan i Tsieina. Ond, mae'r heriau technegol, ariannol, amgylcheddol a rheoleiddiol y mae'n rhaid eu goresgyn, yn golygu bod sefydlu mwyngloddiau newydd ar gyfer prinfwynau yn broses hir a drud. Gallai hyn arwain at fwy o alw na chyflenwad dros y blynyddoedd nesaf, a allai gyfyngu ar ddatblygu a defnyddio technolegau carbon isel sy'n dibynnu ar brinfwynau.

Mwynglawdd Aitik, y tu allan i dref Gällivare yng ngogledd Sweden, yng mwynglawdd copr mwyaf Sweden, a'r mwynglawdd copr brig mwyaf effeithlon yn y byd. ©Boliden

Adnoddau mwynol

Sector mwynau Ewrop

Yn y bedwaredd ganrif ar bymtheg, roedd echdynnu a defnyddio glo, mwynau metelau a deunyddiau crai eraill yn llywio twf economïau cenedlaethol Ewropeaidd mawr. Nid Ewrop yw prif gynhyrchwr y rhan fwyaf o fwynau erbyn hyn, ond mae ei daeareg gyfoethog ac amrywiol yn golygu bod llawer o'i gwledydd yn parhau yn gynhyrchwyr ac allforwyr pwysig rhai nwyddau penodol – er enghraifft, arian yng Ngwlad Pwyl a thitaniwm yn Norwy – yn ogystal â deunyddiau adeiladu a rhai mwynau diwydiannol ar raddfa fawr, fel halen.

O ganlyniad i gynnydd mewn prisiau nwyddau a thechnolegau echdynnu a phrosesu newydd, gall dyddodion gwerth uchel, llai o



Mwynlawdd Perlite, Pálháza, gogledd Hwngari. ©Perlit-92 Kft

faint, a arferai fod yn aneconomaidd eu hechdynnu, ddod yn gronfeydd economaidd. Mae nifer o fwyngloddiau metelifferaidd yn dod ar waith am y rheswm hwn, fel yn Hemerdon yn Nyfnaint, y Deyrnas Unedig, lle y disgwylir i waith mwyngloddio twngsten ailddechrau yn 2014. Dim ond lefelau bach iawn o'r mwynau critigol a ddefnyddir yn Ewrop sy'n cael eu cynhyrchu yn yr Undeb Ewropeaidd. Mae un neu ddwy wlad yn aml yn bennaf cyfrifol am gynhyrchu adnoddau mwynol penodol (Gweriniaeth Ddemocrataidd Congo yn achos cobalt, er enghraifft), ac mae posibilrwydd y gallai hyn beryglu sicrwydd y cyflenwad i wledydd Ewrop.

Gallai ymchwil arloesol sy'n bwrw golwg ar gylchoedd cyfan adnoddau arwain at echdynnu metelau yn economaidd o wastraff a gynhyrchir gan brosesau diwydiannol, ac ail-weithio gwastraff mwyngloddio hanesyddol i adennill mwynau nas echdynnwyd yn wreiddiol. Hefyd, mae'n bosibl gwella dyluniad cynnyrch i 'gau'r ddolen' trwy ailgylchu a gwasgaru llai o ddeunyddiau. Mae effeithlonrwydd ynni a lleihau effeithiau amgylcheddol y defnydd ar adnoddau hefyd yn llywio ymchwil yn y maes hwn.

Mae gwledydd sydd ag arfordir ar Fôr y Gogledd yn ateb llawer o'u galw am dywod a graean trwy garthu'r deunyddiau hyn o wely'r môr. Mae rhai pobl yn ystyried y gallai amgylcheddau dyfnach y môr, fel y rhai o gwmpas rhai agorfeydd hydrothermol, fod yn ffynhonnell arwyddocaol o fetelau yn y dyfodol, gan gynnwys nifer sy'n cael eu hystyried yn ddeunyddiau critigol.

Bwydo poblogaeth sy'n tyfu

Ni fyddai amaethyddiaeth heb ddaeareg. Mae cnydau yn dibynnu ar bridd o ansawdd da (sy'n cynnwys creigiau hindreuliedig ynghyd â mater organig, dŵr a nwyon) fel cyfrwng tyfu. Hefyd, mae angen maetholion daearegol arnynt. Mae twf y boblogaeth fyd-eang yn rhoi pwysau cynyddol ar adnoddau bwyd. Mae'r cyflenwad ffosffadau a photash a ddefnyddir mewn gwrteithiau yn dod o dan bwysau ehangach fyth, mewn cyfnod o densiwn cynyddol rhwng sicrwydd bwyd, ynni a dŵr, a newid amgylcheddol.

Mae'r twf byd-eang mewn lefelau uchel o ddefnyddio gwrteithiau wedi arwain at alw mawr a phryderon ynghylch sicrwydd y cyflenwad ffosffadau a photash yn y dyfodol. Ychydig wledydd sy'n cyflenwi'r rhan fwyaf o ffosffadau'r byd, a Tsieina yw'r cynhyrchwr mwyaf. Mae llai fyth yn cyflenwi potash. Hefyd, gall defnydd parhaus ar ffosfforws (yn wahanol i botash) gael effeithiau niweidiol ar yr amgylchedd wrth i ffosffadau drwytholchi i afonydd, gan achosi ewtroffigedd.



Amaeth yn rhanbarth La Rioja yn Sbaen

Peiriannu'r dyfodol

Mae deall amodau'r ddaear a sut mae adeiladau, seilwaith a phobl yn rhyngweithio â'u hamgylchedd daearegol yn hanfodol i sicrhau diogelwch a lles y cyhoedd, cynnig gwerth am arian ac ateb heriau byw gyda newid amgylcheddol.

Yr amgylchedd adeiledig

Mae daeareg peirianeg yn cynnwys cymhwyso egwyddorion ac arbenigeddau daearegol ochr yn ochr â disgyblaethau peirianeg perthnasol, mewn amrywiaeth eang o gyd-destunau. Mae'r sector adeiladu'n cyflogi nifer fawr o ddaearegwyr peirianeg, ynghyd â hydroddaearegwyr, daearegwyr amgylcheddol ac eraill, i ddeall amodau'r ddaear a'r lleoliad daearegol ehangach, a sut bydd hyn yn rhyngweithio ag elfennau o'r amgylchedd adeiledig, gan gynnwys adeiladau, ffyrdd, rheilffyrdd, argloddiau, twnelau, piblinellau a cheblau. Rhan sylfaenol o'r gwaith hwn yw cynllunio ar gyfer effeithiau newid amgylcheddol, cynnal gwaith adfer ar dir wedi'i halogi, yn enwedig os cafodd ei ddefnyddio ar gyfer gweithgarwch diwydiannol, ac asesu a rheoli effeithiau peryglon daearegol o bob math, o ddaeargrynfeydd i dirlithriadau, a chwyddo a chrebachu clai.

