

# Rhaglen Fonitoro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)

## Adroddiad ERAMMP-57: Profi Datrys Delwedd ar gyfer Nodweddion Erydiad a Niwed Pridd

Robinson, D.A.<sup>1</sup>, Tye, A.M.<sup>2</sup>, Feeney, C.<sup>1</sup>, Payo, A.<sup>2</sup> a Robb, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UK Centre for Ecology & Hydrology, <sup>2</sup> British Geological Survey

Cyfeirnod Cleient: Llywodraeth Cymru / Contract C210/2016/2017

Fersiwn 1.0

Dyddiad: 21-Ebrill-2021



**Funded by:**



Canolfan Ecoleg  
a Hydroleg y DU  
UK Centre for  
Ecology & Hydrology

**Hanes Fersiwn**

<b>Fersiwn</b>	<b>Diweddarwyd Gan</b>	<b>Dyddiad</b>	<b>Newidiadau</b>
1.0	Tîm yr Awduron	21/4/2021	Cyhoeddi

Mae'r adroddiad hwn ar gael yn electronig yma / This report is available electronically at: [www.erammp.wales/57](http://www.erammp.wales/57)

Neu trwy sganio'r cod QR a ddangosir / Or by scanning the QR code shown



**Mae'r ddogfen hon hefyd ar gael yn Saesneg**

<b>Cyfres</b>	Rhaglen Fonitoro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)
<b>Teitl</b>	Adroddiad ERAMMP-57: Profi Datrys Delwedd ar gyfer Nodweddion Erydiad a Niwed Pridd
<b>Cleient</b>	Llywodraeth Cymru
<b>Cyfeirnod Cleient</b>	C210/2016/2017
<b>Cyfrinachedd, hawlfraint ac atgynhyrchu</b>	© Hawlfraint y Goron 2021 Mae'r adroddiad hwn wedi ei drwyddedu o dan y Drwydded Llywodraeth Agored 3.0.
<b>Manylion cyswllt UKCEH</b>	Bronwen Williams Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU (UKCEH) Canolfan Amgylchedd Cymru, Ffordd Deiniol, Bangor, Gwynedd, LL57 2UW 01248 374500 erammp@ceh.ac.uk
<b>Awdur gohebol</b>	David Robinson, UKCEH david.robinson@ceh.ac.uk
<b>Awduron</b>	Robinson, D.A. <sup>1</sup> , Tye, A.M. <sup>2</sup> , Feeney, C. <sup>1</sup> Payo, A. <sup>2</sup> a Robb, C. <sup>1</sup> <sup>1</sup> UKCEH, <sup>2</sup> BGS
<b>Awduron ac adolygwyr cyfrannol</b>	Bronwen Williams UKCEH
<b>Sut i ddyfynnu (hir)</b>	Robinson, D.A., Tye, A.M., Feeney, C., Payo, A. a Robb, C. (2021). <i>Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)</i> . Adroddiad ERAMMP-57: Profi Datrys Delwedd ar gyfer Nodweddion Erydiad a Niwed Pridd. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017) (Prosiect Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU 06297)
<b>Sut i ddyfynnu (byr)</b>	Robinson, D.A. et al. (2021). Adroddiad ERAMMP-57: Profi Datrys Delwedd ar gyfer Nodweddion Erydiad a Niwed Pridd. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(UKCEH 06297)
<b>Cymeradwywyd gan</b>	

## Byrfoddau a Ddefnyddir yn yr Adroddiad hwn

AI	Deallusrwydd Artiffisial
ALOS PaLSAR	Lloeren Ddatblygedig Arsylwi Tir Radar Agen Synthetig math L-band Arâe Wedi'i Graddoli
AOI	Ardal o Ddiddordeb
APGB	Ffotograffiaeth o'r Awyr ar gyfer Prydain Fawr
AWEI	Mynegai Echdynnu Dŵr Awtomataidd
AWS	Gwasanaethau Gwe Amazon
BGS	Arolwg Daearegol Prydain
BOA	Gwaelod yr Atmosffer
CE	Erydiad Arfordirol
CEDA/PML	Canolfan ar gyfer Dadansoddi Data Amgylcheddol / Labordy Morol Plymouth
CNN	Rhwydi Niwral Troellol
DEM	Model Gweddlyn Digidol
DSM	Model Arwyneb Digidol
DTM	Model Tir Digidol
EO	Arsylwi'r Ddaear
ERAMMP	Rhaglen Fonitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig
ERS-1/ESR-2	Cenhadaeth Lloeren Synhwyro o Bell y Ddaear-1 a -2
ESA	Asiantaeth Ofod Ewrop
GAEC	Amodau Amaethyddol ac Amgylcheddol Da
GCPs	Pwyntiau Rheoli Tir
NTG	Nwyon tŷ gwydr
GIS	System Gwybodaeth Ddaearyddol
GMEP	Rhaglen Fonitro a Gwerthuso Glastir
GNDVI	Mynegai Llystyfiant Gwahaniaeth Normaleiddiedig Gwyrdd
HWM	Marc Dŵr Uchel
InSAR	Radar Agen Synthetig Ymyriadurol
LIDAR	Canfod golau ac amrywio
LWM	Marc Dŵr Isel
MIR	Canol is-goch
MNDWI	Mynegai Dŵr Gwahaniaeth Normaleiddiedig wedi'i Addasu
Aml-GPU	Unedau Prosesu Aml-Graffeg
N <sub>2</sub> O	Ocsid Nitraidd
NDVI	Mynegai Llystyfiant Gwahaniaeth Normaleiddiedig Gwyrdd
NDWI	Mynegai Dŵr Gwahaniaeth Normaleiddiedig
NIR	Ger Is-goch
CNC	Cyfoeth Naturiol Cymru
OS	Arolwg Ordnans
OSGB36	System gyfeirio cyfesurynnau Grid Cenedlaethol Prydain 1936
OSM	Uwchfap yr Arolwg Ordnans
PGA	Cytundeb Llywodraeth Gyfan
PL	Llyfrgell Gyhoeddus [ystorfa delweddau]
PSO	Ortho-lun PlanetScope
QGIS	GIS cwantwm, system wybodaeth ddaearyddol ffynhonnell agored
RGB	Coch, Gwyrdd, Glas
S1 / S2	Sentinel-1 / Sentinel-2
SAR	Radar Agen Synthetig
SED	Erydiad a Niwed Pridd
SFS	Cynllun Ffermio Cynaliadwy

SFS	Diogel i'r Lan
SNAP	Rhaglen Ap Sentinel
SoNaRR	Adroddiadau Cyflwr Adnoddau Naturiol
SPOT	Satellite pour l'Observation de la Terre
SWIR	Is-goch Tonfedd Fer
TIR	Is-goch Thermol
TOA	Brig yr Atmosffer
UAV	Cerbyd Awyr Di-griw
UKCEH	Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU
UTM	Mercatwr Ardraws Cyffredinol
VHR	Eglurdeb Uchel Iawn
VNIR	Gweladwy Ger Is-goch
LIC	Llywodraeth Cymru
WGS84	System Geodetig y Byd 1984

Ymhelaethir ar fyfoddau a rhai o'r termau technegol a ddefnyddir yn yr adroddiad hwn yng ngeirfaeodd y rhaglen: <https://erammp.wales/en/glossary> (Saesneg) a <https://erammp.cymru/geirfa> (Cymraeg)

## Cynnwys

<b>1</b>	<b>Crynodeb .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Cyflwyniad a Phwrpas y gwaith.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Prawf adnabod nodwedd erydiad a difrod pridd.....</b>	<b>4</b>
3.1	Dull.....	4
3.2	Deunyddiau a dulliau .....	5
3.3	Canlyniadau .....	9
<b>4</b>	<b>Prawf erydiad arfordirol a thirlithriadau.....</b>	<b>14</b>
4.1	Dull.....	14
4.2	Deunyddiau a dulliau .....	15
4.3	Canlyniadau .....	18
4.4	Crynodeb a chyfyngiadau'r astudiaeth gwmpasu hon .....	23
4.5	Casgliad.....	26
<b>5</b>	<b>Opsiynau ar gyfer ymestyn monitro pridd yn seiliedig ar loeren .....</b>	<b>27</b>
5.1	Platfformau a Delweddau.....	27
5.2	Asesiad pridd moel (gofodol ac amserol).....	28
5.3	Nodweddion Erydiad a Difrod Pridd (SED) .....	29
5.3.1	Ymchwiliad pellach i set nodweddion SED .....	29
5.3.2	Mapio nodweddion erydiad gan ddefnyddio Rhwydweithiau Niwral Troelliadol.....	30
5.4	Canfod Lled Stribed ar Ffiniau Caeau.....	30
5.5	Gwlybanaeth Pridd.....	31
5.6	Dulliau eraill .....	31
5.7	Cyfraddau erydiad a chludo .....	32
5.8	Crynodeb .....	32
<b>6</b>	<b>Logisteg a Gofynion .....</b>	<b>33</b>
6.1	Caffael.....	33
6.2	Prosesu.....	33
6.3	Storio.....	33
<b>7</b>	<b>Cyfeiriadau .....</b>	<b>34</b>

# 1 CRYNODEB

Mae cynnal priddoedd iach yng Nghymru yn bwysig er mwyn sicrhau bod adnoddau naturiol yn cael eu rheoli'n gynaliadwy o dan ddeddf yr amgylchedd. Gwneir monitro priddoedd yng Nghymru er mwyn asesu cyflwr a newid priddoedd ac mae'n rhan o gylch adrodd cyflwr adnoddau naturiol (SoNaRR), mae'n meintioli effaith Glastir ar iechyd pridd ac yn cyfrannu at ystod o ofynion adrodd eraill.

Mae monitro pridd gan ERAMMP yn seiliedig yn bennaf ar samplu uwchbridd strwythuredig ond gall hefyd ddefnyddio ffotograffiaeth o'r awyr ar gyfer cyflwr mawn a modelu. Mae'r adroddiad hwn yn manylu ar waith sy'n archwilio'r defnydd posibl o synhwyro o bell ar gyfer asesu maint erydiad a difrod pridd (SED), a thirlithriad o'r gofod. Yr amcan oedd profi gwahanol ffynonellau data delweddu synhwyro o bell, e.e. data sentinel (~ 10m) a Planet (~ 3m) yn ôl delweddu APGB cydraniad uchel o'r awyr (~ 0.25m, gan Bluesky International Limited), i benderfynu a yw eglurdeb y delweddu yn dderbyniol i ddisodli lluniau o'r awyr ar gyfer adnabod nodweddion. Mae'r adroddiad yn crynhoi dau brawf o'r data, un ar raddau erydiad a difrod pridd a'r llall ar erydiad arfordirol a thirlithriadau.

Ar gyfer y data erydiad pridd, gwelsom fod y berthynas fras rhwng nifer y nodweddion y gellir eu nodi ac eglurdeb y ddelwedd yn dilyn model deddf bŵer anunionlin. Y rheswm pam mae hyn yn dod i'r amlwg yw wrth i ansawdd delwedd wella (e.e. o eglurdeb ofodol 10m i 3m), mae nifer fwy o nodweddion llai yn dod yn weladwy. Fodd bynnag, dylem rybuddio nad ydym yn gwybod a yw'r berthynas hon yn torri i lawr y tu hwnt i'r eglurdebau delwedd brasaf (10m) neu'r delweddu manylaf (0.25m) a brofir yma. Fodd bynnag, rydym yn arddangos bod y berthynas deddf bŵer hon yn ein galluogi i ragfyni'r nifer fras o nodweddion y gallem ddisgwyl eu gweld mewn gwahanol eglurdebau cynnyrch rhwng 0.25m a 10m.

Nid yw delweddu Sentinel-2 (~10m) ond yn addas ar gyfer nodi nodweddion ar raddfa fawr megis llethrau sgri, potsio, difrod i giatau ac ardaloedd o bridd moel. Mae angen y delweddu 3m (Planet) i nodi nodweddion manylach megis difrod o amgylch porthwyr, tra bod y nodweddion graddfa fanylach fel terasetau yn cael eu codi gyda delweddu eglurdeb 0.25m yn unig. Cynyddodd y gwahaniaeth rhwng y nifer uchaf o nodweddion a nodwyd mewn sgwâr 1km o 10 ar eglurdeb isel (10m) i dros 50 o nodweddion ar eglurdeb 0.25m. At ddibenion ymarferol, gan nodi pridd moel a difrod i giatau, gallai'r eglurdeb 3m fod yn ddigonol.

O ran y digwyddiad tirlithriad, roedd hon yn ardal sylweddol (>800m<sup>2</sup>) ac roedd data Sentinel (10m) a Planet (3m) yn gallu nodi'r newid trwy ddefnyddio delweddu treigl amser. Ar gyfer digwyddiadau sy'n achosi nodweddion o'r maint hwn nid oes unrhyw fantais fawr o ddefnyddio data taledig am y data Sentinel sydd yn rhad ac am ddim. Fodd bynnag, mae'r gwaith yn arddangos prawf o gysyniad, wrth i ansawdd ac eglurdeb delweddu wella, felly bydd ein gallu i nodweddion'r ddau newid yng nghyffwrdd y pridd oherwydd erydiad neu dirlithriadau yn cynyddu. Mae gan hwn gymwysiadau eraill megis nodi ardaloedd a chyfeintiau sydd wedi'u cloddio neu eu llenwi.

Er bod nodweddion difrod pridd ac erydiad yn nodi effeithiau uniongyrchol ar strwythur y pridd mewn lleoliad sefydlog, mae angen gwaith ychwanegol i allu trosi hyn i faint o bridd sy'n cael ei allforio, yn arbennig i gyrsiau dŵr.

## 2 CYFLWYNIAD A PHWRPAS Y GWAITH

Mae Arsyfwi'r Ddaear (EO) yn cynnig plattform monitro pwysig ar gyfer canfod erydiad a difrod pridd (SED).

Mae ansawdd ac eglurdeb delweddau yn gwella'n gyson ac mae ffrydiau data newydd yn parhau i fod ar gael. Pwrpas yr adroddiad hwn yw penderfynu faint o werth sy'n cael ei ychwanegu, neu yn hytrach faint yn fwy o nodweddion y gellir eu canfod, gan ddefnyddio delweddau eglurdeb uchel. Ar gyfer SED mae'r adroddiad yn cymharu data 10m o loeren Sentinel-2 yr UE sydd am ddim a data 3m Planet Labs sy'n gynnyrch y telir amdano. Mae'r rhain yn cael eu cymharu â delweddau APGB eglurdeb uchel iawn 0.25m o'r awyr a osodir fel y meincnod.

Cyflwynir dwy astudiaeth achos. Mae'r cyntaf yn cymharu delweddau o wahanol eglurdebau a'i allu i ganfod nodweddion SED. Tra bod yr ail yn cymharu delweddau treigl amser ar gyfer asesu newidiadau mewn tirlithriad.

Mae adran olaf yn disgrifio rhai o'r heriau a'r cyfleoedd ar gyfer defnyddio EO i ganfod nodweddion pridd a'u newid.



### 3 PRAWF ADNABOD NODWEDD ERYDIAD A DIFROD PRIDD

Rhaid i ffermwyr a rheolwyr tir fod yn ymwybodol o'r risgiau o ddirywio tir o dan rai arferion, yn arbennig pan yw'r amodau'n anaddas (e.e. trin priddoedd pan ydynt yn llawn dŵr). Mae SED yn ddangosyddion dirywiad tir a gallent sbarduno torri rheoliadau Amodau Amaethyddol ac Amgylcheddol Da <sup>1</sup>Llywodraeth Cymru (GAEC). Er enghraifft, byddai gormod o arwynebedd pridd moel ar y fferm yn cynrychioli methiant i gynnal gorchudd pridd lleiaf (e.e. cnydau, sofl, gweddillion neu lystyfiant arall) o dan GAEC 4.0, a gall fod yn fannau problemus o allyriadau ocsid nitraidd (N<sub>2</sub>O) - nwy tŷ gwydr cryf (Matthews et al., 2010). Mae Arsyliwr Ddaear (EO) yn cynnig teclyn pwerus i ganfod nodweddion SED (de Jong et al., 2011).