Yn aml, tanamcangyfrif pwysigrwydd gwaith o'r fath mewn

prosiectau mawr neu fethu â chyflawni'r gwaith hwnnw yn gywir, yw achos costau ychwanegol arwyddocaol iawn a methu gorffen mewn pryd. Mae amlygu a rheoli problemau gyda'r tir yn effeithiol hefyd yn hanfodol i sicrhau iechyd a diogelwch y cyhoedd, ansawdd ein hamgylchedd adeiledig a'i addasrwydd at y diben. Rhaid i ddaearegwyr, peirianwyr ac eraill sy'n gysylltiedig ddiffinio a chynnal safonau proffesiynol uchel er budd y cyhoedd. Gall risg geotechnegol effeithio ar bawb sy'n gysylltiedig â gwaith adeiladu, gan gynnwys y cleient (sef y llywodraeth, efallai, yn enwedig yn achos prosiectau seilwaith cenedlaethol), y dylunydd, yr adeiladwr a'r cyhoedd.

Yn ogystal, bydd daearegwyr yn chwarae rhan hanfodol mewn datblygu seilwaith wrth i ni symud i economi carbon isel, er enghraifft, mewn lleoli morgloddiau a thyrbinau gwynt, a chynnal dadansoddiadau o beryglon seismig wrth gynllunio ar gyfer gorsafoedd pŵer niwclear newydd.

OneGeology Europe

Mae arolygon daearegol cenedlaethol Ewrop bob amser wedi chwarae rhan annatod yn y gwaith o chwilio am adnoddau naturiol. Wrth i ni fireinio'r chwiliad hwn mewn ffyrdd mwyfwy soffistigedig, ceisio deall a rheoli effaith peryglon naturiol, a gwneud galwadau cystadleuol ar yr is-wyneb, mae'n hanfodol ein bod yn arloesi wrth fapio a modelu'r geosffer. Gan nad yw ffiniau cenedlaethol yn cyfyngu ar ddaeareg, mae gallu rhannu data yn effeithiol rhwng gwledydd yn hanfodol hefyd.

Gwaith 20 o fudiadau arolygon daearegol cenedlaethol, EuroGeoSurveys (y corff ymbarél ar gyfer yr arolygon cenedlaethol) a rhanddeiliaid eraill yw porth OneGeology Europe. Am y tro cyntaf, mae data mapiau a gedwir gan yr arolygon cenedlaethol yn gallu rhyngweithio â'i gilydd ac mae'r data'n hawdd ei ddarganfod, trwy un llwyfan ar-lein amlieithog sydd ar gael gydag un drwydded. Mae set ddata o fapiau daearegol 1:1,000,000 ar gyfer y gwledydd sy'n cyfrannu wedi'i chwblhau. Mae gwaith yn mynd rhagddo i ymestyn hyn a chodi'r cydraniad i 1:250,000 lle y bo data addas ar gael.

Mae OneGeology Europe yn gyfraniad pwysig at fenter fyd-eang OneGeology, ac at INSPIRE, sef seilwaith Ewropeaidd cyffredin ar gyfer data amgylcheddol gofodol. Bydd o werth ymarferol mawr i wyddonwyr ar draws academia a diwydiant, yn ogystal ag i gynllunwyr a'r rhai sy'n gwneud penderfyniadau mewn llywodraethau wrth fynd i'r afael ag anghenion am adnoddau yn y dyfodol, rheoli sychderau a llifogydd, cynllunio trefol a datblygu prosiectau seilwaith mawr.



Peiriannu'r dyfodol

Daeareg drefol - peiriannu dinasoedd y dyfodol

Mae cyfran gynyddol o boblogaeth y byd yn byw mewn dinasoedd cynyddol fawr a chymhleth. Bydd gwaith daearegwyr yn rheoli defnyddiau lluosog cyfamserol (a chystadleuol, weithiau) ar yr wyneb a'r is-wyneb yn arbennig o bwysig mewn ardaloedd trefol er mwyn i ddinasoedd y dyfodol fod yn gynaliadwy.



Safle adeiladu Crossrail yn Tottenham Court Road

Mae lle yn brin, a chaiff yr is-wyneb ei ddefnyddio'n ddwys at ddiben cludiant, adeiladu a darparu adnoddau a gwasanaethau. Mae cyflenwi dŵr ac ynni a chael gwared ar wastraff yn gosod heriau penodol mewn dinasoedd mawr, yn ogystal â chyfleoedd i arloesi. Rhaid dylunio'r amgylchedd adeiledig i sicrhau'r effeithlonrwydd ynni mwyaf, a rheoli (a defnyddio) effaith yr 'ynys wres drefol'. Mae prosiectau seilwaith cludiant tanddaearol ar raddfa fawr, fel Crossrail yn Llundain, yn anodd yn dechnegol a dibynnant ar sgiliau amrywiaeth fawr o beirianwyr a gwyddonwyr, gan gynnwys daearegwyr peirianeg a hydrodaearegwyr. Wrth i ni ddeall cymhlethdod y tir yn well a datblygu technolegau newydd, mewn rhai enghreifftiau, gallai fod modd echdynnu adnoddau daearegol, gan gynnwys mwynau, dŵr daear ac egni, mewn amgylcheddau trefol.

Caiff ymagwedd 'gwasanaethau ecosystemau' at lunio polisiau amgylcheddol (gweler tudalen 13) ei ddilyn fwyfwy yn Ewrop. Mae'n bwysig cofio nad yw ecosystemau, yr amgylchedd a rhyngweithiadau rhwng gwahanol rannau o systemau naturiol a phobl wedi'u cyfyngu i ardaloedd gwledig. Mae'r is-wyneb a'r agweddau anfiotig ar ecosystemau yn hanfodol, mewn ardaloedd gwledig a threfol.

Defnyddio'r is-wyneb

Mae daearegwyr yn ymwneud â sawl defnydd ar yr is-wyneb, llawer ohonynt yn cael sylw yn y ddogfen hon. Mae'r sawl defnydd hyn yn cynnwys echdynnu ynni, dŵr ac adnoddau mwynol; defnyddio mandyllau mewn creigiau i gynnwys CO₂ sydd wedi'i orfodi iddynt neu nwy naturiol sy'n cael ei storio mewn ffurfiannau daearegol; gwaredu gwastraff ymbelydrol, tirlenwi a gwastraff arall; sylfeini ac isloriau adeiladau; a darparu ar gyfer seilwaith cludiant, ceblau a phibellau.

Wrth i ni droi at y geosffer i ddarparu amrywiaeth fwy fyth o wasanaethau, mae angen cynllunio'r rhain yn ofalus. Gallai fod angen unrhyw gyfaint o'r tir i gyflawni sawl gwahanol swyddogaeth, yn olynol neu ar yr un pryd. Weithiau, gall swyddogaethau nad ydynt yn arbennig o gydnaws gystadlu am ofod tanddaearol. Gall daearegwyr gynghori ar y materion hyn, ond mae penderfyniadau am sut rydym ni'n defnyddio'r geosffer yn rhai gwleidyddol ac economaidd yn y pen draw.



Trên y 'Glacier Express' ar Draphont Landwasser, y Swistir

Iechyd yr amgylchedd

Mae canrifoedd o ddatblygu diwydiannol a threfol yn Ewrop wedi gadael eu hól ar ein tir, ein dŵr a'n hatmosffer. Gall llygredd ledaenu a rhyngweithio ar draws y geosffer, y biosffer, yr atmosffer a'r hydrosffer, bob un ohonynt yn gydgysylltiedig.