Gallai system fonitro ar sail lloeren, sy'n defnyddio gwybodaeth EO bob dydd, neu bron yn ddyddiol, gan gynnwys delweddau lliw go iawn, ynghyd â modelu ar gyfer rhagfynegi, gynhyrchu rhybuddion i randdeiliaid i osgoi toriadau GAEC posibl a darparu ffrydiau data iechyd pridd ychwanegol ar gyfer adrodd cenedlaethol, Adroddiadau Glastir/Cynllun Fferm Gynaliadwy (SFS) a gofynion adrodd eraill. Gallai'r data hyn hefyd gefnogi anghenion ymchwil a modelu sydd â gofynion ar gyfer data iechyd pridd.

Mae angen delweddau optegol dda er mwyn i system rhybuddio o'r fath weithio. Er bod rhai systemau EO megis Sentinel-2 yn cynnig delweddau ar eglurdeb 10m neu frasach am ddim, mae Planet Labs yn cynnig delweddau ar eglurdeb manylach (3m a 0.5m) gyda digon o fanylion o bosibl i ganfod erydiad neu ddifrod am bris masnachol.

#### 3.1 Dull

Yn y gwaith hwn rydym yn dewis cyfanswm o 10 sgwâr Rhaglen Monitro a Modelu yr Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP) a ddadansoddwyd o'r blaen ar gyfer nodweddion SED (Tye a Robinson, 2020) ac yn cynnal dadansoddiad annibynnol gan gymharu 3 eglurdeb delweddau gwahanol. Mabwysiadir dull ansoddol, lle cofnodir y lleoliadau a'r mathau o nodweddion SED heb geisio cyfrifo eu maint gofodol. Y nod yma yw profi pa mor dda y gellir canfod nodweddion SED o wahanol ddelweddau mewn gwahanol eglurdebau. Mae'r gymhariaeth hon rhwng delweddau'n mynd rhagddi trwy nodi nodweddion SED unigol, gan ddefnyddio'r data Sentinel-2 10 m i ddechrau, yna'r data 3m Planet, ac yn olaf delweddau eglurdeb 0.25m uchel iawn o'r awyr. Er yr hoffem yn ddelfrydol brofi eglurdeb is-fetr (e.e. cynnyrch Planet Labs ar 0.5m), dim ond ar gyfer lleoliadau dethol y mae'r delweddau hyn ar gael am ddim. Rhaid i arolwg o leoliad penodol gael ei "dasgio", a all fod yn ddud. Felly, rydym yn canolbwyntio ar ddim ond y cynnyrch 3m o Planet.

Mae'r holl nodweddion yn cael eu nodi a'u cofnodi gan yr un dadansoddwr hyfforddedig drwyddi draw er mwyn lleihau anghysondebau. Dewisir sgwariau ERAMMP profedig yn seiliedig ar yr ystod o nodweddion erydiad a ganfuwyd o'r delweddau 0.25m o'r awyr gan ddadansoddwr gwahanol ar gyfer Cam-1 y prosiect *Dirywiad, Erydiad a Chywasgiad Pridd* (Tye a Robinson, 2020) yn ERAMMP. Darparwyd hyfforddiant gan y dadansoddwr cychwynnol yn Tye a Robinson (2020) i'r dadansoddwr a oedd yn cynnal yr asesiad cyfredol.

---

<sup>1</sup> Rheoliadau Amodau Amaethyddol ac Amgylcheddol Da **Llywodraeth Cymru** (GAEC) – gweler <https://gov.wales/sites/default/files/publications/2020-01/cross-compliance-verifiable-standards-2020.pdf>

### 3.2 Deunyddiau a dulliau

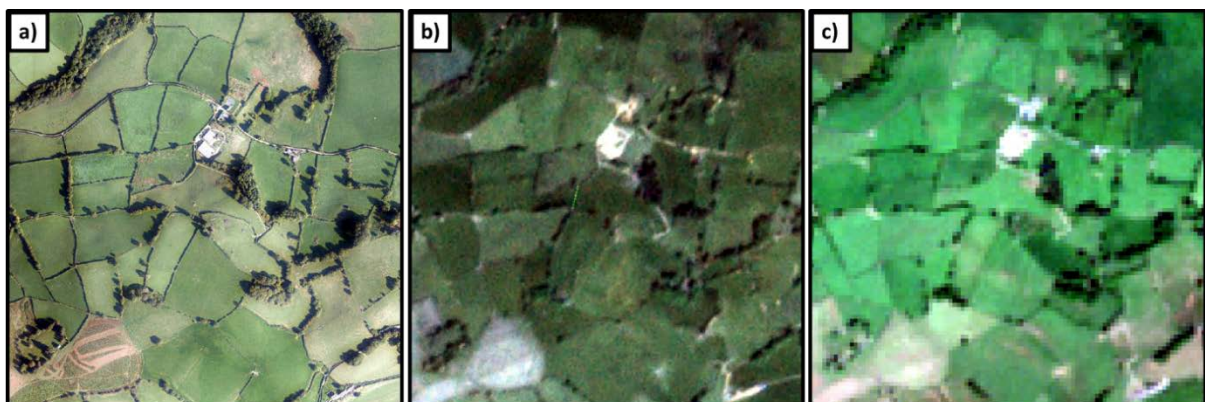
Mae delweddau lloeren ac o'r awyr wedi'u ortho-gywiro, â lliw go iawn yn deillio o 3 ffynhonnell wahanol, gan gynnwys Sentinel-2, Planet Labs ac o APGB (0.25m) ac fe'u casglwyd ar gyfer 10 sgwâr arolwg ERAMMP 1km2. Crynhoir manylion y rhain yn Nhabl 3.1.

Ail-dafluniwyd delweddau Sentinel-2 a Planet o System Geodetig y Byd 1984 (WGS84) i system gyfeirio cyfesurynnau Grid Cenedlaethol Prydain (OSGB36) ac fe'u tociwyd i raddau pob un o'r 10 sgwâr ERAMMP. Mae Ffigur 3.1 yn dangos y gwahaniaethau manwl y gellir eu canfod mewn gwahanol eglurdebau gofodol yn yr un sgwâr ERAMMP.

**Tabl 3.1:** Manylion delweddau ar gyfer y 10 sgwâr ERAMMP y canolbwyntiwyd arnynt ar gyfer profi eglurdebau.

ID Sgwâr ERAMMP	Dyddiadau delweddau		
	Sentinel-2*	Planet	BGS o'r awyr
	10m	3m	0.25m
6489	29-05-2020	19-05-2018	Mai 2018
9784	29-05-2020	23-05-2018	Mai 2018
11277	29-05-2020	23-05-2018	Mai 2018
16333	29-05-2020	23-05-2018	Mai 2018
16909	29-05-2020	23-05-2018	Mai 2018
17522	29-05-2020	23-05-2018	Mai 2018
18859	29-05-2020	23-05-2018	Mai 2018
37532	20-06-2020	23-05-2018	Mai 2018
38172	20-06-2020	23-05-2018	Mai 2018
43807	20-06-2020	19-05-2018	Mai 2018

\*Naill a niid oedd data Sentinel-2 ar gyfer gwanwyn 2018 ar gael i'w lawrlwytho neu roedd wedi'i guddio gan gymylau.










**Ffigur 3.1:** Eglurdebau delweddau gwahanol o'r un lleoliad: a) BGS 0.25m o'r awyr; b) Planet 3m; c) Sentinel-2 10m.

Yn nodweddiadol gellir dewis nodweddion SED o'r dirwedd o amgylch ar sail lliw (e.e. darnau bach, brown llachar neu wyn mewn caeau), a lleoliad (e.e. Difrod i byrth posibl ar hyd ffiniau caeau neu erydiad mawn posibl y mae clytiau brown du/tywyll yn ei arddangos mewn

ucheldiroedd). Mae Tabl 3.2 yn disgrifio'r mathau o nodweddion a nodwyd ac a gofnodwyd wrth i'r 30 delwedd gael eu hadolygu. Mae'n bwysig nodi nad yw pob math o ddifrod/erydiad pridd yn cael ei ystyried yma, dim ond y rhai y gellir eu canfod o ddelweddau o'r awyr a lloeren. Ymhellach, er bod rhai nodweddion megis erydiad glan yr afon i'w canfod o ddelweddau o'r awyr, ni chanfuwyd enghreifftiau o'r nodweddion hyn yn y 10 sgwâr arolwg a ddadansodwyd yma. Felly, mae'r rhestr yn Nhabl 3.2 wedi'i chyfyngu i ddim ond 8 nodwedd gyffredin: "Difrod i byrth", "Difrod porthiant", "Potsio", "Pridd moel", "Difrod cerbydau", "Terasetau", "Mawn agored" a "Symudiadau enfawr". Ni ellir canfod erydiad o dan orchudd llystyfiant o'r awyr, ac mae nodweddion fel riliau yn rhy fach i'w canfod hyd yn oed o'r delweddau eglurdeb uchaf a brofir yma. O ganlyniad, disgwylir i'r dadansoddiad a gyflwynir yma fod yn derfyn is o ran nifer y nodweddion a nodwyd.

**Tabl 3.2:** Nodweddion difrod/erydiad pridd a nodwyd o'r delweddau a'u nodweddion.

Nodwedd	Amgylchedd	Disgrifiad	Enghraifft o ddelweddau 0.25-metr o'r awyr
Difrod i byrth	Ffermydd yr iseldir	Nodweddion brown bach sy'n pontio ffiniau caeau. Yn gyffredin iawn mewn lleoliadau amaethyddol, ond gall eu maint bach eu gwneud yn anodd eu hadnabod yn yeglurdebau delweddau brasach.	
Difrod i borthwyr	Ffermydd yr iseldir	Nodweddion bach brown golau crwn mewn caeau - yn aml o amgylch porthwr crwn neu betryal - a allai fod yn rhan o glwstwr mwy o gylchoedd brown sy'n gysylltiedig â safleoedd porthwyr cynharach.	
Potsio	Ffermydd yr iseldir	Damsang gan anifeiliaid. Yn aml yn ardaloedd mawr brown tywyll mewn caeau gwyrdd. Gall presenoldeb defaid fod yn ddangosydd defnyddiol o botsio posibl mewn cae. Os ydynt yn ddigon mawr, dylid adnabod y rhain o'r holl eglurdebau delweddau a brofir yma.	

Nodwedd	Amgylchedd	Disgrifiad	Enghraifft o ddelweddau 0.25-metr o'r awyr
Pridd moel	Ffermydd yr iseldir;  Ucheldiroedd	Clytiau brown yn y dirwedd o wahanol feintiau a siapiau, heb darddiad amlwg y gellir ei esbonio o'r delweddau'n unig. Oherwydd manylder cymharol gyfyngedig delweddau brasach, mae nodweddion sy'n cael eu dosbarthu fel e.e. difrod i byrth neu ddifrod i borthwyr o ddelweddau 0.25m yn gallu cael eu dosbarthu fel darnau pridd moel mewn eglurdebau 3 neu 10m.	
*Traciau cerbydau  <i>*dim ond enghreifftiau lle mae'n ymddangos bod erydiad yn amlwg iawn</i>	Ffermydd yr iseldir;  Ucheldiroedd	Llinelliadau tenau, rhiciog, gwyn / brown endoredig mewn caeau (iseldiroedd);  Llinelliadau tenau, rhiciog, du / brown tywyll mewn caeau (ucheldiroedd).	
Terasetau	Ffermydd yr iseldir	Cribau ar lethrau bryniau a achosir gan bridd sy'n gwlychu a sychu. Yn dangos fel sawl llinell denau iawn wedi'u gwasgu at ei gilydd, fel arfer yn goleddu i lawr tuag at nant. Yn annhebygol iawn o fod yn adnabyddadwy o ddelweddau 3 a 10m oherwydd eu hymddangosiad cynnil mewn delweddau 0.25m.	
Mawn agored	Ucheldiroedd	Ardaloedd mawr brown tywyll neu ddu sy'n cyferbynnu â'r ardaloedd tir o amgylch â llystyfiant ysgafnach. Dylent fod yn ddigon mawr i sylwi ar bob eglurdeb delwedd, ond nid ydynt yn nodweddion cyffredin.	

Nodwedd	Amgylchedd	Disgrifiad	Enghraifft o ddelweddau 0.25-metr o'r awyr
Symudiadau torfol	Ucheldiroedd	Creithiau clir ar lethrau'r dyffryn, yn aml â lliw llwyd. Yn dibynnu ar eu maint, gallant fod yn ganfyddadwy o'r holl eglurdebau delweddau, ond maent yn anghyffredin y tu allan i amgylcheddau serth, ucheldirol.	

Roedd lleoliadau nodweddion SED a amheuir wedi'u marcio ag un pwynt mewn GIS, nid gyda pholygon na llinellau wedi'u digideiddio o amgylch graddau'r nodweddion. Nodwyd nodweddion o'r eglurdebau delweddau brasaf yn gyntaf cyn symud ymlaen i'r manylaf - h.y. y delweddau Sentinel-2 yn gyntaf, ac ar ôl i'r 10 delwedd hyn gael eu harolygu, nodwyd nodweddion o'r 10 delwedd Planet, ac yn olaf o'r 10 delwedd BGS.

Y cyfiawnhad yma yw gwarchod rhag y gogwydd a allai godi os yn gweithio o'r manylaf i'r brasaf. Er enghraifft, pe byddai nodweddion ar raddfa fach yn cael eu nodi o ddelweddau 0.25m yn gyntaf, efallai y byddai temtasiwn i gofnodi o'r delweddau brasach a fyddai fel arall yn bicsel amhenodol fel nodwedd SED, dim ond oherwydd bod nodwedd wedi'i nodi o'r delweddau eglurdeb uwch. yn yr un lleoliad. Cafodd yr holl nodweddion eu nodi a'u marcio gan yr un dadansoddwr (Chris Feeney) drwyddi draw er mwyn lleihau gwallau.

Yn nodweddiadol, cofnodwyd nodweddion ar raddfa 1: 1,250 (h.y. 1cm ar sgrin yn hafal i 1,250cm ar y ddaear) gan fod hyn fel arfer yn ddigonol i ganfod erydiad neu ddifrod pridd yn seiliedig ar gyfuniad o leoliad ac eglurdebau lliw â'r ardaloedd cyfagos. Cofnodwyd nodweddion a nodwyd mewn ffeil siâp pwynt ar wahân ar gyfer pob set ddata o ddelweddau gyda'r priodweddau dilynol:

1. Delwedd - enw'r set ddata o ddelweddau (e.e. "Sentinel") [STRING]
2. Eglurdeb - eglurdeb gofodol y ddelwedd mewn metrau [[DOUBLE]
3. FID - rhif ID nodwedd unigol [OBJECT\_ID]
4. SQ\_ID - rhif sgwâr ERAMMP [LONG]
5. Nodwedd - math o nodwedd fel y'i rhestrir yn Nhabl 3.2 (e.e. "Difrod i byrth") [STRING]
6. X - Dwyreiniad [FLOAT]
7. Y – Gogleddiad [FLOAT]

Trwy gofnodi'r lleoliadau pwynt, gellid pennu nifer y nodweddion wedi'u cydleoli a nodwyd rhwng gwahanol ddelweddau, yn ogystal ag a oedd eu dosbarthiadau'n cyfateb ai peidio (e.e. a oedd pwynt a nodwyd fel "Pridd moel" ar 10m wedi'i ddisbarthu yr un ffordd ar gyfer yr eglurdebau delweddau eraill).

Ar ôl cynnal arolwg o'r 30 delwedd, cyfrifwyd ystadegau cryno, gan gynnwys:

- Nifer y nodweddion a nodwyd ym mhob eglurdeb gofodol o ddelweddau;

- Mae gwahanol fathau o nodweddion fel cyfran o'r cyfanswm a nodwyd ym mhob cydraniad (e.e x% o nodweddion Sentinel yn fawn agored yn erbyn y% o nodweddion BGS);
- Mae'r cyfraddau ffug-gadarnhaol ar gyfer Planet a Sentinel o'u cymharu â'i gilydd a gyda delweddau BGS (sy'n awgrymu bod nodweddion a nodwyd o'r ddelweddau eglurdeb uwch ym mhob cymhariaeth i gyd yn wir gadarnhaol).