Ansawdd tir a dŵr

Mae ardaloedd mawr o dir ar draws Ewrop wedi'u halogi o ganlyniad i weithgareddau diwydiannol yn y gorffennol. I wneud safleoedd tir llwyd o'r fath yn addas i'w hailddatblygu, mae angen eu harchwilio a'u hadfer. Gallai safleoedd gael eu glanhau'n wirfoddol gan berchenogion y safle, drwy'r system gynllunio yn ystod eu datblygiad neu, yn achos y safleoedd mwyaf halogedig, trwy reoleiddio.

Pan fydd cynlluniau adfer yn cael eu cynllunio, mae'n bwysig ystyried sut gallai newid amgylcheddol yn y dyfodol effeithio arnynt. Efallai na fydd technegau adfer yn y fan a'r lle, fel rhwystrau adweithiol treiddiol ac amgáu halogyddion fod yn sefydlog mwyach, oherwydd gall mwy o erydu, sychder neu ddŵr o lifogydd arwain at ryddhau halogyddion i'r amgylchedd.

Mae pridd a dŵr o safon uchel yn hanfodol ar gyfer cyflenwad bwyd sicr a chynaliadwy. Hefyd, mae pridd yn suddfan pwysig ar gyfer carbon o'r atmosffer ac mae'n cofnodi newid amgylcheddol yn y gorffennol ac yn y presennol, felly mae'n arf hollbwysig ar gyfer deall newid o'r fath. Mae diogelu a gwella ein dyfirffyrdd, ein cefnforoedd a'n dŵr yfed yn dibynnu ar ddealltwriaeth dda o ymddygiad a rhyngweithiad dŵr, pridd, creigiau a'r atmosffer ar yr wyneb, a daeareg yr is-wyneb.



Glanhau priddoedd llygredig ym mhorthladd Antwerp, Gwlad Belg. ©Deme-group

Adfer dŵr daear

Daeareg yw prif reolwr ansawdd dŵr wyneb a dŵr daear. Caiff dŵr daear halogedig ei adfer mewn sawl ffordd, gan gynnwys rhwystrau ffisegol, adfer cemegol ac – y ffordd fwyaf economaidd fel arfer – gwanhau naturiol. Mae atebion peirianegol yn dibynnu ar wybodaeth am ymddygiad a nerth y tir, ac mae defnyddio deunyddiau fel arsugnyddion ac ocsidyddion yn galw am ddealltwriaeth o geocemeg creigiau a dŵr. Mae dulliau gwanhau naturiol yn dibynnu ar brosesau ffisegol, cemegol a biolegol naturiol i dorri'r halogyddion i lawr wrth iddynt lifo drwy'r is-wyneb. Mae eu defnydd yn dibynnu ar ddealltwriaeth dda o gemeg a hydroddaeareg y tir.

Yn ogystal â gwella effeithlonrwydd gwaith adfer, gall dealltwriaeth dda o ddaeareg yr is-wyneb arbed treulio llawer o amser a gwario llawer o arian ar beirianeg a gweithredu.



Dympio cemegau yn Wakefield, y Deyrnas Unedig

Ein hetifeddiaeth ddiwydiannol a'i heffaith ar ansawdd tir

Gall adfer a rheoli tir halogedig fod yn gymhleth ac yn ddrud, yn enwedig os ydym yn etifeddu gwastraff a deunyddiau halogedig a waredwyd yn ddi-reolaeth. Mae ymchwil geocemegol parhaus yn amlygu cymhlethdod halogiad tir diwydiannol, ond gall hefyd helpu i ddatblygu technegau gwell i fynd i'r afael ag ef. Mae adfer tir halogedig Ewrop yn gynaliadwy yn y tymor hir yn gofyn am ddulliau peirianegol a rheoli arloesol a gwaredu halogyddion yn ddiogel, gyda dealltwriaeth ddaearegol gadarn yn sylfaen i hynny.

Gwerthfawrogi ac amddiffyn ein hamgylchedd

Mae polisi a rheolaeth amgylcheddol sy'n seiliedig ar ymagwedd 'gwasanaethau ecosystemau' yn dibynnu ar fabwysiadu golwg wirioneddol gyfannol o ecosystemau a'r amgylchedd. Mae pwysigrwydd daeareg a'r geosffer i amddiffyn yr amgylchedd a darparu gwasanaeth ecosystem yn cael eu hanwybyddu'n rhy aml o lawer – yn wir, maent yn llunio ein tirwedd, yn rhyngweithio â'r atmosffer a'r hydrosffer, ac yn cynnal systemau byw.

Gwasanaethau geosystem

Mae amrywiaeth eang o wasanaethau ecosystem – ffyrdd y cawn fudd cymdeithasol ac economaidd o'r amgylchedd – yn dibynnu ar y geosffer, a gellir galw'r rhain oll yn 'wasanaethau geosystem'. Maent yn cynnwys:

- **gwasanaethau darparu** hanfodol, fel cyflenwi ynni, dŵr, adnoddau mwynol a'r tir y mae ein seilwaith trefol a chlundiant wedi'u hadeiladu arno neu ynddo
- **gwasanaethau rheoli** fel darpar gapasiti storio ar gyfer gwastraff ymbelydrol a CO₂ a chlustogi'n naturiol CO₂ atmosfferig sydd wedi'i ddal mewn pridd
- **gwasanaethau cynnal** sy'n sylfaen i ecosystemau, gan gynnwys cylchoedd geocemegol, ac effaith geomorffoleg ar ddarnio cynefinoedd a gwahaniaeth rhwng cymunedau, sy'n hanfodol i fioamrywiaeth
- mwynhau a gwerthfawrogi'r dirwedd a **gwasanaethau diwylliannol** eraill

Mae treftadaeth ac amrywiaeth ddiwylliannol gyfoethog Ewrop yn adnoddau gwerthfawr o safbwynt addysg, twristiaeth ac ansawdd bywyd. Mae'n hanfodol bod safleoedd pwysig yn ddaearyddol yn cael ei hamddiffyn yn ddigonol, er enghraifft trwy gynlluniau cenedlaethol yn dynodi safleoedd o bwysigrwydd gwyddonol.

Mae'r swyddogaethau clustogi a gyflawnir gan y geosffer, yr hydrosffer a'r atmosffer o werth amgylcheddol enfawr ac megis dechrau deall y rhain yn gywir a wnawn. Mae capasiti systemau naturiol i wrthsefyll newid yn dibynnu'n rhannol ar y llwythi critigol o halogyddion y gallant eu hamsugno. Maent yn debygol o ddod o dan straen cynyddol wrth i lefelau CO₂ yn yr atmosffer gynyddu, wrth i dymereddau byd-eang godi ac wrth i'r cefnforoedd fynd yn fwy asidig oherwydd CO₂ wedi hydoddi. Mae riffiau cwrel, sy'n gartref i niferoedd lu o rywogaethau yn rhai o ecosystemau mwyaf biolegol amrywiol y byd ac sy'n darparu gwasanaethau ecosystem fel twristiaeth, pysgota ac amddiffyn arfordirol, yn arbennig o fregus yn wyneb newidiadau i gemeg cefnforoedd ac maent eisoes yn dirywio'n gyflym.