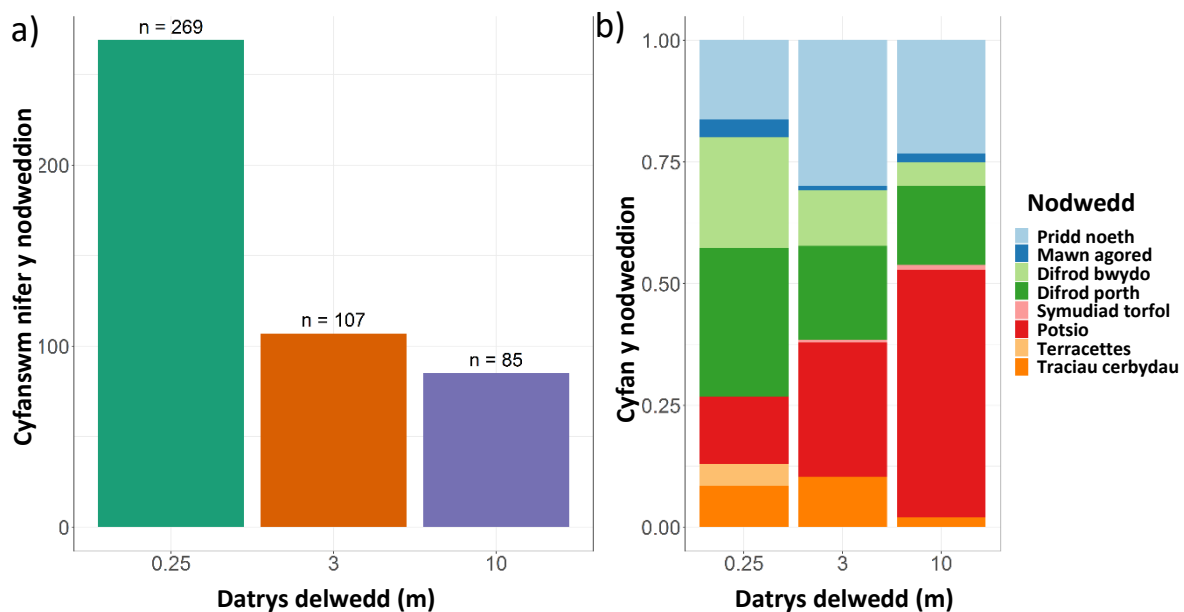
### 3.3 Canlyniadau

Nodwyd cyfanswm o 461 o nodweddion SED a amheuir ar draws y 30 delwedd, gan gynnwys 85 o Sentinel (10m), 107 o Planet (3m), a 269 o'r luniau o'r awyr ag eglurdeb 0.25m (Ffigur 3.2). Os ydym yn ffitio model i'r data hyn, mae nifer y nodweddion a nodwyd (N) o ddelwedd yn dirywio fel swyddogaeth deddf pŵer o eglurdebau gofodol sy'n mynd yn frasach ():

$$N = 167.18s^{-0.321} (R^2 = 0.98)$$

Gan dybio bod y berthynas hon yn dal (yn arbennig gan ei bod wedi'i ffitio trwy ddefnyddio 3 phwynt data yn unig!), byddem yn amcangyfrif y byddai ychydig dros 200 o nodweddion wedi'u nodi o ddelweddau eglurdebau 0.5m pe byddem wedi gallu arolygu'r rhain fel y cynlluniwyd yn wreiddiol. Mae'n bosibl y gallai'r berthynas hon ddadelfennu y tu hwnt i'r eglurdebau delweddau lleiaf ac uchaf a brofir yma, felly byddem yn cynghori defnyddio'r model hwn dim ond i ragweld faint o nodweddion y gellir eu nodi mewn eglurdeb delwedd ganolraddol (e.e. rhwng eglurdeb 0.25 a 3m; nid eglurdeb 0.1m).

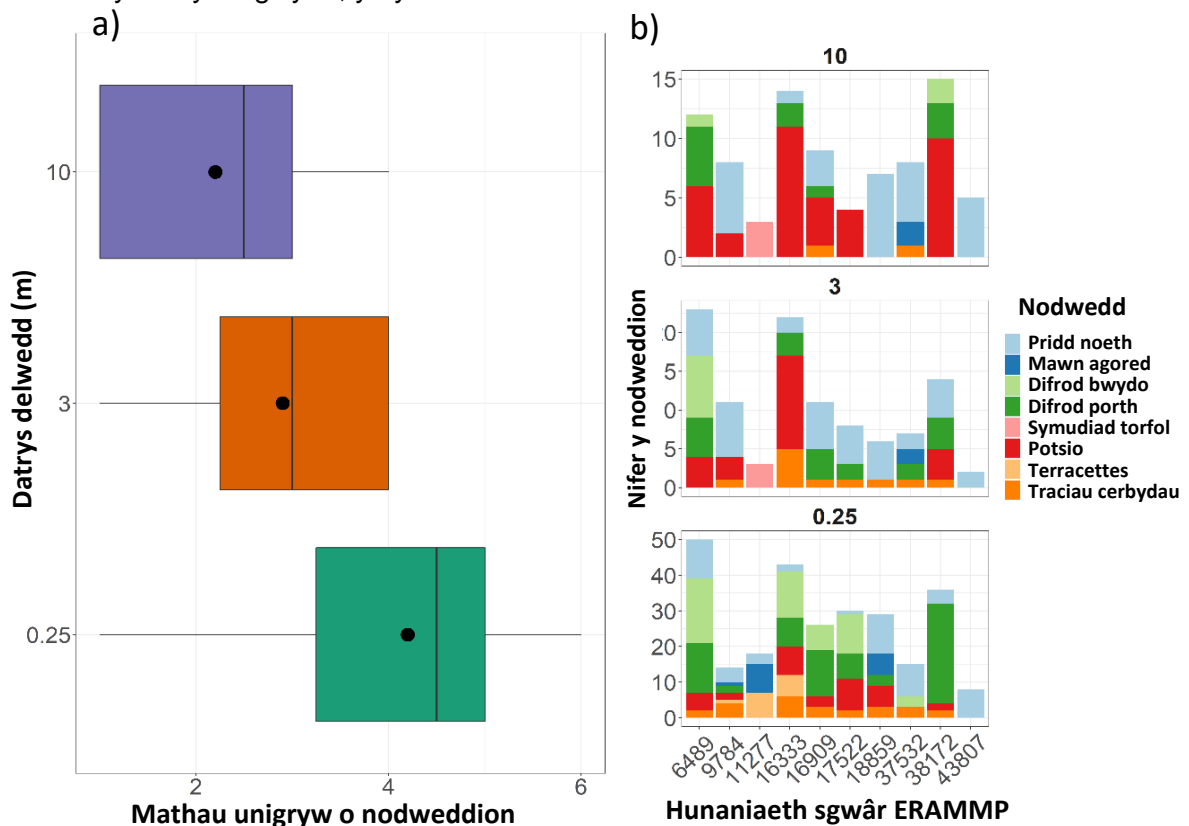
Roedd y mathau o nodweddion hefyd yn amrywio'n fawr rhwng y gwahanol ddelweddau (Ffigur 3.2). Nodweddion cymharol gyffredin a mawr, gan gynnwys potsio caeau a phridd moel, yw mwyafrif y nodweddion a nodwyd o'r delweddau eglurdebau 10m a 3m. Wrth i'r rhain ddod yn haws i'w gweld, difrod i borthwyr ar raddfa lai a difrod i byrth yw'r mwyafrif o nodweddion a nodwyd o ddelweddau 0.25m. Gellid nodi traciau cerbydau a difrod i borthwyr o'r holl ddelweddau, ond dim ond y delweddau 0.25m a roddodd ddigon o fanylion i adnabod terasetau.



**Ffigur 3.2:** a) Cyfanswm nifer y nodweddion a nodwyd ar draws pob un o'r 10 sgwâr ym mhob eglurdeb delwedd; b) Gwahanol fathau o nodweddion a gofnodwyd fel cyfran o gyfanswm nifer y nodweddion a nodwyd ym mhob eglurdeb delwedd.

Mae cymharu canlyniadau ar draws pob sgwâr ERAMMP (Ffigur 3.3) yn datgelu sawl patrwm:

1. Mae nifer y nodweddion a nodwyd mewn sgwâr yn cynyddu wrth i'r eglurdeb delwedd fynd yn fanylach. Yn yr enghraifft fwyaf eithafol, mae nifer y nodweddion a nodwyd yn sgwâr 6489 yn fwy na phedwarplygu o 12 ar eglurdeb 10m, i 50 ar eglurdeb 0.25m.
2. Mae amrywiaeth y nodweddion yn cynyddu o eglurdeb bras i eglurdeb manwl, gyda nifer y gwahanol fathau o nodwedd a geir mewn sgwâr yn cynyddu o 2 i 3 ar gyfartaledd (gyda chymaint â 4 nodwedd mewn 1 sgwâr) ar eglurdeb 10m a 3m, hyd at 4 i 5 ar gyfartaledd (gyda chymaint â 6 nodwedd mewn 2 sgwâr) o wahanol fathau ar eglurdeb 0.25m. Ymhellach, mae nifer y sgwariau sy'n cynnwys dim ond 1 math o nodwedd SED yn gostwng o 3 ar eglurdeb 10m i 1 ar eglurdeb 0.25m.
3. Mae nodweddion graddfa lai megis difrod i borthwyr, difrod i byrth a therasetau yn dechrau dominyddu tacsonomeg nodweddion ar eglurdeb 0.25m, yn rhannol wrth i'r nodweddion hyn ddod yn fwy amlwg; yn rhannol gan fod pridd moel a nodwyd ar eglurdeb brasach, yn cael ei ailddosbarthu fel un o'r mathau hyn neu y darganfyddir nad yw'n SED o gwbl.
4. Dangosir hefyd bod y 3 sgwâr, a nodwyd o'r delweddau 10 m fel rhai sy'n cynnwys y nodweddion SED mwyaf (6489, 16333 a 38172), yn cynnwys y nifer fwyaf o nodweddion yn y ddau eglurdeb arall. Yn yr un modd, mae'r sgwâr gyda'r nodweddion lleiaf a nodwyd o'r delweddau 10m (43807) yn cynnwys y nodweddion lleiaf yn yr eglurdebau eraill hefyd. O bosibl, mae hyn yn dangos y gall hyd yn oed delweddau bras nodi "mannau poeth" neu "fannau oer" lle mae llawer neu ychydig o nodweddion difrod / erydiad yn digwydd, yn y drefn honno.



**Ffigur 3.3:** a) Dosbarthiadau o nifer y nodweddion erydiad unigryw a nodwyd ym mhob eglurdeb delwedd. b) (Sylwch ar y newid mewn graddfa ar echelin y) Cyfanswm y nodweddion a gofnodir ym mhob sgwâr ERAMMP gyda'r dadansoddiad o wahanol fathau o nodweddion; wedi'u plotio ar graffiau ar wahân ar gyfer pob eglurdeb delwedd (10, 3 a 0.25m; sylwch ar y gwahanol ystodau echelinau y ar bob plot).

Mae cyfanswm nifer y nodweddion a nodwyd a'u hamrywiaeth yn newid wrth gymharu gwahanol eglurdebau delweddau. Mae hyn hefyd yn wir, fodd bynnag, am y gwallau neu'r anghytundebau rhwng nodweddion a nodwyd ar eglurdeb delwedd bras yn erbyn manwll. Mae Tabl 3.3 yn cyflwyno crynodeb o'r cyfraddau ffug-gadarnhaol sy'n deillio o gymharu'r lleoliadau ("Lleoliad") a'r dosbarthiadau ("Math") o nodweddion sydd wedi'u mapio yn y gwahanol eglurdebau delweddau. Yma, mae'r diffiniad o ffug-bositif yn awgrymu bod nodweddion sydd wedi'u mapio ar yr eglurdeb delwedd manylach ym mhob cymhariaeth i gyd yn wir gadarnhaol.

Nid oedd oddeutu dwy ran o dair o'r lleoliadau nodweddion a nodwyd ar eglurdeb 10m yn cydfynd â'r rhai a fapiwyd ar eglurdeb 3m. Roedd cyfran debyg o nodweddion a fapiwyd ar 10m hefyd wedi'u dosbarthu'n wahanol ar eglurdeb 3m (69.4%). Wrth gymharu nodweddion a fapiwyd ar naill ai 10 neu 3m â'r rhai a fapiwyd ar eglurdeb 0.25m, roedd y cyfraddau positif ffug hyd yn oed yn uwch (oddeutu 76% yn methu â chyfateb i'r lleoliadau, ac oddeutu 85% yn methu â chyfateb i'r mathau, a gofnodwyd ar eglurdeb 0.25m).

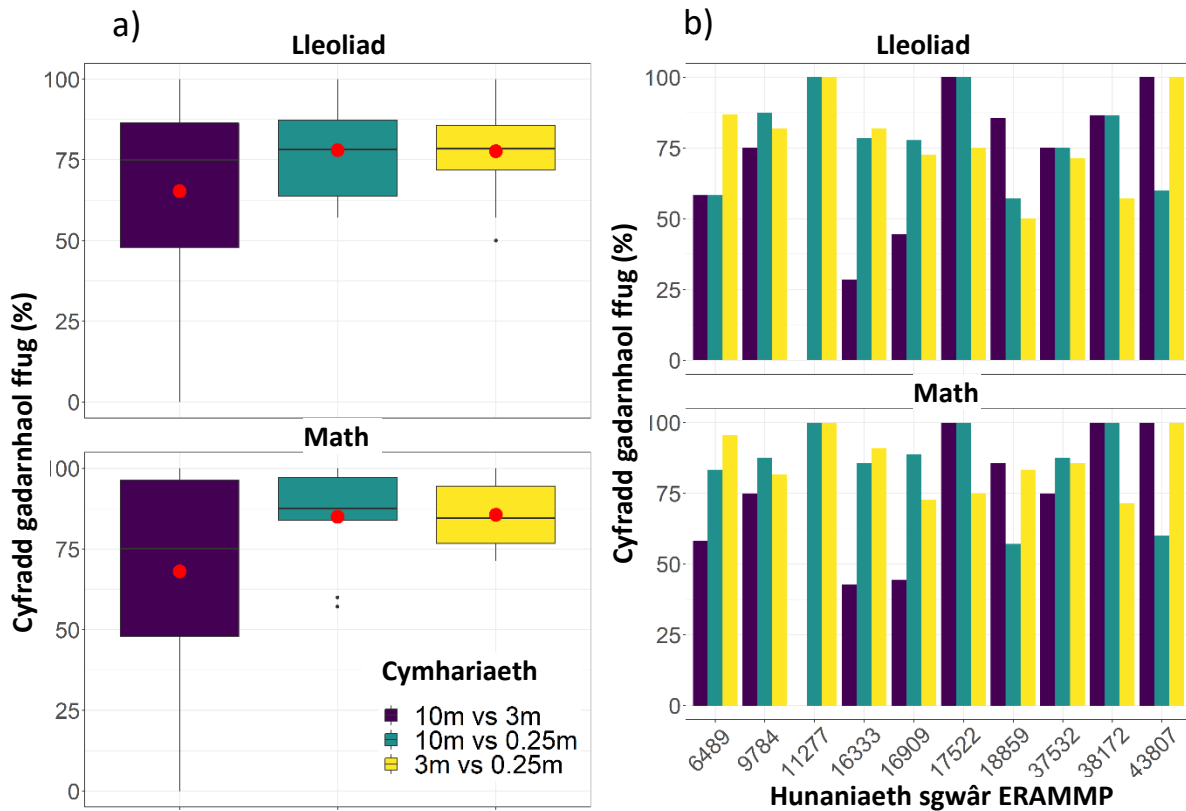
Mae cyfraddau positif ffug ar gyfer lleoliadau nodweddion yn amrywio'n fawr, o 0 i 100% ar gyfer nodweddion sydd wedi'u mapio ar 10m yn erbyn eglurdeb 3m (Ffigur 3.4). Gan gymryd sgwâr 11277 fel enghraifft, mapiwyd yr un 3 nodwedd a fapiwyd ar 10m hefyd ar eglurdeb 3m. Fodd bynnag, barnwyd nad oedd pob un o'r rhain yn nodweddion SED o gwbl wrth edrych ar y delweddau 0.25m, ac felly daeth cyfraddau positif ffug yn 100% o'u cymharu â nodweddion a fapiwyd ar eglurdeb 0.25m.

Ar gyfer pob cymhariaeth eglurdeb rhwng delweddau, mae'r cyfraddau positif ffug yn cynyddu ychydig ymhellach o ganlyniad i anghysondebau mewn dosbarthiadau nodweddion. Mae'r gwahaniaeth o 4.7% mewn cyfraddau positif ffug o'r gymhariaeth 10m yn erbyn 3m (Tabl 3.3) yn ganlyniad i 4 nodwedd a ddosbarthwyd fel "Difrod i byrth" o'r delweddau 10m, ac yna'n cael eu dosbarthu'n wahanol ar eglurdeb 3m. Dosbarthwyd wyth nodwedd, yn bennaf "Potsio", a oedd wedi'u dosbarthu ar eglurdeb 10m, yn wahanol ar eglurdeb 0.25m. Aiddosbarthwyd naw nodwedd, gan gynnwys 4 "Pridd moel", 3 "Potsio" a 2 "Difrod i byrth", a nodwyd ar 3m, ar eglurdeb 0.25m.