Cadwraeth forol ac arfordirol

Mae potensial gan gynlluniau fel dynodi Safleoedd Morol Ewropeaidd i gynnig amddiffyniad gwerthfawr i ardaloedd arfordirol a morol sensitif. Ond, maent yn tueddu i ganolbwyntio ar fywyd gwyllt – agweddau biotig ar ecosystemau – gan esgeuluso elfennau anfiotig a rhyngweithiadau wyneb ac is-wyneb y tir â'r môr a'r bywyd y mae'n ei gynnal. Mae angen ymagwedd fwy cyfannol at ecosystemau morol a phrosesau amgylcheddol i amddiffyn rhywogaethau ac amgylcheddau bregus yn effeithiol.

Mae'r llanw a cherhyntau yn cludo gwaddodion i mewn ac allan o aberoedd, gan gludo llygryddion gyda nhw a rhyngweithio â chemeg dŵr y môr. Gall pysgota darfu ar wely'r môr, gan darfu ar ecosystemau. Gall adeiladu amddiffynfeydd arfordirol newid patrymau presennol a dosbarthiad gwaddodion o ganlyniad. Mae cylchu maetholion fel gwasanaeth ategol yn dibynnu ar ryngweithiadau geocemegol rhwng amrywiol elfennau o'r system forol/afonol – y craigwely, gwaddodion arwynebol, biota, y golofn ddŵr a'r atmosffer.



Safle Treftadaeth Byd UNESCO, Ynys Mont Saint-Michel a'i bae yn Normandi, Ffrainc, a restrwyd am ei threftadaeth ddiwydiannol yn ogystal â'i harddwch naturiol

Geoberyglon

Mae geoberyglon, fel daeargrynfeydd, ffrwydradau folcanig, tswnamiâu a thirlithriadau, yn gallu cael effeithiau trychinebus ar boblogaethau, economïau a thirweddau. Mae deall a chyfleu'r risgiau a'r effeithiau yn effeithiol, a lliniaru'r peryglon hyn yn hanfodol i leihau dioddefaint pobl.

Daeargrynfeydd

Mae daeargrynfeydd yn beryglon mawr, yn enwedig yn ne a dwyrain Ewrop, gan arwain at golli bywydau, difrod i seilwaith ac economïau, a tharfu cymdeithasol. Mae effaith daeargrynfeydd yn dibynnu nid yn unig ar eu maint a'u dyfnder, ond ar ffactorau dynol - dwysedd y boblogaeth, lefel datblygiad, parodrwydd ac addysg. Achoswyd llawer mwy o farwolaethau gan y daeargryn yn Haiti yn 2010, er enghraifft, na chan rai daeargrynfeydd llawer mwy o faint. Gallai daeargryn mawr gerllaw megaddinas mewn gwlad sy'n datblygu fod yn fwy dinistriol fyth. Y ffyrdd mwyaf effeithiol o leihau effaith daeargrynfeydd ar bobl yw trwy leihau tlodi (yn enwedig mewn gwledydd sy'n datblygu); gwella addysg, parodrwydd sifil a seilwaith; a dylunio ac adeiladu adeiladau newydd i wrthsefyll eu heffeithiau. Mae ôl-ffitio hen adeiladau yn bosibl, ond yn ddrutach o lawer.

Mae rhagfynegi a pa mor debygol yw hi y bydd daeargrynfeydd yn digwydd mewn ardal benodol dros gyfnod penodol, gan ddefnyddio dull tebygolrwydd, wedi gwella'n fawr dros y degawdau diwethaf o ganlyniad i ymchwil daearegol. Fodd bynnag, ar hyn o bryd, nid yw'n bosibl rhagfynegi'n bendant pryd a ble yn union y bydd daeargrynfeydd yn digwydd ac nid yw'r rhan fwyaf o ddaearegwyr o'r farn bod gobaith realistig o wneud hyn. Mae mapio risg daeargrynfeydd a modelu eu heffeithiau yn hanfodol i wella parodrwydd ar eu cyfer a'r gallu i'w gwrthsefyll. Mae prosiect SHARE ("Seismic Hazard Harmonization in Europe") wedi sefydlu methodolegau a safonau data cyffredin a bydd yn cynorthwyo i ddatblygu safonau ar y cyd ar gyfer lliniaru effeithiau daeargrynfeydd.



Yr Arlywydd Barack Obama yn ymweld â difrod daeargryn yn L'Aquila, yr Eidal

Geoberyglon eraill

Yn yr un modd â llosgfynyddoedd, gall tswnamiâu gael effeithiau difrifol ymhell i ffwrdd o'r digwyddiadau sy'n eu sbarduno. Mae'r cofnod daearegol yn dangos bod darnau mawr o arfordir Ewrop wedi dioddef tswnamiâu sylweddol yn y gorffennol diweddar, a gallai hyn ddigwydd eto.

Mae peryglon eraill llai dramatig yn cynnwys chwyddo a chrebachu ffurfiannau clai, a all ddifrodi adeiladau a seilwaith, llync-dyllau sy'n ffurfio oherwydd bod creigiau mwy hydawdd yn ymddatod, a phresenoldeb daear wan a chywasgadwy. Er mai yn anaml iawn y mae 'peryglon tawel' o'r fath yn achosi marwolaethau, gall eu heffaith economaidd fod yn sylweddol.



Llync-dwll Karst yn ardal Biržai, Lithwania

Hefyd, mae 'geoberyglon anthropogenig' sy'n cael eu hachosi gan weithgareddau pobl fel halogi tir, echdynnu mwynau a gwaredu gwastraff. Gall gweithgareddau pobl hefyd waethygu effeithiau peryglon fel llifogydd, gan gynnwys llifogydd dŵr daear. Mae rhan hanfodol gan ddaearegwyr i'w chwarae yn cynghori ynghylch adeiladu amddiffynfeydd rhag llifogydd, deall a rheoli amddiffynfeydd naturiol a sicrhau bod y defnydd ar dir yn cael ei gynllunio'n effeithiol.

Geoberyglon

Tirlithriadau

Mae tirlithriadau yn gyffredin ar draws rhan helaeth o Ewrop. Gallant ddigwydd am sawl rheswm, gan gynnwys oherwydd glaw trwm, erydu, geoberyglon eraill fel daeargrynfeydd, a gweithgareddau gan bobl fel mwyngloddio, datgoedwigo a newid yn y defnydd ar dir. Gall tirlithriadau gael effaith sylweddol ar seilwaith ac economïau, a gall rhai achosi marwolaethau hefyd. Maent yn gyfrifol am oddeutu 15% o dswnamiau ledled y byd.

Disgwylir i newid yn yr hinsawdd arwain at nifer cynyddol o dirlithriadau wrth i dywydd eithafol ddod yn fwy cyffredin ac mae rhywfaint o dystiolaeth bod hyn eisoes yn digwydd.

Llosgfynyddoedd

Amcangyfrifir bod 500 miliwn o bobl ar draws y byd yn byw'n ddigon agos at losgfynyddoedd byw i gael eu heffeithio pan fyddant yn ffrwydro. Mae llawer o ddinasoedd wedi datblygu ar y tir ffrwythlon sy'n aml i'w gael yng nghyffiniau llosgfynyddoedd. Mae llosgfynyddoedd byw a allai effeithio ar boblogaethau mawr yn cynnwys Mynydd Feswfiws ger Naples a Popocatepetl ger Dinas Mecsico.

Dylid gwneud pob ymdrech i leihau nifer y bobl sy'n



Mynydd Feswfiws, Naples, yr Eidal

dioddef yn sgil ffrwydradau folcanig, ond mewn gwirionedd, mae'r rhain wedi bod yn gymharol fach (tua 300,000 ledled y byd yn ystod y 200 mlynedd diwethaf) o gymharu â rhai peryglon naturiol eraill. Serch hynny, gall y colledion economaidd, y difrod i seilwaith a'r tarfu cymdeithasol fod yn sylweddol.

Yn ogystal, gall llosgfynyddoedd effeithio ar gymunedau dipyn pellach i ffrwrdd, lle gall yr amgyffrediad o'r risg fod yn isel gan fod y perygl 'allan o olwg, allan o feddwl'. Mae'r byd modern wedi globaleiddio yn fregus iawn yn wyneb digwyddiadau folcanig mawr iawn, felly mae astudio'u cyfnodau dychwelyd a'u heffeithiau amgylcheddol yn faes ymchwil gweithgar mewn fylcanoleg.

Lluch folcanig

Achosodd ffrwydrad Eyjafjallajökull yng Ngwlad yr Iâ yn 2010 darfu helaeth ar hedfan ledled gogledd a gorllewin Ewrop. Roedd angen i lywodraethau ac awdurdodau hedfan amddiffyn diogelwch y cyhoedd, ond hefyd, wynebont alwadau i ailgychwyn hediadau cyn gynted â phosibl, oherwydd effaith economaidd y tarfu. Bu daearegwyr yn gweithio ochr yn ochr â meteorolegwyr i ddeall sut roedd y bluen o lluch a systemau tywydd yn rhyngweithio, a rhoesant wybodaeth a chynghor i gynorthwyo â'r penderfyniadau ynghylch hedfan.

Mae potensial gan losgfynyddoedd eraill, yng Ngwlad yr Iâ a thu hwnt, achosi problemau tebyg, efallai ar raddfa fwy o lawer. Mae prif lwybrau hedfan, yn enwedig y rhai sy'n teithio dros y pegynau, wedi cael eu mapio mewn perthynas â dosbarthiad llosgfynyddoedd byw a llosgfynyddoedd cwsig diweddar - mae hyn yn werthfawr, er enghraifft, wrth asesu risg bosibl llosgfynyddoedd ar arfordir gorllewinol gogledd America ac Alaska, yn enwedig cadwyn y llosgfynyddoedd Aleutian.

Mae llosgfynyddoedd fel Mynydd St Helens a Mynydd Feswfiws wedi'u hamgylchynu gan rwydweithiau seismig helaeth ar y tir, a ddylai gynnig rhybudd cynnar o ffrwydro posibl. Ond, yn fyd-eang, nid yw llawer o losgfynyddoedd yn cael eu monitro a gallant ffrwydro heb ddim neu fawr ddim rhybudd.

Newid yn yr hinsawdd

Mae'r cofnod daearegol yn cynnwys tystiolaeth helaeth o'r ffyrdd y mae hinsawdd y Ddaear wedi newid yn y gorffennol. Mae'r dystiolaeth honno yn berthnasol iawn i ddeall sut y gallai newid yn y dyfodol, ac effeithiau tebygol allyriadau carbon anthropogenig.

Tystiolaeth daearegol o newid yn yr hinsawdd yn y gorffennol

Dros o leiaf y 200 miliwn blynedd diwethaf, mae'r cofnod ffosilaidd a gwaddodol yn dangos bod y Ddaear wedi profi llawer o amrywiadau yn ei hinsawdd, o hinsawdd gynhesach na'r hinsawdd bresennol i fod yn llawer oerach, ar lawer o raddfeydd amser gwahanol. Yn ogystal ag amrywiad cylchol wedi'i achosi gan ffactorau fel yr amrywiad yn orbit y Ddaear ac yng ngweithgaredd yr haul, bu adegau o newid cyflym yn yr hinsawdd yn gysylltiedig â chynnydd mewn carbon atmosfferig, fel yr Uchafbwynt Thermol Paleosen-Ëosen (PETM) 55 miliwn o flynyddoedd yn ôl.

Mae tystiolaeth o newid yn yr hinsawdd yn y gorffennol wedi'i chadw mewn amrywiaeth eang o osodiadau daearegol, gan gynnwys gwaddodion mewn moroedd a llynnoedd, llenni iâ, cwrelau ffosiliau, stalagmidau a blwyddgylchau ffosiliau. Mae datblygiadau mewn arsylwadau maes, technegau labordy a modelu rhifiadol yn caniatáu i ddaearegwyr ddangos yn fwyfwy hyderus sut a pham y mae'r hinsawdd wedi newid yn y gorffennol. Mae'r waelodlin wybodaeth hon am y gorffennol yn cynnig cyd-destun hanfodol ar gyfer amcangyfrif newidiadau tebygol yn y dyfodol.

Gwersi i'r dyfodol

Ar sail cofnodion o newid yn yr hinsawdd yn y gorffennol, mae



Toddi wrth berimedr llen iâ yn Kalaallit Nunaat (Greenland)

daearegwyr yn fwyfwy hyderus bod CO₂ yn un o brif addaswyr system yr hinsawdd. Mae'r dystiolaeth yn cadarnhau'r egwyddor ffisegol sylfaenol, sef bod ychwanegu symiau helaeth o nwyon tŷ gwydr fel CO₂ at yr atmosffer yn gwneud i dymheredd godi. Hefyd, mae'n dangos bod hyn yn debygol o arwain at gynnydd yn lefelau'r môr, cefnforoedd mwy asidig, lefelau ocsigen is yn nŵr y môr a newidiadau sylweddol ym mhatrymau'r tywydd.

Mae bywyd ar y Ddaear wedi goroesi newidiadau mawr i'r hinsawdd yn y gorffennol, ond mae'r rhain wedi achosi difodiant enfawr ac ailddosbarthu rhywogaethau yn helaeth. Disgwylir y bydd effaith cynnydd o ychydig raddau yn nhymheredd y byd, sef cynnydd cymharol fach, ar gymdeithas fodern ddynol yn enfawr.

Mae'r union bethau a achosodd gyfnodau o newid cyflym yn yr hinsawdd yn y gorffennol yn destun ymchwil parhaus, ond mae'n debygol mai tarddiad daearegol oedd sbardun digwyddiadau o'r fath - er enghraifft, cyfnod o weithgarwch folcanig dwys. Ni ellir priodoli'r codiadau cyflym mewn lefelau CO₂ atmosfferig yn y degawdau diwethaf i unrhyw reswm daearegol o'r fath. Mae dros 500 biliwn tunnell fetrig o garbon (felly dros 1,850 biliwn tunnell fetrig o CO₂) wedi'u hychwanegu at yr atmosffer o ganlyniad i weithgarwch pobl er 1750, gyda rhyw 65% o hynny'n dod o losgi tanwyddau ffosil ac, yn ôl cyfradd presennol y cynnydd, gallai CO₂ atmosfferig gyrraedd 600 rhan y filiwn (ppm) erbyn diwedd y ganrif hon - mae'n ymddangos nad yw'r gwerth hwn wedi bod yn nodweddiadol am o leiaf 24 miliwn o flynyddoedd.