**Table 3.3:** Cyfraddau positif ffug ar gyfer pob cymhariaeth rhwng delweddau (10 yn erbyn 3m; 10 yn erbyn 0.25m; 3 yn erbyn 0.25m). Mae "lleoliad" yn cyfeirio at p'un a nodwyd nodwedd a nodwyd ar yr eglurdeb delwedd brasach yn yr un lleoliad ar yr eglurdeb delwedd manylach. Mae "math" yn cyfeirio at hyn hefyd, ond mae'n cynnwys a oedd y nodwedd a nodwyd wedi'i dosbarthu'n union yr un fath rhwng delweddau. Cyfrifir y "Gwahaniaeth" trwy dynnu gwerthoedd yn y "Math" o'r colofnau "Lleoliad".

Cymharu delweddau	Cyfraddau positif ffug (%)		
	Lleoliad	Math	Gwahaniaeth
10m yn erbyn 3m	64.7	69.4	4.7
10m yn erbyn 0.25m	76.5	85.9	9.4
3m yn erbyn 0.25m	76.6	85.0	8.4





**Ffigur 3.4:** a) Dosbarthiadau cyfraddau positif ffug (%) ar gyfer pob cymhariaeth eglurdeb rhwng delweddau (10 yn erbyn 3m; 10 yn erbyn 0.25m; 3 yn erbyn 0.25m). b) Cyfraddau positif ffug (%) o'r nodweddion a nodwyd ar gyfer pob cymhariaeth eglurdeb rhwng delweddau ym mhob sgwâr ERAMMP. Ffigur 3.4: a) Dosbarthiadau cyfraddau positif ffug (%) ar gyfer pob cymhariaeth eglurdeb rhwng delweddau (10 yn erbyn 3m; 10 yn erbyn 0.25m; 3 yn erbyn 0.25m). b) Cyfraddau positif ffug (%) o'r nodweddion a nodwyd ar gyfer pob cymhariaeth eglurdeb rhwng delweddau ym mhob sgwâr ERAMMP. Mae "Lleoliad" a "Math" yr un fath ag yn Nhabl 3.3.

Mae'n amlwg o'r canlyniadau y gall eglurdebau'r delweddau gael effaith sylweddol ar i) nifer y nodweddion y gellir eu nodi a ii) sut y cânt eu dosbarthu. Er y gallwn werthuso i raddau a yw nodweddion a nodwyd ar eglurdeb 10 neu 3m yn "gywir" (fel enghraifft, nodwyd 2 leoliad yn sgwâr 9784 fel "Pridd moel" ar eglurdeb 10 a 3m, ond datgelwyd eu bod yn dyrbinau gwynt wrth ddadansoddi'r delweddau 0.25m), y ffordd sicraf o ddilysu nodweddion sydd wedi'u synhwyro o bell o ddelweddau yw i syrfewyr maes gadarnhau hyn ar lawr gwlad.

Mae angen cadw sawl pwynt ychwanegol mewn cof gyda'r dadansoddiad hwn:

1. Byddai ein dadansoddiad yn fwy cyflawn gyda phroffion ar 0.5m - yn arbennig gan y dylai hyn ddarparu lefelau manylder yn llawer agosach at eglurdeb 0.25m nag y mae 3m yn ei wneud.
2. Amwyseddu: Mewn gwirionedd gall rhai o nodweddion SED fod yn llystyfiant marw (e.e. darnau gwyn o amgylch mawn agored tywyllach yn yr ucheldiroedd). Fel yr arddangoswyd yn ein dadansoddiad, gall hon fod yn broblem amlach gyda delweddau eglurdeb brasach na delweddau eglurdeb manylach.
3. Bydd gwahanol syrfewyr yn anghytuno i raddau ynghylch beth sy'n nodwedd neu nad yw'n nodwedd a pha fath o nodwedd y gall fod. Efallai fod ganddyn nhw gynlluniau dosbarthu ychydig yn wahanol a gwahanol sensitifwydd, gan gynnwys trothwyon

mesur adlewyrchiad sbectrol, wrth farnu ai nodwedd o ddelwedd yw difrod / erydiad pridd ai peidio.

4. Fel y dywedwyd eisoes, mae arnom angen canlyniadau a ddilysir gan syrfewyr maes i fod yn siŵr a ydym wedi mapio nodweddion yn gywir. Yn ogystal, gall syrfewyr maes nodi nodweddion eraill, yn arbennig y rhai sydd wedi'u cuddio gan lystyfiant neu sy'n anodd eu gweld o'r awyr fel terasetau.
5. Nid yw dyddiadau delweddau ar gyfer pob eglurdeb yn cyfateb yn gyfangwbl. Fe ddaw'r data Sentinel o 2 flynedd ar ôl cymryd y delweddau 3m a 0.25m, oherwydd diffyg delweddau Sentinel heb gymylau o'r un amser. Mae'n bosibl, o fewn delweddau Sentinel, bod rhai nodweddion SED newydd wedi digwydd mewn rhai lleoedd, ac wedi cael eu lliniaru mewn ardaloedd eraill.
6. Gallai ymgorffori bandiau sbectrol eraill (e.e. bron-is-goch), a data topograffig (e.e. drychiad a llethr), helpu i wahaniaethu erydiad o'r dirwedd o amgylch. Gellid ymgorffori setiau data gofodol eraill, megis lleoliadau adeiladau a seilwaith ynni megis tyrbinau gwynt a pheilonau trydan, i ddiystyru rhai lleoliadau fel rhai sy'n dangos tystiolaeth o ddifrod / erydiad pridd. Efallai y bydd delweddau treigl amser yn helpu hefyd.
7. Mae'n bwysig ein bod yn dosbarthu nodweddion SED yn gywir oherwydd gall y bygythiadau y maent yn eu peri amrywio'n sylweddol. Er enghraifft, gall erydiad glan yr afon neu ddigwyddiad symud torfol fygwth asedau sydd wedi'u lleoli gerllaw, ond gall cae sydd wedi'i ddirywio'n wael gan botsio da byw fod yn ffynhonnell allyriadau N<sub>2</sub>O.
8. Os gallwn gofnodi maint gofodol nodweddion difrod / erydiad a'u hesblygiad dros amser (gan gynnwys y cychwyn), gallwn ddechrau amcangyfrif cyfraddau SED ac o bosibl ddarparu amseriadau a ragwelir o doriadau GAEC tebygol a darparu gwybodaeth ychwanegol ar gyfer gofynion adrodd eraill am iechyd pridd.

## 4 PRAWF ERYDIAD ARFORDIROL A THIRLITHRIADAU

Her gyffredin sy'n wynebu cymunedau arfordirol yng Nghymru yw'r risg o newid arfordirol a ddiffinnir yma fel y newid ffisegol i'r draethlin, er enghraifft, erydiad arfordirol, tirlithriadau arfordirol, gorlifo parhaol a chronni arfordirol. Gall tynnu deunydd o'r arfordir trwy symudiadau tonnau a llanw, ymhlith ffactorau eraill, achosi llifogydd, cwympiadau creigiau, tirlithriadau, colli tir a difrod i seilwaith a chymunedau arfordirol. Mae Arsylwi'r Ddaear (EO) o'r gofod yn dod yn ddigon aeddfed i ddarparu gwasanaethau gwybodaeth gwerthfawr i syrfewyr arfordirol sydd â diddordeb mewn rheoli risgiau erydiad arfordirol yn well i gymunedau ac asedau.

Yn ddiweddar, cwblhaodd Asiantaeth Ofod Ewrop (ESA) ddau brosiect (<https://coastalerosion.argans.co.uk/> & <http://spaceforshore.eu/>), a'u cwmpas oedd datblygu ac arddangos cynhyrchion EO arloesol y gall cymunedau defnyddwyr sy'n gyfrifol am fonitro a rheoli erydiad arfordirol eu defnyddio. Mae gan y ddau brosiect hyn, Coastal Erosion (CE) a Space For Shore (SFS) yr un nodau ond fe wnaethant ddilyn gwahanol ddulliau ac fe'u lleolwyd mewn gwahanol amgylcheddau. Arddangoswyd y prosiect CE yn y DU ag astudiaethau achos yn Nwyrain a De Lloegr. Mae'r astudiaethau hyn yn debyg i'r amgylcheddau atmosfferig ac arfordirol y gellir eu gweld ar hyd arfordir Cymru. Cyfyngwyd cwmpas y ddau brosiect hyn a ariannwyd gan ESA i ddata EO agored o genadaethau Sentinel 1 a Sentinel 2 o'r fenter Copernicus Ewropeaidd, <sup>2</sup>ynghyd ag archifau ERS-1<sup>3</sup>, ERS-2, Envisat<sup>4</sup> a SPOT<sup>5</sup>. Nod y gwaith cyfredol yw profi ansawdd Ortho-luniau PlanetScope talu-pob-ddefnydd (PSO) o ddelweddau Planet Labs ar gyfer asesu effeithiau cyn ac ar ôl un digwyddiad tirlithriad arfordirol mawr ac asesu gwerth ychwanegol delweddau PSO i fonitro erydiad arfordirol o'i gymharu ag EO hygyrch yn agored.

### 4.1 Dull

Yn y gwaith hwn rydym wedi dewis y tirlithriad a ddigwyddodd ar 4<sup>ydd</sup> Mawrth 2020 pan adawyd eiddo o'r 17<sup>eg</sup> ganrif ym Mhorth Neigwl ger Abersoch ar drothwy trychineb fel yr adroddwyd gan y wasg<sup>6</sup>. Mae'r digwyddiad tirlithriad hwn wedi'i wirio gan dîm tirlithriadau BGS a'i gynnwys yn y gronfa ddata tirlithriadau genedlaethol (LandslideID: 20822) ac mae'n hygyrch trwy borth data GeoIndex ar y Tir<sup>7</sup> (Ffigur 4.1). Ein dull o asesu addaswydd delweddau'r PSO ar gyfer arsylwi ar y digwyddiad â llaw, ac yna ceisio meintoli'r newid arwynebedd a faint o ddeunydd a symudir yw amcangyfrif maint a chyfaint y digwyddiad tirlithriad yn gyntaf gan ddefnyddio data trydydd parti ac yn ail-asesu a ellir canfod y digwyddiad tirlithriad gan ddefnyddio gwahanol fynegeion EO wedi'u normaleiddio. Er mwyn asesu gwerth ychwanegol defnyddio delweddau PSO i fonitro erydiad arfordirol rydym wedi cymharu'r hyn y gellir ei arsylwi gan ddefnyddio data EO Sentinel-2 sydd ar gael yn agored ar gyfer yr un digwyddiad.

---

<sup>2</sup> <https://www.copernicus.eu/en>

<sup>3</sup> <https://earth.esa.int/eogateway/missions/ers>

<sup>4</sup> <https://earth.esa.int/eogateway/missions/envisat>

<sup>5</sup> <https://earth.esa.int/eogateway/missions/spot>

<sup>6</sup> [https://www.dailymail.co.uk/news/article-8118239/Holiday-cottage-North-Wales-just-yards-away-falling-sea.html?ito=social-twitter\\_dailymailUK](https://www.dailymail.co.uk/news/article-8118239/Holiday-cottage-North-Wales-just-yards-away-falling-sea.html?ito=social-twitter_dailymailUK)

<sup>7</sup> <https://mapapps2.bgs.ac.uk/geoindex/home.html>



**Ffigur 4.1.** - Golwg flaen a golwg o'r awyr o'r digwyddiad tirlithriad a ddewiswyd ar gyfer yr astudiaeth hon. Lluniau o Daily Mail, cyhoeddwyd 16 Mawrth 2020.

## 4.2 Deunyddiau a dulliau

Archwiliwyd archifau data Planet Lab a Sentinel-2 (S2) gan ddefnyddio'r porwr EO pwrpasol,<sup>8,9</sup> i ddod o hyd i ddelweddau heb gymylau cyn ac ar ôl y digwyddiad tirlithriad a ddewiswyd. Mae Tabl 4.1 yn dangos prif nodweddion delweddau PSO ac S2 a ddefnyddir yn yr astudiaeth hon. Mae'r ddau gynnyrch a ddefnyddir mewn geometreg cartograffig (amcanestyniad UTM/WGS84) ac mae ganddynt yr un eglurdeb radiometrig. Eglurdeb radiometrig yw gallu'r offeryn i wahaniaethu rhwng gwahaniaethau mewn arddwysedd neu adlewyrchiad golau. Po fwyaf yw'r eglurdeb radiometrig, y mwyaf cywir fydd y ddelwedd a synhwyir.

Mae eglurdeb radiometrig yn cael ei fynegi'n rheolaidd fel rhif did o DN, fel arfer yn yr ystod o 8 i 16 did. Mae'r offeryn a ddefnyddir yn yr astudiaeth hon yn caffael mesuriadau ar 12 did. Trosir y mesuriadau hyn yn adlewyrchiadau a'u storio fel cyfanrifau 16 did yn y cynnyrch terfynol (PSO-3B neu S2-L2A).

O Planet Labs rydym wedi defnyddio bandiau PlanetScope 4 Cynnyrch Ortho Scene Lefel 3B sy'n cynnyrch delwedd wedi'u ortho-gywirow, wedi'u graddio i gynnyrch delweddau llewyrchiad Brig yr Atmosffer (ar y synhwyrydd) sy'n addas ar gyfer cymwysiadau dadansoddol a gweledol. Mae gan y cynnyrch hwn fframio ar sail golygfa ac fe'i daflunir i dafluniad cartograffig. Dyluniwyd y cynnyrch ar gyfer amrywiaeth eang o gymwysiadau sy'n galw am ddelweddau gyda geoleoliad cywir a thafluniad cartograffig. Fe'i proseswyd i gael gwared ar ystumadau a achosir gan dir a gellir ei ddefnyddio at ddibenion cartograffig. Fe'u cyflwynir fel cynhyrchion gweledol (RGB) a dadansoddol (RGB+NIR). Mae Golygfeydd Ortho yn gynhyrchion wedi'u cywiro'n radiometrig, â synhwyrydd ac yn geometregol sy'n cael eu taflunio i dafluniad map cartograffig. Mae'r cywiriad geometrig yn defnyddio Modelau Drychiad Digidol (DEMs) manwl â bylchiad pyst rhwng 30 a 90 metr. Defnyddir Pwyntiau Rheoli Tir (GCP) wrth greu pob

<sup>8</sup> <https://www.planet.com/explorer>

<sup>9</sup> <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

delwedd a bydd cywirdeb y cynnyrch yn amrywio o ranbarth i ranbarth yn seiliedig ar GCPau sydd ar gael. O Sentinel 2 rydym wedi defnyddio'r cynnyrch S2 Lefel-2A sy'n darparu delweddau adlewyrchiad Gwaelod Yr Atmosffer (BOA) sy'n deillio o'r cynhyrchion Lefel-1C cysylltiedig. Mae'r 13 band sbectrol o Sentinel-2 yn amrywio o'r Gweladwy (VNIR) a Bron Is-goch (NIR) i'r Is-goch Tonfedd Fer (SWIR). Rydym ond wedi defnyddio dau fand (B4: coch ~665nm a B8: NIR ~833nm ) sydd ag eglurdeb daear  $10\text{m}^{10}$  sef y bandiau sy'n ofynnol ar gyfer y mynegai NDVI.

**Tabl 4.1:** Nodweddion offerynnau lloeren optegol a gymherir yn yr astudiaeth hon.

Meini prawf	Planet Labs (PSO)	Sentinel 2
Bandiau (tonfedd)	4–5 (440–900 nm)	13 (497–2190 nm)
Delweddau yn ystod y nos	Nac ydy	Nac ydy
TIR/SWIR	Nac ydy	Ydy
Pellter Sampl Tir	3.7 m*	10 m**
Maint Picstel (wedi'i ortho-gywiro)	3 m	10 m
Cadens	< 1-72h	5-10d
Lefel Cynnyrch	3B	L2A

\*ar uchder cyfeirio 475 km

\*\*dim ond B4 (coch) a B8 (NIR) yr ydym wedi'u defnyddio sydd â phellter samplu daear 10m

Er mwyn amcangyfrif maint a chyfaint y digwyddiad tirlithriad rydym wedi defnyddio'r Model Arwyneb Digidol LIDAR 2 fetr (DSM) ar gyfer 2015 a ddarparwyd ddim gan Gyfoeth Naturiol Cymru <sup>11</sup> a delweddau o'r awyr ag eglurdeb uchel (0.25m) PGA<sup>12</sup> Coch, Gwyrdd a Glas (RGB) 2009. Mae cynnyrch data RGB PGA yn fosaig ortho-lun digidol ac yn gynrychiolaeth lliw go iawn o'r byd go iawn, gan ddangos yr holl nodweddion daear sy'n weladwy ar raddfa wylio o 1: 1000.