Mae rhan hanfodol gan ddaearegwyr i'w chwarae, nid dim ond yn helpu i wella ein dealltwriaeth o'r newid yn yr hinsawdd, ond yn lleihau allyriadau CO₂ yn y dyfodol (trwy ddatblygu ffynonellau dal a storio carbon a ffynonellau ynni amgen, er enghraifft), ac addasu i ganlyniadau newid yn yr hinsawdd yn y dyfodol.

Yr Anthroposen

Mae gweithgarwch dynol wedi cael effeithiau dramatig ar y dirwedd, yr is-wyneb ac ar systemau'r Ddaear, gan ysgogi newidiadau atmosfferig, cemegol, ffisegol a biolegol arwyddocaol. A yw'r newidiadau hyn yn ddigon arwyddocaol a pharhaol i nodi dechrau epoc daearegol newydd – yr Anthroposen?

Newid anthropogenig

Mae'r Comisiwn Rhyngwladol ar Stratigraffeg (ICS), sy'n diffinio'r Amserlen Ddaearegol Ryngwladol ac sy'n gosod safonau byd-eang ar gyfer dosbarthu amser daearegol, wrthi'n ystyried p'un ai i ddiffinio epoc daearegol newydd – yr 'epoc dynol' neu Anthroposen – i gydnabod graddau'r effaith a gawsom ar ein planed. Mae rhai stratigraffwyr yn awgrymu mai'r Chwyldro Diwydiannol oedd man cychwyn yr Anthroposen, gan gydnabod y gallai effeithiau'r 1,850 biliwn tunnell fetrig o CO₂ y mae pobl wedi'i ryddhau i'r atmosffer ers y dyddiad hwnnw ymestyn dros gyfnodau amser y gellir eu mesur yn ddaearegol. Mae eraill yn dadlau bod modd dyddio effeithiau parhaus pobl ar y blaned yn gynt, i ddatblygiad ffermio a diwylliannau sefydlog tua 8,000 o flynyddoedd yn ôl. Pa bynnag ddyddiad sy'n cael ei bennu, mae datblygiad cymdeithas ddynol wedi bod yn gyfrifol am ail-lunio'r tir a'r tirweddau yn sylweddol trwy amrywiaeth eang o brosesau, gan gynnwys amaethyddiaeth, adeiladu, troi afonydd yn gamlesi, datgoedwigo, twf dinesig a diwydiannu.

Hefyd, rydym wedi gadael ôl halogiad a llygredd yn yr aer, ar wyneb y ddaear, yn y cefnforoedd a'r dyfrffyrdd ac yn yr is-wyneb; dyma ôl parhaol posibl. Mae olion dadlennol yn cynnwys llygredd plwm, sy'n cael ei gynhyrchu'n bennaf gan ffwrneisi mwyndoddi, prosesu a llosgi metelau, ac sydd bellach wedi'i ddarganfod mewn lleoliadau pellennig fel capiau iâ'r pegynau a mawnogydd sy'n dyddio'n ôl i'r oes Roeg-Rufeinig. Yn ogystal â llosgi tanwyddau ffosil yn helaeth, daeth y Chwyldro Diwydiannol â lefelau sylweddol o halogiad o ganlyniad i fwyngloddio, mwyndoddi a lledaeniad llygryddion o ganlyniad i waredu gwastraff a gweithgareddau diwydiannol eraill.

Ar hyn o bryd, mae llawer o ymchwilwyr yn ymgymryd â gwaith i archwilio ystod, math, graddfa a maint dylanwadau anthropogenig ar y defnydd ar dir a phrosesau system y Ddaear, eu heffeithiau a'u harwyddocâd daearegol. Gallai'r newidiadau cyfunol hyn a'u heffeithiau



Llygredd aer: mwg yn codi o dŵr ffatri

ar gemeg, bioleg a geomorffoleg yr wyneb, yr is-wyneb, y cefnforoedd a'r atmosffer helpu i ddiffinio'r Anthroposen a'i arwyddiant amgylcheddol unigryw.

A yw'n bwysig?

P'un a bod yr ICS yn dod i'r casgliad bod yr Anthroposen yn bodloni'r diffiniad o epoc daearegol newydd ai peidio, mae'r gair wedi prysur ennill ei blwyf, yn y gymuned ddaearegol ac yn ehangach. Mae'n mynegi'r syniad y gallai effeithiau cronrus a chyfunol pobl ar ein planed, gan gynnwys ond heb fod yn gyfyngedig i'r newid yn yr hinsawdd, barhau dros gyfnodau daearegol, a gallai hyn fod yn ddefnyddiol wrth i ni lunio'n hymateb i'r newidiadau hyn.

Y dyfodol

Amcangyfrifir y bydd poblogaeth y byd yn cyrraedd naw biliwn erbyn 2045, felly bydd pwysau cynyddol ar adnoddau, yr amgylchedd a'r is-wyneb bas, yn enwedig mewn ardaloedd adeiledig lle y mae galw mawr ar yr is-wyneb a lle y mae'r seilwaith yn gymhleth. Bydd byw yn y cyfnod Anthroposen yn gosod heriau digynsail gerbron cymdeithasau a llywodraethau ledled y byd.

Cyfleu daeareg: amser, ansicrwydd a risg

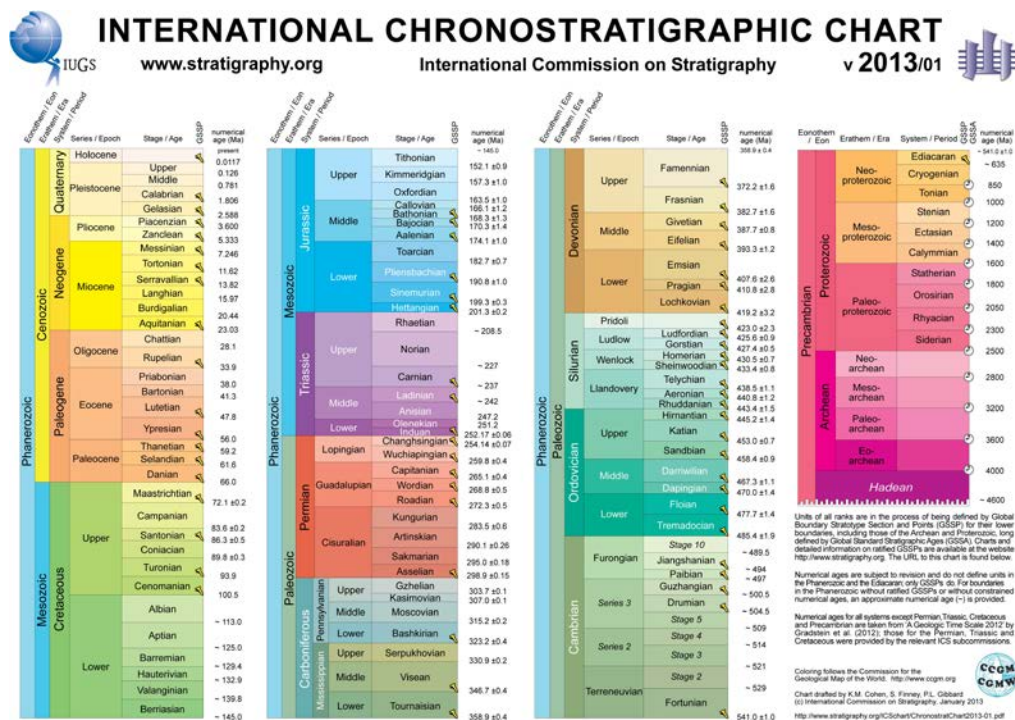
Mae materion daearegol yn fwyfwy amlwg ym mywydau pob dydd pobl ar draws Ewrop – ac mae'n rhaid i geowyddonwyr proffesiynol ddysgu cyfleu eu gwyddor yn well, fel y gall y boblogaeth ehangach gymryd rhan mewn trafodaeth wybodus.