Mae Canfod a Mesur Golau (LIDAR) yn dechneg mapio yn yr awyr, sy'n defnyddio laser i fesur y pellter rhwng yr awyren a'r ddaear. Gwneir hyd at 100,000 o fesuriadau yr eiliad o'r ddaear, gan ganiatáu i fodolau tir manwl iawn gael eu cynhyrchu mewn eglurdebau gofodol rhwng 25cm a 2 fetr.

Mae set ddata gyfansawdd Cyfoeth Naturiol Cymru (CNC) yn cynnwys data drychiad digidol sy'n deillio o arolygon a gynhaliwyd dros sawl blwyddyn ac mae'n cynnwys tua 70% o Gymru. Mae CNC yn sicrhau bod setiau data 25cm, 50cm, 1m a 2m ar gael, a gyflenwir fel modelau tirwedd (cynrychiolaeth o lefel y ddaear) neu fodolau arwyneb (cynrychiolaeth o uchderau gwrthrychau fel cerbydau, adeiladau a llystyfiant). Rydym wedi defnyddio'r DSM 2 fetr diweddaraf, gyda maint amserol o 2015-01-01 / 2015-12-31 ac felly cyn i'r digwyddiad tirlithriad ddigwydd. Nid oes DSM LIDAR ar ôl y digwyddiad tirlithriad ar gael. Amcangyfrifir cyfaint y tirlithriad trwy dynnu proffiliau drychiad o'r DSM sy'n cynrychioli'r drychiad proffil cyn ac ar ôl.

<sup>10</sup> <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/radiometric>

<sup>11</sup> <https://libcat.naturalresources.wales/folio/>

<sup>12</sup> <http://www.geostore.com/geostore4/WebStore?xml=geostore4/xml/productsAPRGB.xml>

Er mwyn amlinellu lleoliad bras y tirlithriad rydym wedi geo-gyfeirio'r ddelwedd o'r awyr a ddangosir yn Ffigur 4.1 gan ddefnyddio QGIS v3.12.0-București a'r ategyn geo-gyfeiriwr rastr Llawrydd (Am ddim v0.8.3). Ar ôl geoleoli rydym wedi creu siâp polygon sy'n amlinellu ymyl y tirlithriad. Defnyddir y polygon hwn yn ddiweddarach i echdynnu'r ystadegau â pharth ar gyfer y mynegai EO gwahanol a echdynnwyd o'r delweddau PSO. Mae archwilio'r rhestr lawn o fynegai EO gyda'r potensial i'w ddefnyddio i ganfod tirlithriadau yn rhy fawr<sup>13</sup> i'w archwilio yn y gwaith hwn. Rydym wedi dewis y tri a restrir yn *Nhabl 4.2*;

- Mae'r Mynegai Dŵr Gwahaniaeth Wedi'i Normaleiddio (NDWI) yn un o'r mynegeion a ddefnyddir fwyaf. Roedd mynegeion eraill megis y Mynegai Dŵr Gwahaniaeth Wedi'i Normaleiddio Addasedig (MNDWI) a'r Mynegai Echdynnu Dŵr Awtomataidd (AWEI) yn galw am fandiau MIR a SWIR. Gan nad oedd delweddau PSO Planet Lab a ddefnyddiwyd yma yn cynnwys bandiau MIR/SWIR, nid oedd yn bosibl defnyddio MNDWI neu AWEI. Ar gyfer echdynnu traethlin, mae'r NDWI yn defnyddio'r bandiau gwyrdd a bron-is-goch (NIR). Gall gwerthoedd NDWI amrywio o -1 i 1, gyda phicseli dŵr fel arfer yn fwy na sero ac yn agosáu at 1 ar gyfer dŵr agored clir.
- Y Mynegai Llystyfiant Gwahaniaeth Wedi'i Normaleiddio (NDVI) yw'r mwyaf cyffredin mewn amaethyddiaeth i feintio gwyrddni llystyfiant ac mae'n ddefnyddiol wrth ddeall arddwysedd llystyfiant ac asesu newidiadau yn iechyd planhigion. Cyfrifir NDVI fel cymhareb rhwng y gwerthoedd coch (R) a bron is-goch (NIR) yn y modd traddodiadol.
- Mae'r Mynegai Llystyfiant Gwahaniaeth Normaleiddiedig Gwyrdd (GNDVI) yn debyg i NDVI ac eithrio yn lle'r sbectrwm coch mae'n mesur y sbectrwm gwyrdd yn yr ystod o 0.54 i 0.57 micron. Mae hwn yn ddangosydd o weithgarwch ffotosynthetig gorchudd y llystyfiant; fe'i defnyddir amlaf wrth asesu cynnwys lleithder a chrynodiad nitrogen mewn dail planhigion yn ôl data aml-sbectrol nad oes ganddynt sianel goch eithafol. O'i gymharu â'r mynegai NDVI, mae'n fwy sensitif i grynodiad cloroffyl. Fe'i defnyddir wrth asesu llystyfiant isel ac sydd wedi heneiddio.

**Tabl 4.2.** - Mynegai EO a ddefnyddir yn yr astudiaeth hon

<b>Mynegai EO</b>	<b>Enw</b>	<b>Fformiwla</b>
NDVI	Mynegai Llystyfiant Normaleiddiedig Gwyrdd	$\frac{Ger\_Is - goch - Coch}{Ger\_Is - goch + Coch}$
GNDVI	Mynegai Llystyfiant Normaleiddiedig Gwyrdd	$\frac{Ger\_Is - goch - Gwyrdd}{Ger\_Is - goch + Gwyrdd}$
NDWI	Mynegai Dŵr Gwahaniaeth Normaleiddiedig	$\frac{Gwyrdd - Ger\_Is - goch}{Gwyrdd + Ger\_Is - goch}$

<sup>13</sup> <https://www.indexdatabase.de/>

Gall yr NDVI a GNDVI fod ag unrhyw werth rhwng -1 ac 1, o bridd heb ei orchuddio o gwbl â phlanhigion (neu bridd noeth) i bridd wedi'i orchuddio'n llwyr â phlanhigion. Trwy dynnu gwerthoedd NDVI yn y delweddau cyn tirlithriad o'r NDVIs ôl-dirlithriad, ar gyfer picseli wedi'u cydleo'i'n ofodol, rydym yn cael set ddata rastr o wahaniaethau NDVI cyn/ôl-dirlithriad. Felly roedd gwahaniaeth NDVI negyddol yn nodi ardaloedd lle mae llystyfiant wedi'i ddifrodi a/neu wedi'i orchuddio gan ddyddodion tirlithriad.

Er mwyn asesu a allai'r digwyddiad tirlithriad hwn fod wedi achosi newid traethlin, rydym wedi defnyddio llinellau ffiniau llanwol Ardal Vectormap yr Arolwg Ordnans (OS)<sup>14</sup>. Yng Nghymru a Lloegr y llinellau llanwol hyn fydd lefelau'r llanwau cymedrig, er enghraifft, llanw sydd rhwng llanw gwanwyn a llanw isel. Yn yr Alban y llinellau llanw yw llinellau llanwau gwanwyn cymedrig. Mewn lleoedd lle nad oes Blaendraeth (er enghraifft clogwyni fertigol), mae'r Ffin Lanwol yn cael ei dosbarthu fel 'Marc Dŵr Uchel' (HWM). Y raddfa wyllo mewn enw yw 1:25 000, ag ystod raddfa wyllo argymelledig o 1:10 000 i 1:25 000.

### 4.3 Canlyniadau

Mae Ffigure 4.2 yn dangos yr olwg o'r awyr cyn ac ar ôl y digwyddiad tirlithriad.

Yn ôl confensiwn dosbarthu tirlithriad BGS<sup>15</sup> roedd y digwyddiad hwn yn llithriad cylchdro: symudiad deunydd i lawr y llethr sy'n digwydd ar hyd rhwyg neu arwyneb llithro nodedig. Gan fod wyneb yr arwyneb llithro yn listrig (crwm neu ar siâp llwy) dywedir bod y sleid yn gylchdro. Nodweddir y tirlithriadau hyn gan brif sgarp amlwg a mainc neu floc wedi'i ôl-gogwyddo ar y brig ag anffurfiad mewnol cyfyngedig.

Effeithiodd y tirlithriad ar ardal o oddeutu 2,063 m<sup>2</sup> fel y dangosir gan y polygon coch yn *Ffigur 4.2*. O ddelwedd eglurdeb uchel o'r awyr o 2009 (cyn y digwyddiad) rydym wedi gallu amlinellu'r ardal â llystyfiant o 807 m â llaw<sup>2</sup> yn yr ardal yr effeithiwyd arni (wedi'i nodi gan bolygon gwyrdd). Mae gan y clogwyn ddrychiad uchaf o tua 35m ac erydodd tirlithriad tua 15m o linell uchaf y clogwyn a'i ddyddodi fel ffan dyddodol ehangach o tua 50 m o led ar y traeth uchaf.

O'r proffiliau drychiad a dynnwyd a ddangosir yn *Ffigur 4.2*, gallwn weld bod tua'r un cyfaint o bridd fesul uned hyd clogwyn wedi'i erydu o wyneb y clogwyn (-155 m<sup>3</sup>) ac wedi'i ddyddodi ar y traeth uchaf (238 m<sup>3</sup>)<sup>3</sup> ar y trawslun penodol hwn. Ar y darn sydd wedi'i erydu, mae'r drychiad proffil wedi gostwng tua 5m ac ar y darn dyddodol mae'r drychiad wedi cynyddu tua 9.5 m. Gellir amcangyfrif cyfanswm cyfaint y deunydd sydd wedi erydu trwy luosi 15 m llinell uchaf y clogwyn sydd wedi'i erydu â chyfaint wedi'i erydu fesul uned hyd brig y clogwyn i gael cyfanswm o 2,325 m<sup>3</sup> o ddeunydd sydd wedi'i erydu o wyneb y clogwyn. O'r ddelwedd o'r awyr ar ôl y digwyddiad, gallwn weld bod mwyafrif y gwaddod wedi'i ddyddodi fel ffan sy'n debygol o gael ei olchi i ffwrdd gan y llanw a'r tonnau sy'n cyrraedd blaen y ffan.

Dangosir lleoliad yr OS HWM yn *Ffigur 4.2*. Gellir gweld mai dim ond tonnau sy'n cyd-fynd â llanwau uchel fydd yn debygol o erydu blaen y deunydd a ddyddoddwyd ar y traeth uchaf.

<sup>14</sup> <https://www.os.uk/business-and-government/products/vectormap-district.html>

<sup>15</sup> <https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/earth-hazards/landslides/how-to-classify-a-landslide/>

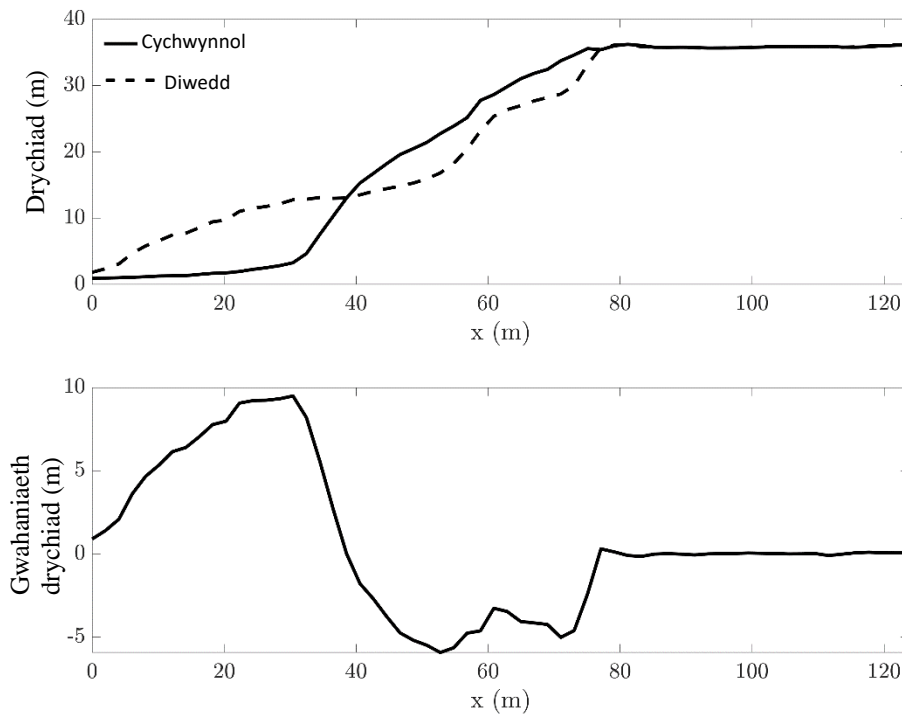


**Ffigur 4.2.** - Cyn ac ar ôl golwg o'r awyr o'r digwyddiad tirlithriad a ddigwyddodd ar 4<sup>ydd</sup> Mawrth 2020: (a) Mae'r ardal fras yn yr ardal tirlithriad sydd â llystyfiant wedi'i nodi mewn gwyrdd sy'n gorwedd dros y delweddau o'r awyr yn 2009 o gynnyrch data PGA. Mae'r segmentau llinell wen yn dangos lleoliad trawslun sy'n cynrychioli'r proffiliau drychiad clogwyn cychwynnol (1) a therfynol (2). Mae'r llinellau glas yn cynrychioli llinellau Ffin Llanwol yr OS, HWM (trwchus) a LWM (tenau); (b) yr ardal tirlithriad bras a ddangosir gan bolygon coch a delwedd wedi'i geo-leoli o'r awyr o ddigwyddiad 2020 dros ddelwedd 2009 o'r awyr.

Gan ddefnyddio maint picstel mewn enw gallwn amcangyfrif nifer y picseli y bydd delwedd PSO yn debygol o'u cael o fewn yr ardal yr effeithir arni gan y tirlithriad (e.e. picseli a ddefnyddir i ganfod y newid). Gan fod gan y delweddau PSO arwynebedd o oddeutu 9 m<sup>2</sup> (h.y. gan dybio maint picstel sgwâr mewn enw o 3m), roedd nifer y picseli yn yr ardal yr effeithiwyd arni gan y tirlithriad oddeutu ~ 230 picstel a dim ond ~ 87 picstel o'r ardal yr effeithiwyd arni a orchuddiwyd gan llystyfiant.

Disgwyliwn weld lleihad yn yr ardal â llystyfiant ar ôl y digwyddiad tirlithriad gan fod peth o'r llystyfiant, ar yr wyneb uchaf i ddechrau wedi cael ei ail-symud ac efallai fod y deunydd a ddyddoddwyd wedi'i orchuddio. Rydym hefyd yn disgwyl gweld newidiadau yn lliw'r llystyfiant na chafodd ei orchuddio, ond sy'n debygol o ddiodef o'r amodau amgylcheddol mwy garw ar ddrychiadau sy'n agosach at lefel gymedrig y môr (hy chwistrell halen) ac felly mae gostyngiad yn iechyd llystyfiant i'w ddisgwyl dros amser.



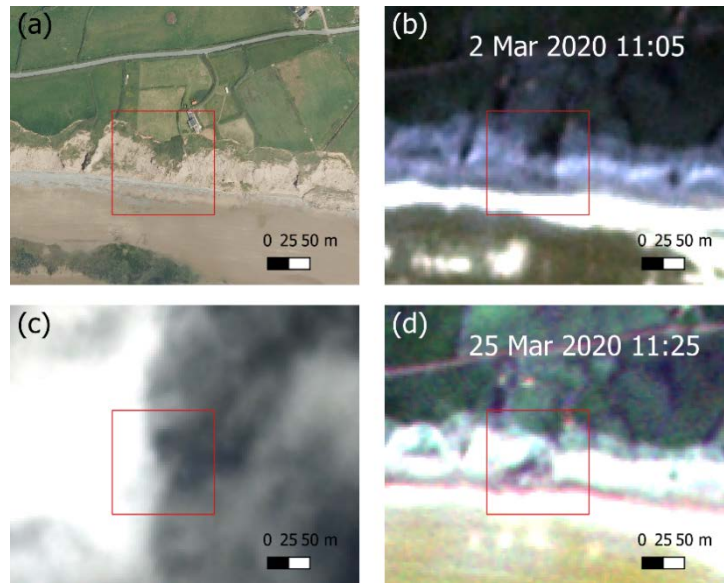


**Ffigur 4.3:** Profiliau drychiad ar hyd y llinellau 1 a 2 a ddangosir yn Ffigur 4.2. Gwerthoedd drychiad a dynnwyd o DSM LIDAR 2015.

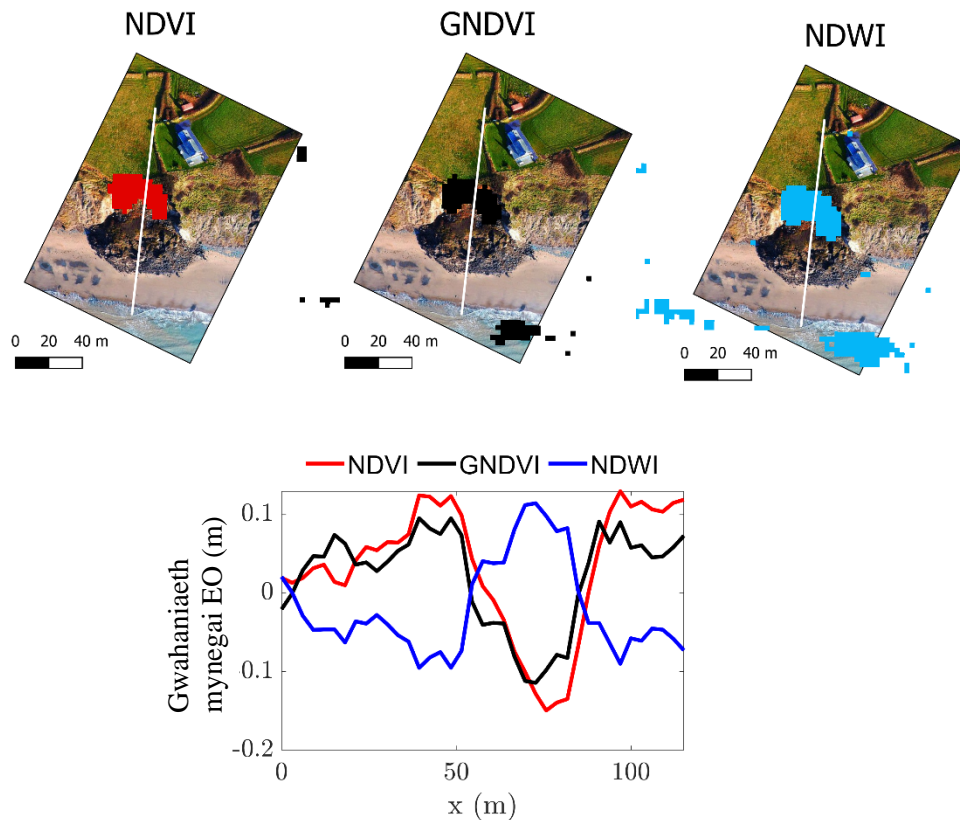
Mae **Ffigur 4.4** yn dangos y ddwy ddelwedd PSO yr ydym wedi'u dewis (2il a 25<sup>ain</sup> Mawrth 2020) fel delweddau addas ar gyfer y dadansoddiad hwn. Rydym wedi chwilio ystorfa delweddau PL i nodi delweddau cyn ac ar ôl y digwyddiad lle nad oedd cymylau yn cwmpasu'r Maes o Ddiddordeb (AOI). Y delweddau a ddewiswyd yw'r rhai agosaf at yr amser gyda golwg glir ar yr AOI ac maent hefyd yn digwydd bod â gorchudd cymylau 0% (Mae hwn yn broblem yng Nghymru fel y trafodir yn adran 5). Er gwaethaf y gwahaniaethau mewn arddwysedd lliw rhwng y delweddau lliw go iawn, mae'r llithriad yn dal i fod yn weladwy i ryw raddau ar y ddelwedd lliw go iawn.

Mae lleoliad y tirlithriad yn fwy amlwg wrth edrych ar y gwahaniaethau rhwng y mynegai EO cyn ac ar ôl y digwyddiad (Ffigur 4.4). Yn ôl y disgwyl, gwelwn ostyngiad yn y mynegai llystyfiant (NDVI a GNDVI) yn ardal y clogwyn lle mae gorchudd ac iechyd llystyfiant wedi lleihau ac mae gwerthoedd NDWI (h.y. dirprwy ar gyfer cynnwys dŵr) wedi cynyddu. At ddibenion plotio rydym wedi lliwio'r picseli yr oedd y gwahaniaethau amdanynt ar yr NDVI, GNDVI yn llai na throthwy o -0.08, -0.07 yn y drefn honno ac ar gyfer yr NDWI yn fwy na 0.01.

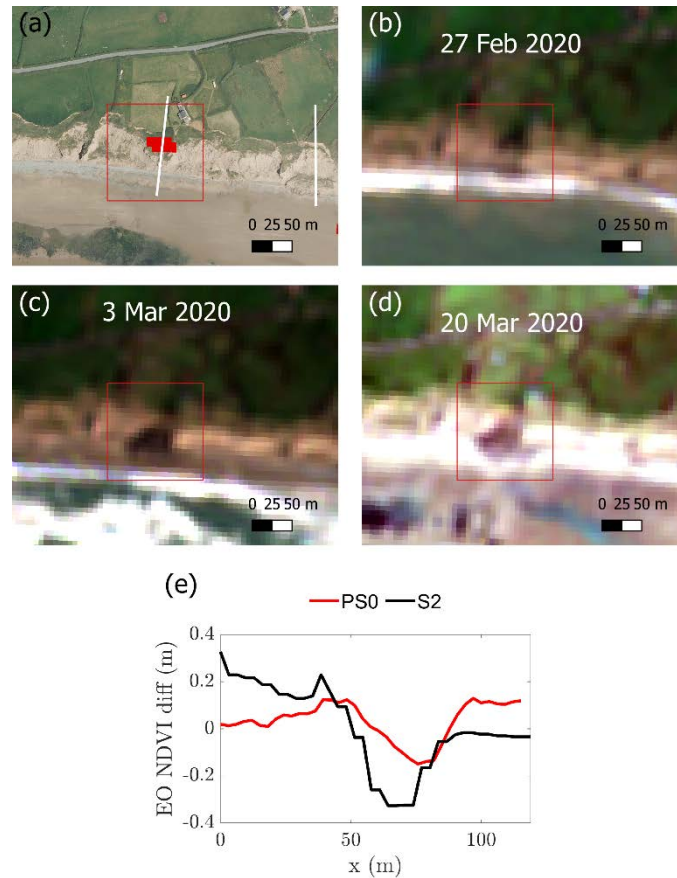
Rydym wedi rhoi cynnig ar wahanol werthoedd trothwy â llaw nes i ni ddod o hyd i werthoedd sy'n cyfateb yn fras i'r ardal yr oeddem yn gallu ei nodweddu fel ardal â llystyfiant cyn y digwyddiad ac ynysu'r ardal yr effeithiwyd arni yn gliriach. Llwyddodd gwerthoedd trothwy NDVI i fapio ardal o 740 m<sup>2</sup> yn ardal y tirlithriad heb farcio picseli cyfagos eraill tra digwyddodd y trothwy mapiau GNDVI a NDWI mewn lleoedd nad oedd y tirlithriad wedi effeithio arnynt.



**Ffigur 4.4:** Llund o'r awyr a golwg o'r gofod o'r ardal o ddi-ddordeb (sgwâr coch): (a) ar ddelwedd PGA o'r awyr 2009; (b) delwedd PSO dethol cyn y digwyddiad ar 2<sup>il</sup> Mawrth 2020; (c) enghraifft o ddelwedd PSO nad yw'n addas oherwydd gorchudd cymylau ar 6<sup>ed</sup> Mawrth 2020; (d) delwedd PSO dethol ar ôl y digwyddiad ar y 25<sup>ain</sup> March 2020.



**Ffigur 4.5:** Gwahaniaethau o werthoedd mynegai EO (NDVI, GNDVI, NDWI) sy'n deillio o dynnu'r gwerth mynegai ar gyfer y ddelwedd PSO a ddewiswyd ar ôl y digwyddiad (25<sup>ain</sup> Mawrth 2020) o'r gwerthoedd mynegai cyn y digwyddiad (2<sup>il</sup> Mawrth 2020). Mae'r paneli uchaf yn dangos y picseli yr oedd y gwahaniaethau o dan (NDVI = coch a GNDVI = du) ac yn uwch na'r (NDWI = glas) trothwyon (NDVI ≤ -0.08; GNDVI ≤ -0.07; NDWI ≥ 0.05). Mae'r panel gwaelod yn dangos yr amrywiad ar hyd un trawslun sy'n cychwyn ar y traeth (Newid = 0) ac yn gorffen ar ben y clogwyn (Newid = 125) (llinell wen wedi'i nodi).



**Ffigur 4.6:** Gwahaniaethau o werthoedd mynegai NDVI sy'n deillio o dynnu'r gwerth mynegai ar gyfer y ddelwedd S2 a ddewiswyd ar ôl y digwyddiad (3<sup>ydd</sup> Mawrth 2020) a'r gwerthoedd mynegai cyn y digwyddiad (27<sup>ain</sup> Chwefror 2020): (a) yn dangos y picseli mewn coch y mae roedd y gwahaniaethau yn is na'r trothwy o -0.02; (b) delwedd S2 dethol cyn y digwyddiad ar 27<sup>ain</sup> Chwefror 2020; (c) delwedd S2 ddethol ar ôl y digwyddiad ar 2<sup>il</sup> Mawrth 2020; (d) yr amrywiad ar hyd un trawslun sy'n cychwyn ar y traeth (Newid = 0) ac yn gorffen ar ben y clogwyn (Newid = 120) (llinell wen wedi'i nodi) ar gyfer gwahaniaethau S2 a PSO NDVI.

Mae Ffigur 4.6 yn dangos y newid NDVI a gafwyd o ddata optegol agored Sentinel-2 (S2). Fe wnaethom ganfod delweddau addas ar gyfer tri dyddiad (27<sup>ain</sup> Chwefror, 3<sup>ydd</sup> ac 20<sup>fed</sup> Mawrth 2020) ar gyfer yr astudiaeth hon. Rydym wedi cyfrifo'r NDVI ar gyfer pob un o'r tair delwedd ac wedi cyfrifo'r gwahaniaethau rhwng y delweddau ym mis Mawrth (fel delweddau ar ôl y digwyddiad) a delwedd mis Chwefror (fel delwedd cyn y digwyddiad) a chanfod bod y tirlithriad eisoes i'w weld ar y 3<sup>ydd</sup> o Fawrth 2020 (un diwrnod yn gynharach na'r dyddiad yr adroddwyd arno yn y Daily Mail).

Mae'r newid NDVI ar hyd y traeth i drawsllun y clogwyn yn dangos y gostyngiad disgwylidiedig ar werthoedd NDVI. At ddibenion cymharu, rydym hefyd wedi plotio'r newid NDVI a gafwyd o ddelweddau'r PSO ac wedi sylwi bod y newid mwyaf a welwyd ag S2 tua dwywaith y newid a welwyd gyda PSO. Gan ein bod yn defnyddio gwerthoedd pelydriad gwahanol (BOA a TOA) a diwrnodau gwahanol, nid yw'n bosibl priodoli achos y gwahaniaethau ymddangosiadol mawr hyn. Fe wnaethom ganfod, gan ddefnyddio trothwy o werth -0.02, a lliwio pob picsel â gwerth llai na'r trothwy hwn, ein bod wedi gallu marcio ardal o 634 m<sup>2</sup>lle mae'r NDVI wedi gostwng yn

sylweddol. Mae'r ardal hon yn agos at yr 807 m<sup>2</sup> yr oeddem yn gallu ei amlinellu fel ardal â llystyfiant yr oedd y tirlithriad wedi effeithio arni.

## 4.4 Crynodeb a chyfyngiadau'r astudiaeth gwmpasu hon

Mae prif ganlyniadau'r astudiaeth hon wedi'u crynhoi isod:

1. Roedd y digwyddiad tirlithriad a ddewiswyd ar gyfer yr astudiaeth hon yn Porth Neigwl ger Abersoch yn llithren gylchdro a ddigwyddodd rhwng yr 2<sup>il</sup> i'r 3<sup>ydd</sup> o Fawrth 2020. Ni achosodd y digwyddiad hwn golled net o ddeunydd o'r ardal (h.y. dyddodwyd gwaddod a erydwyd o wyneb y clogwyn yn y traeth uchaf) ond cynyddodd y risg o niweidio eiddo cyfagos sydd bellach yn beryglus agos at ymyl y clogwyn.
2. Gan fod y deunydd a erydwyd yn aros ar y traeth uchaf ac uwchlaw'r Marc Dŵr Uchel, ni achosodd y digwyddiad newid yn y draethlin (e.e. yr ymyl rhwng dŵr a thir) ac felly nid yw mynegai NDWI, a ddefnyddir yn aml i amlinellu'r draethlin, yn addas ar gyfe. y digwyddiad hwn.
3. Wrth i ben y clogwyn gael llystyfiant, mae'r delweddau cyn ac ar ôl y digwyddiad yn dangos gostyngiad yn y llystyfiant o 807 m<sup>2</sup> o fewn gorchudd yr ardal yr effeithiwyd arno sy'n addas i'w ganfod gan ddefnyddio mynegai EO fel yr NDVI neu GNDVI:
  - a. Mae maint yr ardal yr effeithiwyd arni yn fwy nag eglurdeb picselel y delweddau PSO (3 m) a S2 (10 m).
  - b. Trwy dynnu gwerthoedd mynegai EO yn y delweddau cyn tirlithriad o'r gwerthoedd ôl-dirlithriad, ar gyfer picselel wedi'u cydleo'i'n ofodol, rydym yn cael set ddata rastr o wahaniaethau NDVI cyn ôl-dirlithriad.
  - c. Gall yr NDVI a GNDVI fod ag unrhyw werth rhwng -1 ac 1, o bridd heb ei orchuddio o gwbl â phlanhigion (neu bridd noeth) i bridd wedi'i orchuddio'n llwyr â phlanhigion. Felly roedd gwahaniaeth negyddol NDVI neu GNDVI yn nodi ardaloedd lle mae llystyfiant wedi'i ddifrodi a/neu wedi'i orchuddio gan ddyddodion tirlithriad.
4. Roedd y delweddau cyn ac ar ôl a oedd agosaf mewn amser i'r digwyddiad, a oedd yn addas ar gyfer y dadansoddiad hwn (h.y. heb gymylau) ac a oedd ar gael yw: 2<sup>il</sup> a 25<sup>ain</sup> Mawrth 2020 ar gyfer PSO a 27<sup>ain</sup> Chwefror a 3<sup>ydd</sup> Mawrth 2020 ar gyfer S2.
5. Arweiniodd yr NDVI at newidiadau mwy/mwy miniog cyn/ar ôl tirlithriad yn yr ardal yr effeithiwyd arni.
6. Gan ddefnyddio dull trothwy syml o'r gwahaniaethau NDVI roeddem yn gallu cael amcangyfrifon o'r ardal llystyfiant yr effeithiwyd arni o drefn debyg i'r disgwyl ac o 740 m<sup>2</sup> ar gyfer delweddau PSO a 634 m<sup>2</sup> ar gyfer newidiadau S2. Mae'r ardaloedd hyn oddeutu 8% a 22% yn llai na'r ardal â llystyfiant cyn tirlithriad a amcangyfrifwyd o ddelweddau eglurdeb uchel o'r awyr ac mae'n gyson â'r ffaith bod rhywfaint o llystyfiant yn dal i fod yn bresennol yn yr ardal yr effeithiwyd arni yn y cyflwr ôl-dirlithriad.