O wneud penderfyniadau ynghylch echdynnu nwy siâl a hydrocarbonau eraill atraeth, i chwistrellu dŵr i'r is-wyneb i gynhyrchu pŵer geothermol a storio carbon a gwastraff ymbelydrol yn ddwfn, mae daeareg wrth fôn rhai o'r cwestiynau allweddol y bydd cymunedau ar draws Ewrop yn eu hwynebu wrth i ni geisio bodloni anghenion am adnoddau yn y dyfodol, creu twf economaidd, deall risgiau technegol a'u heffeithiau cymdeithasol, a sicrhau bod rheoli a llywodraethu technoleg yn amddiffyn iechyd a lles y cyhoedd a'r amgylchedd. Ynghyd â'r heriau gwyddonol a thechnegol cymhleth a ddaw yn sgil gweithredu'r technolegau hyn, mae'r is-wyneb daearegol yn fynd dirgel i'r rhan fwyaf o bobl. Er mwyn i'r cyhoedd gymryd rhan mewn trafodaeth a phenderfyniadau gwybodus ynghylch technolegau o'r fath, mae'n bwysig bod geowyddonwyr proffesiynol yn datblygu strategaethau effeithiol i gyfleu'r hyn y maent yn ei wybod ac yn ei wneud yn effeithiol, a deall beth mae'r cyhoedd yn ei wybod a beth sydd o bryder iddynt.

Nid yw rhai o'r syniadau a'r wybodaeth sylfaenol, sefydledig y mae daearegwyr yn eu defnyddio (ac efallai yn eu cymryd yn ganiataol) yn gyfarwydd i'r rhan fwyaf o bobl. Mae'n bosibl bod daearegwyr o'r farn bod eu gwerthfawrogiad o gyfnodau amser

hir tu hwnt yn rhoi dealltwriaeth freintiedig iddynt o'r blaned a'r prosesau sydd wedi'i llunio. Ond, gall hyn hefyd eu harwain i ystyried amser mewn ffordd wahanol iawn i bobl nad ydynt yn ddaearegwyr. Er enghraifft, i'r rhan fwyaf o bobl, gallai 100,000 o flynyddoedd fod yn amser hir iawn i ddibynnu ar y geosffer i reoli gwastraff ymbelydrol - ond i ddaearegwr, mae hwn yn gyfnod byr iawn. Gallai hyn leihau yn hytrach na chynyddu hyder ac ymddiriedaeth y cyhoedd yn arbenigedd a barn broffesiynol daearegwyr sy'n cynghori ar waredu gwastraff ymbelydrol, oni bai bod daearegwyr yn gweithio'n galed i ddeall safbwyntiau a phryderon y cyhoedd.

Yn yr un modd, mae daearegwyr yn aml yn gallu delio'n ddibryder ag ansicrwydd a data anghyflawn – a gallant ystyried bod eu gallu i weithio fel hyn yn elfen graidd o'u harbenigedd. Mae cyfleu yn agored ac yn effeithiol y ffyrdd y mae daearegwyr yn gweithio gyda data anghyflawn, yn ceisio cyfyngu ar ansicrwydd a llunio asesiadau ar sail tebygolrwydd, er enghraifft o adnoddau ac o'r risg a ddaw o beryglon naturiol, yn hanfodol er mwyn cydnabod bod gwerth i'r rhinweddau hyn yn hytrach na'u bod yn ddim ond mynegi anwybodaeth.



Y 'Chronostratigraphic International Chart'. © International Commission on Stratigraphy

Daeareg i'r dyfodol

Mae Cymdeithas yr 21ain ganrif yn wynebu heriau digynsail o ran bodloni anghenion adnoddau poblogaeth fyd-eang sy'n tyfu ac sy'n dyheu am safonau byw uwch, tra'n dysgu byw yn fwy cynaliadwy ar ein planed. Bydd sicrhau gweithlu medrus ym maes geowyddoniaeth a sylfaen ymchwil gadarn yn helpu i'n paratoi ni i fynd i'r afael â'r heriau hyn ac maent yn hanfodol er mwyn i Ewrop fod yn gystadleuol yn fyd-eang.

Addysg

Mae daeareg yn hanfodol i fywydau pobl. Yn y rhan fwyaf o wledydd Ewrop, nid yw daeareg ynddo'i hun yn bwnc craidd yng nghwricwlwm yr ysgol. Felly, mae'n hanfodol bod pobl ifanc yn cael eu dysgu am brosesau a chysyniadau allweddol mewn Gwyddor Daear ym mhynciau prif ffrwd ysgolion (fel cemeg, ffiseg, bioleg a daearyddiaeth), fel eu bod yn ddinasyddion gwybodus yn yr 21ain ganrif sydd â'r gallu i gymryd rhan mewn trafodaeth am yr heriau mawr sy'n wynebu'r ddynoliaeth. Dylai'r cwricwlwm ysgol ar draws gwledydd Ewrop adlewyrchu hyn. Mae sicrhau bod pob myfyriwr yn dysgu hanfodion Gwyddor Daear hefyd yn angenrheidiol i symblu'r genhedlaeth nesaf o ddaearegwyr, a fydd yn chwarae rhan hanfodol mewn mynd i'r afael â'r heriau hyn. Mae cyngor gyrfaol o safon uchel yn hanfodol hefyd, fel bod myfyrwr yn gwybod am yr amrywiaeth fawr o yrfaeoddd posibl sydd ar gael mewn daeareg, ac yn deall sut gallai'r pynciau a ddewisant eu hastudio ym mhob cam o'u haddysg ysgol gyfyngu'n ddiweddarach ar y rhaglenni astudio sydd ar gael iddynt yn y brifysgol (ac, felly, yr opsiynau gyrfaol).

Mae rhaglenni gradd israddedig mewn daeareg ac arbenigeddau eraill ym maes Gwyddor Daear yn cynnig sylfaen wyddonol drylwyr a dyma'r cam cyntaf yn hyfforddiant geowyddonwyr proffesiynol y dyfodol. Yn rhai o wledydd Ewrop, mae cyflogwyr yn sawl sector y diwydiant sydd eisiau recriwtio geowyddonwyr hefyd yn mynnu bod ymgeiswyr yn meddu ar radd ôl-raddedig fel MSc, mewn arbenigedd perthnasol fel daeareg petrolewm, daeareg peirianeg, hydrodaeareg neu geoffiseg. Yn aml, mae ffocws galwedigaethol cryf gan y rhaglenni hyn. Mae rhaglenni PhD hefyd yn chwarae rhan hanfodol, yn paratoi'r rhai sydd eisiau dilyn gyrfa ym maes geowyddoniaeth ac yn cyflenwi arbenigwyr sydd wedi hyfforddi hyd at lefel doethur i rai o sectorau'r diwydiant. Mae'n hanfodol bod gwledydd Ewrop yn sicrhau bod addysg geowyddoniaeth yn cael digon o gyllid ar bob lefel er mwyn iddynt fod yn gystadleuol yn economaidd ac er mwyn iddynt ddatblygu a chynnal y gallu cenedlaethol i fodloni heriau'r dyfodol.