Cyn i ni gyflwyno ein casgliadau ar werth ychwanegol delweddau PSO o'i gymharu â delweddau S2 hygyrch, rydym hefyd yn cydnabod yma brif gyfyngiadau'r astudiaeth hon. Rydym wedi cyfyngu ein hastudiaeth i ddim ond tri band (coch, gwyrdd a ger is-goch) ac nid ydym wedi archwilio gwerth ychwanegol yr holl fandiau sydd ar gael ar gyfer delweddau S2. Gellid bod wedi canfod newidiadau ar linell ymyl y clogwyn oherwydd y tirlithriad hefyd o

ddelweddau dosbarthedig cefndraeth mewn dau gam: 1<sup>af</sup> mae'r ddelwedd EO wedi'i dosbarthu ac ar 2<sup>il</sup> mae llinell ymyl y clogwyn yn cael ei thynnu o'r ddelwedd ddsbarthedig. Mae Ffigur 4.7 yn dangos rhai llinellau arfordirol ar gyfer gwahanol amgylcheddau gan ddefnyddio dull dosbarthu glan môr â dau gam<sup>16</sup>.

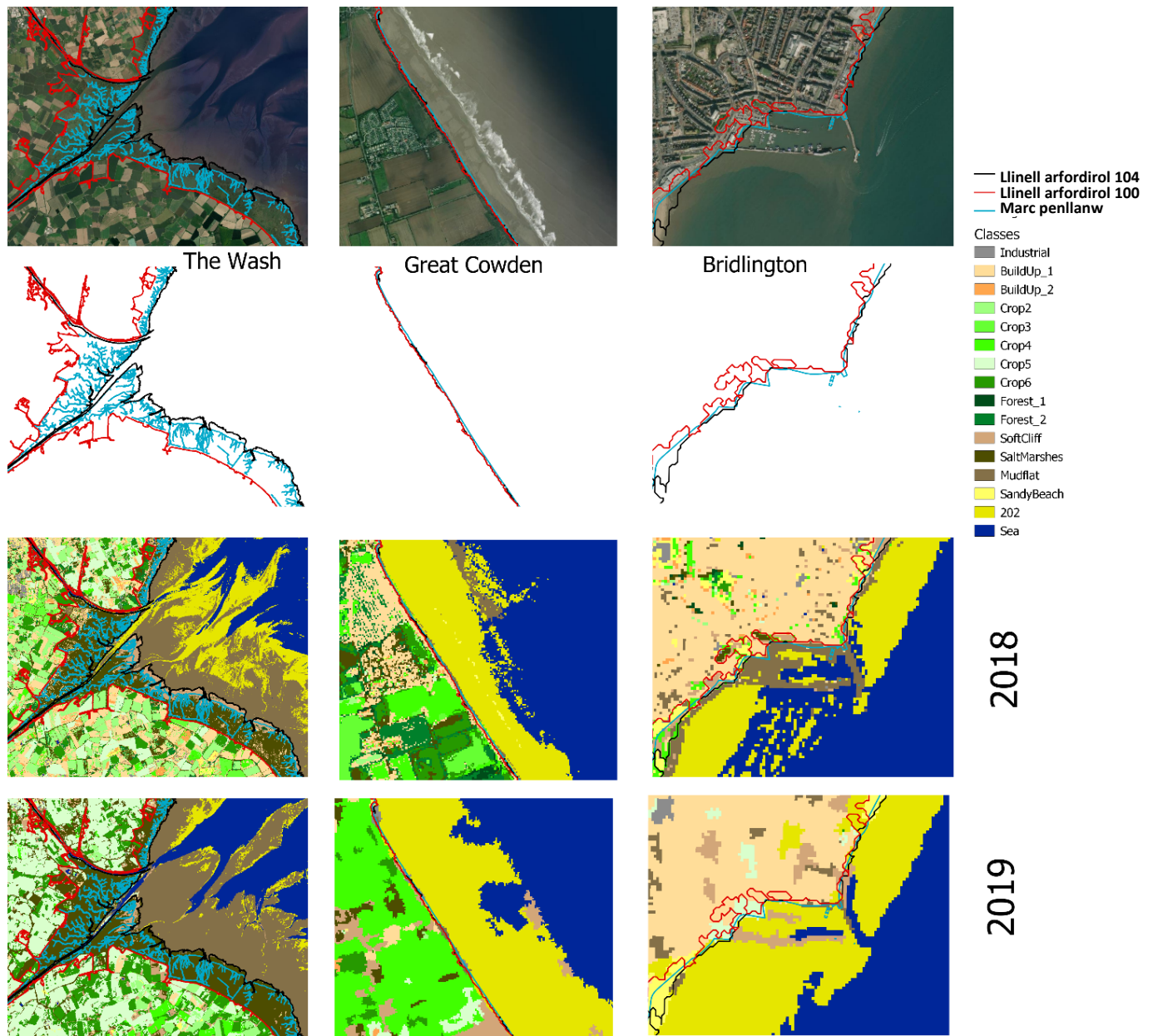
Mae'r algorithm dosbarthu glan môr hwn yn defnyddio mynegeion EO (NDVI a NDWI) y gellir eu cael o ddelweddau PSO. Os oes disgwyl i'r eira gwmpasu'r ardaloedd o ddiddordeb, yna bydd angen y Mynegai Eira Gwahaniaeth Normaleiddiedig (NDSI) sy'n defnyddio, ymhlith bandiau eraill, y band is-goch tonfedd fer (SWIR) nad yw wedi'i gynnwys yn delweddau'r PSO. Ar gyfer y dull dau gam, nid yw delweddau PSO eglurdeb uwch o reidrwydd yn well ond i'r gwrthwyneb yn waeth nag eglurdeb brasach delweddau.

O VHR i ddelweddau eglurdeb isel, mae maint yr uned wahaniaethol leiaf yn cynyddu. Mae dylanwad eglurdeb delweddau ar y dosbarthiad yn dibynnu ar amrywioldeb gofodol rhwng dosbarthiadau ac amrywioldeb o fewn dosbarthiadau. Felly, efallai y bydd gennym yr eglurdeb gorau posibl yn ôl gorchudd tir ac uwchlaw ac islaw hyn bydd cywirdebau dosbarthu yn dirywio (Townshend a Justice, 2007).

Mae'r eglurdeb gorau ar gyfer dosbarthu yn dibynnu'n gryf ar y dirwedd. Po fwyaf tameidiog a chymysg y dirwedd, y mwyaf manwl y dylid dewis yr eglurdeb (Chen et al., 2004).

---

<sup>16</sup> <https://coastalerosion.argans.co.uk/src/SO-TR-ARG-003-055-ATBD-SF.pdf>



**Ffigur 4.7:** Manylion llinellau arfordirol ar gyfer blwyddyn 2018 ar gyfer tri amgylchedd gwahanol: ardaloedd rhynglanwol mawr (The Wash), traeth gyda chlogwyn meddal yn gefn iddo (Great Cowden) ac amgylchedd adeiledig (Bridlington). (Delweddau o BGS OR/20/40).<sup>17</sup>

<sup>17</sup> <https://bgs.sharefile.eu/d-s0dfdc8ef25d64fb28342c4e635960dab>

## 4.5 Casgliad

O ran ansawdd Ortho-luniau PlanetScope (PSO) o ddelweddau Planet Labs ar gyfer asesu effeithiau cyn ac ar ôl un tirlithriad arfordirol mawr, rydym yn dod i'r casgliad bod y newid llystyfiant a amcangyfrifwyd o ddelweddau PSO yn well na'r canlyniadau a gafwyd o ddelweddau S2. Er bod y ddau ddull wedi tanamcangyfrif yr ardal â llystyfiant a gollwyd, dim ond 8% yw'r tanamcangyfrif PSO yn erbyn y gwahaniaeth o 22% ar gyfer yr S2.

**Tabl 4.3:** Amcangyfrif o'r newid yn yr ardal â llystyfiant ar ôl tirlithriad 3<sup>ydd</sup> Mawrth a gafwyd o wahanol ddelweddau.

	O'r awyr	PSO	S2
Eglurdeb	0.25m	~3m	~10m
Amcangyfrif o'r newid yn yr ardal â llystyfiant (m <sup>2</sup> )	807	740	634
Gwahaniaeth canrannol yr awyr yn erbyn EO	---	-8%	-22%

## 5 OPSIYNAU AR GYFER YMESTYN MONITRO PRIDD YN SEILIEDIG AR LOEREN

Mae'r adran hon yn crynhoi'r dulliau, ffynonellau data a'r gofynion posibl ar gyfer system monitro pridd wedi'i seilio ar EO i gynorthwyo rhanddeiliaid i gadw at ganllawiau Amodau Amaethyddol ac Amgylcheddol Da (GAEC) ac at ddibenion adrodd eraill. Cynigiodd Tye a Robinson (2020) yr uchelgais i ddatblygu system fonitro SOIL-ALERT sy'n defnyddio Arsylwi'r Ddaear (EO) bob dydd, neu bron yn ddyddiol, ynghyd â modelu ar gyfer rhagfynegi, i gynhyrchu rhybuddion i reolwyr tir a rhanddeiliaid eraill. Gallai hyn helpu rheolwyr tir i osgoi diraddio tir pan fydd amodau'n anaddas ar gyfer rhai arferion. Rydym yn cynnig set o opsiynau yn yr adran ddilynol a fyddai'n dechrau mynd i'r afael â'r gweithgareddau osgoadwy dilynol:

- Gadael pridd yn foel (GAEC 4.0)
- Erydiad a difrod pridd (GAEC 5.3, 5.2, 1.3)
- Aredig yn rhy agos at nodweddion ffiniau (GAEC 7.6)
- Tyfu neu fasnachu priddoedd sydd yn llawn dŵr (GAEC 5.1)

Cynigir ymchwiliad rhagarweiniol i briodoleddau nodweddion erydiad pridd a ddilyniir gan ddau gymhwysiad canfod treialu syml fel y camau nesaf, yn seiliedig ar y rhai a gwmpesir yn adran 3 a chyfyngiadau'r data EO sydd ar gael.

### 5.1 Plattfformau a Delweddau

Mae Asiantaeth Ofod Ewrop plattfformau ESA (Sentinel 1 a 2 (S1 a S2) yn cynnig delweddau ar eglurdeb oddeutu 10m. Mae'r plattfformau'n cynnig delweddau radar agen optegol a synthetig (SAR) lle gellir defnyddio'r radar i asesu lleithder neu symudiadau. Mae data Planet yn eglurdeb gofodol gwell, 3-1m yn dibynnu ar y plattfform, lle mae pob gwelliant mewn eglurdeb yn galluogi pennu mwy o nodweddion. Crynhoir y plattfformau EO o ddefnydd posibl ar gyfer mapio maint pridd neu nodweddion erydiad yn nhabl 5.1.

**Tabl 5.1:** Plattfformau EO ar gyfer monitro maint pridd ac erydiad.

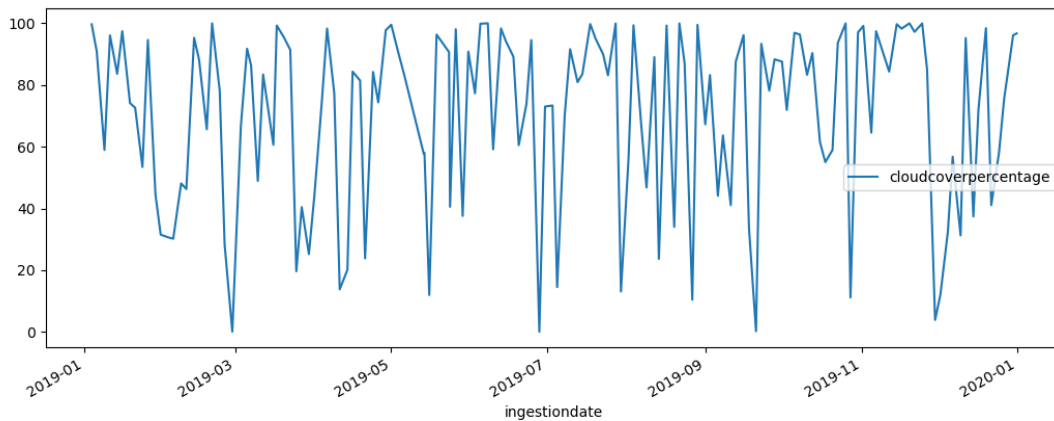
Plattfform	Bandiau Perthnasol	Bandiau Perthnasol	Ailymweld
Sentinel 2	4, 7 (B, G, R, RE1, RE2, RE3, NiR)	5	10 m, 20m
Sentinel 1	NA – SAR	5	~10-20m*
Planet Scope	4 (B, G, R, NiR)	3	3m
Planet Skysat	5 (B, G, R, NiR, Pan)	5	0.5-0.75-1m**

\* Bylchau picsele yn dibynnu ar y modd ac ati - gweler [yma](#) am fanylion.

\*\* 0.5m Pan-gromatig; 0.75 pan-graffach; 1m aml-sbectrol.

Yn gyffredinol, mae amseroedd ailymweld â lloeren Planet / Sentinel2 yn amrywio rhwng 3-5 diwrnod (<10), ond o ystyried natur gyfnewidiol tywydd y DU, bydd argaeledd data optegol y gellir ei ddefnyddio heb gymylau yn fwy cyfyngedig. Mae'r plot dilynol yn darlunio canran gorchudd cymylau golygfa S2 dros Ogledd Cymru ar gyfer 2019. Fel y dengys y data, delweddau heb gwmwl yw'r eithriad nid y norm.





**Ffigur 5.1:** Gorchudd cymylau fesul caffaeliad S2 ar gyfer 2019 dros Ogledd Cymru.

Efallai mai cyfansoddion misol o ddata optegol fydd yr ateb lleiaf hyfyw, neu'r diweddariadau picstel di-gwmwl nesaf os yw eglurdebau i fod yn amlach.

Y dewis arall yw dibynnu ar Radar Agen Synthetig nad yw gorchudd cymylau yn effeithio arno oherwydd ei ynni is a'i donfedd uwch. Byddai delweddu RADAR o orbit yn galw am antena anymarferol o fawr i gynhyrchu data eglurdeb gofodol cain, felly mae SAR yn darparu ateb arall i'r broblem hon. Mae SAR yn efelychu antena fwy trwy daflywbr hyd drac y synhwyrdd sy'n golygu y gellir cael delweddau eglurdeb gofodol manylach gan blatfform o faint cymedrol. Mae platfformau SAR wedi'u seilio ar loeren yn tueddu i gynnig is-set benodol o'r ystod microdon a ddsbarthir sy'n amrywio o K (0.75cm) i P (30-100cm).

**Tabl 5.2:** Dynodiadau bandiau a thonfeddi SAR.

Dynodiad Band SAR	Tonfedd (cm)
K (tair is-set)	0.75 - 1.1
X	2.7 - 3.75
C	3.75 - 7.5
S	7.5 - 15
L	15-30
P	30-100

Mae'r mwyafrif o blatfformau sy'n seiliedig ar EO yn defnyddio X (e.e. TerraSAR X), C (e.e. Sentinel 1) ac L (e.e. ALOS PaLSAR). Mae tonfedd y band yn pennu graddfa'r gwrthrychau y bydd y pwls yn rhyngweithio'n fwyaf egniol â nhw. Y priodweddau signal SAR y gellir eu hecsbloetio yw backscatter [cefn-wasgaru], polareiddio a chyfnod, y gellir deillio o amrywiaeth o gynhyrchion delweddu a mapio o brosesu pellach ohonynt, megis gorchudd tir, biomas, symudiadau, lleithder ac ailadeiladu wyneb.

## 5.2 Asesiad pridd moel (gofodol ac amserol)

Mae Sentinel 1 a 2 yn cynnig y potensial a'r cyfleustodau mwyaf ar gyfer mapio datguddiadau homogenaidd mawr o bridd, mae hyn yn cynnwys caeau moel, amlygiad sgri neu greigiau neu gorsydd, lle mae'r nodwedd ddiffiniol yn sbectrol. Gellir cyflawni hyn o bosibl trwy fapio fesul picstel ( $\geq 100m^2$ ) ag S1, S2 (neu hybrid o'r ddau) neu mewn eglurdeb gofodol manylach gan ddefnyddio Planet Scope ( $9m^2$ ). Byddai angen datblygu dulliau union gan fod llenyddiaeth ar gael sy'n tyfu'n gyflym.