Ymchwil

Yn ogystal, bydd y gallu i gystadlu'n economaidd a'n gallu i fodloni heriau yn y dyfodol yn dibynnu ar gynnal sylfaen ymchwil

Sicrhau safonau proffesiynol er budd y cyhoedd

Mae Ffederasiwn Daearegwyr Ewrop (EFG), ynghyd â'i Gymdeithasau Cenedlaethol (cyrff daearegol proffesiynol), yn dyfarnu'r dynodiad proffesiynol 'Daearegwr Ewropeaidd' (EurGeol) i ymarferwyr sydd â lefel uchel o addysg, cymhwysedd proffesiynol yn eu maes, ac ymrwymiad i foesege broffesiynol a datblygiad proffesiynol parhaus. Hefyd, mae llawer o'r Cymdeithasau Cenedlaethol yn dyfarnu eu dynodiadau proffesiynol eu hunain yn genedlaethol. Yn ogystal â bod yn werthfawr i unigolion a'u cyflogwyr, mae'r dynodiadau hyn yn cynnig sicrwydd i bobl eraill y bydd gwaith unigolion, y mae diogelwch a lles y cyhoedd yn aml yn dibynnu arno, yn cael ei gyflawni mewn modd cymwys, proffesiynol a moesegol.

Mae achredu rhaglenni gradd israddedig ac MSc yn sicrhau bod myfyrwyr yn ennill sgiliau a gwybodaeth graidd, er budd cyflogwyr a'r cyhoedd. Mae systemau achredu yn amrywio rhwng gwledydd, a gallai corff proffesiynol cenedlaethol, adran y llywodraeth neu asiantaeth ansawdd allanol fod yn eu goruchwylio. Fe wnaeth prosiect Euro-Ages, a ariannwyd gan y Comisiwn Ewropeaidd, ddatblygu fframwaith cyffredin ar gyfer cynnwys a meini prawf achredu graddau mewn daeareg fel ei bod hi'n haws cymharu'r systemau amrywiol hyn.



FÉDÉRATION EUROPÉENNE DES GÉOLOGUES
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS
FEDERACIÓN EUROPEA DE GEÓLOGOS

geowyddoniaeth Ewrop. Mae'n hanfodol ein bod yn parhau i gefnogi ymchwil rhagorol sy'n cael ei yrru gan chwilfrydedd, yn ogystal ag anghenion, nid lleiaf fel bod cymdeithas mor barod â phosibl i ymateb i'r 'anhysbys anhysbys' – risgiau ac argyfyngau newydd yn y dyfodol nad ydym wedi'u rhagweld eto. Bydd cynnal a datblygu ein sylfaen ymchwil yn mynnu ein bod yn gofalu am bob cam yn y 'biblinell sgiliau' ac yn buddsoddi mewn cyllid ymchwil parhaus fel y gall ymchwilwyr ifanc feithrin gyrfaeoddd sefydlog.



Datblygwyd y ddogfen hon gan Gymdeithas Ddaearegol Llundain, ynghyd â Ffederasiwn Ddaearegwyr Ewrop.

Cewch ddogfennau polisi, erthyglau, adnoddau clyweled a mwy yn gysylltiedig â'r pynciau sy'n cael sylw yn yr adroddiad hwn yn ein porth ar-lein 'Daeareg i Gymdeithas' yn www.geolsoc.org.uk/geology-for-society (Saesneg) - neu cyfeirwch at y rhestr isod i ddod o hyd i adnoddau ar faes penodol.

Daeareg ar gyfer yr economi	www.geolsoc.org.uk/economy
Ynni	www.geolsoc.org.uk/energy
Dŵr	www.geolsoc.org.uk/water
Adnoddau Mwynol	www.geolsoc.org.uk/minerals
Peiriannu'r Dyfodol	www.geolsoc.org.uk/engineering-the-future
Iechyd yr Amgylchedd	www.geolsoc.org.uk/environmentalhealth
Gwerthfawrogi ac amddiffyn ein hamgylchedd	www.geolsoc.org.uk/ecosystems
Geoberyglon	www.geolsoc.org.uk/geohazards
Newid yn yr Hinsawdd	www.geolsoc.org.uk/climatechange
Yr Anthroposen	www.geolsoc.org.uk/anthropocene
Cyfleu daeareg: amser, ansicrwydd a risg	www.geolsoc.org.uk/risk
Daeareg i'r dyfodol	www.geolsoc.org.uk/future

- Cyfnewidfa Stoc Frankfurt - Frankfurt Stock Exchange" by Pythagomath - Own work. Licensed under CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons
- Sampl o ffuriant haearn haenog o Krivoy Rog, yr Wrcrain - Banded iron formation". Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Argae Kölnbrein a system bŵer storfa bwmp, Carinthia, Awstria - Verbund malta" by Verbund. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Amaeth yn rhanbarth La Rioja yn Sbaen " by Raúl Hernández González. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Safle adeiladu Crossrail yn Tottenham Court Road - London Astoria site September 2009 CB" by carlbob. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Trên y 'Glacier Express' ar Draphont Landwasser, y Swistir - CH Landwasser 2" by Daniel Schwen - Own work. Licensed under CC BY-SA 2.5 via Wikimedia Commons
- Dympio cemegau yn Wakefield, y Deyrnas Unedig - A big job - geograph.org.uk - 663806" by David Pickersgill. Licensed under CC BY-SA 2.0 via Wikimedia Commons
- Safle Treftadaeth Byd UNESCO, Ynys Mont Saint-Michel a'i bae yn Normandi, Ffrainc, a restrwyd am ei threftadaeth ddiwydiannol yn ogystal â'i harddwch naturiol MtStMichel avion". Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons
- Yr Arlywydd Barack Obama yn ymweld â difrod daeargryn yn L'Aquila, yr Eidal - President Barack Obama tour earthquake damage in L'Aquila, Italy - Wednesday, July 8, 2009" by The Official White House Photostream - P070809CK-0208. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons
- Llync-dwll Karst yn ardal Biržai, Lithwania - Geology duobé" by Vilensija - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Toddri wrth berimedr llen ià yn Kalaallit Nunaat (Greenland)- Greenland melt pond 2 (7637755560)" by NASA ICE - Greenland melt pond 2Uploaded by russavia. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Llygredd aer: mwg yn codi o dŵr ffatri - Air pollution smoke rising from plant tower" by U.S. Fish and Wildlife Service. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons

Llun ar y clawr: Goleuadau Ewrop. © NPA Satellite Mapping: CGG. Cedwir pob hawl. Ni chaniateir atgynhyrchu, copïo na thrawsyrur'r delweddau hyn heb ganiatâd ysgrifenedig. Mae NPA yn Gyswllt Corfforaethol i Gymdeithas Ddaeareg Llundain ac maent wedi arbenigo ar ddefnyddio delweddau lloeren, ac archwilio adnoddau, amgylchedd a pheryglon y Ddaeareg er 1972. Ewch i npa.cgg.com.