**Gweithgareddau:**

- Hyfforddiant/graddnodi ar gyfresi amser hanesyddol optegol gan ddefnyddio bandiau yn uniongyrchol neu gymarebau/mynegeion
- Hyfforddiant/graddnodi ar backscatter SAR neu gyfnod InSAR

**Allbynnau:**

- Mae mapiau thematig o faint pridd moel yn cael eu diweddarau bob mis (gweler Amledd)
- Gellid penderfynu ar rai categorïau nodweddion trwy ôl-brosesu trwy gysylltiad â nodweddion hysbys (e.e. ffiniau caeau, gatiau ac ati) a/neu briodweddau geometrig nodweddion (e.e. priodweddauar sail moment)

## 5.3 Nodweddion Erydiad a Difrod Pridd (SED)

Arddangosodd Adran 3 fod Sentinel 1 a 2 yn llai addas ar gyfer dod o hyd i nodweddion SED llai. Er mwyn asesu'r nodweddion SED sy'n weddill, mae'n debygol mai'r nodwedd ddiffiniol ar gyfer y mwyafrif yw cyfuniad o briodweddau sbectrol a gofodol, y mae'r datrysiad hyfyr lleiaf yn  $\leq 3\text{m}$  ar eu cyfer. Ar  $3\text{m}$ , gall data Planet Scope fod o ddefnydd cyfyngedig lle mae gwahaniad digonol rhwng nodweddion, gyda Planet Skysat ( $0.5\text{-}1\text{m}$ ), delweddau arial â gweithwyr ( $\leq 0.5\text{m}$ ) neu ddata sy'n deillio o UAV ( $<0.2\text{m}$ ) yn darparu'r manylion angenrheidiol i nodi nodweddion yn glir. Er nad oedd data Skysat ar gael ar gyfer profi yn adran 3, mae sampl delweddau sydd ar gael am ddim gan Planet Labs yn dangos yn glir y gwahaniaethau mewn manylion canfyddadwy yn amrywio o Planet Scope ar  $3\text{m}$ , Skysat ar  $0.75\text{m}$  i Google Basemap ar  $\leq 0.3\text{m}$  (Ffig 5.2).



**Ffigur 5.2:** Planet Scope, Skysat pan-hogedig a chymhariaeth delweddau Google basemap. Sylwch nad yw'r Google Basemap yn gyfoes â delweddau Planet.

### 5.3.1 Ymchwiliad pellach i set nodweddion SED

Casglodd camau cychwynnol y rhaglen waith hon ar nodweddion SED set o 2500 o nodweddion SED (Tye a Robinson, 2020) a fapiwyd o ddelweddau  $0.25\text{m}$  metr o'r awyr. Mae hwn yn gynnyrch sylfaenol rhagorol, ond nid yw'n cael ei ailadrodd yn rheolaidd. Fel y cynigiwyd yn Tye a Robinson (2020), mae hwn yn darparu set ddata hyfforddi ddelfrydol ar gyfer ymchwilio i effeithiolrwydd technegau dysgu arbenigol neu ddysgu peiriant i fapio nodweddion SED.

Mae'r mwyafrif o blatfformau sy'n seiliedig ar EO yn defnyddio X (e.e. TerraSAR X), C (e.e. Sentinel 1) ac L (e.e. ALOS PaLSAR). Mae golygu neu ail-weithio'r polygonau sydd wedi'u deillio â llaw i gynrychioli ffiniau'r nodweddion yn fanwl yn rhagofyniad yma.

- Ymchwilio i briodweddau gofodol picseli ar wahanol raddfeydd ar gyfer y mathau o erydiad
- Ymchwilio i briodweddau amserol picseli ar wahanol raddfeydd (o'r defnydd mwyaf ag S1, 2)

Byddem yn cyfyngu mapio yn y lle cyntaf i ardaloedd amaethyddol sydd wedi'u dynodi trwy haen Mastermap yr OS (OSM) sydd â'r potensial i leihau gwallau, llyncu data ac amser prosesu. Gellid defnyddio OSM hefyd i guddio strwythurau trefol ac anhydraidd e.e. seilwaith.

### 5.3.2 Mapio nodweddion erydiad gan ddefnyddio Rhwydweithiau Niwral Troelliadol

Gellir cyflawni hyn o bosibl trwy Skysat neu ddelweddau o'r awyr, ag estyniad posibl i Planet Scope. Mae'n well targedu'r cymhwysiad hwn at nodweddion graddfa fach difrod Pwrth, difrod porthwyr, traciau cerbydau a photsio.

Gweithgareddau:

- Defnyddio'r set hyfforddi bresennol o bolygonau
- Wedi'i gymhwyso i set ddata delweddau o'r Awyr ranbarthol ac yna Cymru gyfan
- Gellir ymestyn ymhellach i lifoedd gwaddod y tu hwnt i ffiniau ffermydd
- Gellid lleihau eglurdeb delweddau o'r awyr fel dangosydd dirprwyol ar gyfer Skysat
- Estyniad posib i'r data Planet Scope sydd ar gael ar hyn o bryd, yn amodol ar fynediad i ddaliadau LIC.

Mae CNNs (Rhwydweithiau Niwral Troelliadol) wedi dod i'r amlwg yn ystod y 10 mlynedd diwethaf fel techneg flaengar ym maes labelu delweddau a thasgau segmentu semantig. Yn fras, mae CNN's yn dilyn strwythur rhwydwaith niwral (proses a ysbrydolwyd gan, ond nid model o'r, cymar biolegol), lle mae echdynnu a dosbarthu nodweddion yn cael eu cyfuno mewn un broses. Mae'r broses yn cyfateb yn llac i wahanol rannau o'r rhwydwaith yn cael eu neilltuo i wahanol nodweddion y gwrthrych/dosbarth o ddiddordeb, a'r canlyniad cronol yw cydnabod patrwm gofodol o bicseli, yn hytrach na dulliau dysgu peiriant eraill, sy'n canolbwyntio ar fectorau nodweddion. o werthoedd sengl heb unrhyw gydran ofodol.

Allbynnau posib:

- Labelu is-set o ddelweddau o faint penodol (e.e. 50m x 50m) e.e. "Mae'r ardal hon yn cynnwys nodwedd SED potsio"
- Blwch rhwymo o amgylch y nodwedd SED darged
- Segmentu uniongyrchol y nodwedd (yn seiliedig ar drothwy tebygolrwydd), lle mae'r nodwedd SED wedi'i hamlinellu o ran graddau

## 5.4 Canfod Lled Stribed ar Ffiniau Caeau

Lle mae cydymffurfiad GAEC yn gysylltiedig â nodweddion cynefinoedd (e.e. gwrychoedd/nodweddion llinellol, glannau afonydd), gellid defnyddio cyfuniad o fap gorchudd tir UKCEH a/neu fetadata OS ar gyfer eu lleoliad. Lle nad yw ar gael, gellid ei fapio'n awtomatig o ddelweddau LIDAR neu o'r Awyr i ddarparu set ddata sylfaenol fel yn yr enghraifft isod. Yna

byddai'r pellter Ewclidaidd o nodwedd erydiad pridd i nodwedd cynefin yn deillio o ddadansoddiad gofodol i bennu cydymffurfiad.

## 5.5 Gwlybaniaeth Pridd

Mae cytser ESA o loerennau Sentinel 1A (a lanswyd yn 2014) a Sentinel 1B (a lanswyd yn 2016) yn cynnig radar agen synthetig (SAR) gan ddefnyddio'r band-c (5.405 GHz). Mae hwn yn werth amledd sydd ychydig yn uwch na synwryddion lleithder pridd cyffredin fel adlewyrchiad parth amser, ond yn gymharol.

Yn aml, cyfunir y data SAR â'r data optegol o Sentinel 2 er mwyn canfod lleithder y pridd lle mae llystyfiant yn broblem; ar gyfer pridd moel nid oes ei angen. Trosir data Sentinel 2 yn fynegai llystyfiant gwahaniaeth normaleiddiedig (NDVI) at y diben hwn. Gellir defnyddio'r data SAR hefyd i fapio gorchudd tir a chael arwydd dirprwyol o strwythur llystyfiant yn ogystal â lleithder y pridd. Mae ESA yn darparu ystod o offer ar gyfer prosesu'r data gan gynnwys meddalwedd SNAP. Mae angen camau cyn-brosesu er mwyn defnyddio'r data ar gyfer amcangyfrif lleithder y pridd.

Nid ydym eto wedi ceisio defnyddio SAR ac amcangyfrif lleithder pridd yng Nghymru ond mae ganddo botensial amlwg i'w ddefnyddio i ganfod dwrlenwi. Os cânt eu defnyddio mewn cymhwysiad o'r fath efallai na fydd angen yr un faint o brosesu ar y delweddau o gymharu ag os ydym yn amcangyfrif gwir lleithder y pridd. Ar hyn o bryd priodolir dosbarth gwlybaniaeth i briddoedd yn arolwg pridd Cymru a Lloegr (Rudeforth et al., 1984). Mae'r gwerth hwn yn helpu i lywio arfer priodol ar gyfer y pridd. Fodd bynnag, mae'r gwerthoedd yn statig ar y cyfan ac ni fyddant yn newid oni bai eu bod yn cael eu hailasesu. Mae monitro lloeren yn cynnig cyfle i ddatblygu dosbarth gwlybaniaeth dynamig. Gallai hyn fod yn ddefnyddiol ar gyfer sawl cymhwysiad:

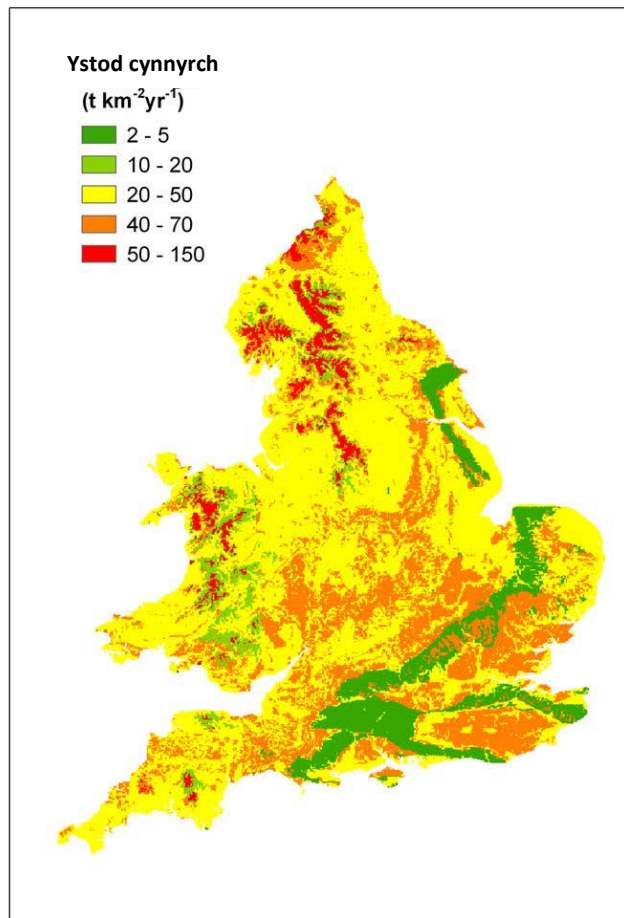
- Penderfynu pryd mae priddoedd yn addas neu'n anaddas ar gyfer gweithgareddau fferm megis tyfu.
- Penderfynu pryd mae cae wedi newid o un dosbarth gwlybaniaeth i un arall er enghraifft trwy ychwanegu draeniau. I'r gwrthwyneb, gallai fod yn ymarferol canfod pan nad yw draenio'n gweithio mwyach gan fod priddoedd yn wlypach yn gyson.
- Mae cynnwys carbon priddoedd yn debygol o fod yn gysylltiedig â gwlybaniaeth pridd ac felly gallai cyfuniad o NDVI a gwlybaniaeth pridd helpu wrth ddehongli mesuriadau carbon pridd.

## 5.6 Dulliau eraill

Canolbwynt yr adran hon oedd y defnydd o arsylwi'r ddaear i ganfod nodweddion sy'n berthnasol i GAEC. Fodd bynnag, gallai dulliau a thechnegau eraill fod o ddiddordeb hefyd. Yn benodol, cafodd symudiadau daear ar gyfer priddoedd yng Nghymru, a bennir gan ddefnyddio interferometreg (inSAR), ei brofi gyntaf mewn gwaith o dan GMEP (Robinson et al., 2014). Defnyddiwyd delweddau ar gyfer y Migneint rhwng 1993 a 2000 i ganfod symudiadau mawn (Cigna et al., 2014). Mae ymchwilwyr bellach wedi mireinio'r dechneg hon gan ei chymhwyso i astudio cyflwr mawn yn y wlad llifoedd yn yr Alban (Alshammari et al., 2020). Mae astudiaethau ym maes symudiadau daear wedi tarddu yng Nghaliffornia lle defnyddiwyd y dechneg i astudio symudiadau daear mewn caeau cyn ac ar ôl dyfrhau (Gabriel et al., 1989). Mae'r gallu i fesur symudiadau daear (mm - cm) mewn eglurdebau picstel o 10m yn cynnig potensial diddorol ar gyfer asesu cyfraddau erydiad, potensial am dirlithriad neu ymsuddiant yn arbennig o amgylch seilwaith (North et al., 2017).

## 5.7 Cyfraddau erydiad a chludo

Mae nodweddion SED ond yn nodi lleoliad a maint yr effeithiau uniongyrchol y gellir eu canfod o'r EO. Ni cheir unrhyw ddata cyfradd erydiad pridd na gwybodaeth cludo pridd a gwaddod, naill ai ar y safle neu oddi ar y safle. Byddai angen gwneud rhagor o waith er mwyn pennu cyfraddau erydiad pridd. Ymhellach, byddai angen gwaith hefyd i benderfynu faint o bridd sydd wedi'i erydu sy'n dod i ben mewn cyrsiau dŵr ac sy'n cael ei gludo fel gwaddod i lawr yr afon. Gwnaed gwaith ar amcangyfrif cynnyrch gwaddod yng Nghymru a Lloegr yn flaenorol (Cooper et al., 2006) gyda'r canlyniadau wedi'u cyflwyno yn Ffigur 5.3 o'r adroddiad hwnnw. Efallai y bydd cyfleoedd i ddiweddarau'r gwaith hwnnw i Gymru ac i gysylltu EO â nodi manau problemus a lleoliadau sy'n bwydo i mewn i gynnyrch gwaddod afonydd ac yn effeithio ar ansawdd dŵr.



**Ffigur 5.3.** Cynnyrch gwaddod ar gyfer mathau, gan ddangos ystodau rhyngchwartel amcangyfrifedig (O Cooper et al., 2006)

## 5.8 Crynodeb

Mae cyfuniad o gynhyrchion EO a ddefnyddir ar y cyd ag asesu wedi'i seilio ar y ddaear yn cynnig potensial mawr ar gyfer monitro pridd a darparu offer o werth i randdeiliaid. Mae ystod o opsiynau ar gael ar gyfer monitro o bell gan ddefnyddio EO sy'n dod yn rhatach. Ar hyn o bryd mae eglurdeb delweddau rhad ac am ddim yn cyfyngu cymwysiadau i ganfod nodweddion mawr, megis caeau moel, sgri, neu gorsydd. Mae potensial hefyd i ddefnyddio'r delweddau hyn ar gyfer canfod caeau sydd wedi'u dwrlenwi. Byddai angen delweddau masnachol i ganfod nodweddion llai megis difrod pridd o amgylch gatau a allai fod yn fyrhoedlog.

## 6 LOGISTEG A GOFYNION

Mae prosesu EO-ddelweddau ar raddfa ranbarthol neu genedlaethol yn galw am adnoddau cyfrifiadol sylweddol, o ystyried cymhlethdod a maint y data mewnbwn. Mae'r baich storio posibl bellach yn cael ei leddfu'n rhannol gan ddaliadau data sydd ar gael i'r cyhoedd a ddarperir gan ESA, NASA a NERC yn ogystal â phlatfformau yn y cwmwl megis AWS a Google sydd hefyd ag archifau cyflawn. Mae'r dilynol yn rhoi trosolwg o'r opsiynau ar gyfer system fonitro wedi'i seilio ar EO trwy gaffael, prosesu a storio.

### 6.1 Caffael

Mynediad delweddu trwy API we:

- Gweinyddion ESA (rhad ac am ddim - dadlwytho cyfyngedig - tebygol o fod yn anymarferol ar gyfer system weithredol)
- NERC CEDA/PML (am ddim i'w datblygu - gall fod ar ei hôl hi o archif ESA))
- AWS/Google (am ddim i raddau helaeth gyda chost ar gyfer trosglwyddiadau torfol)
- Planet (ar gost/LIC)

### 6.2 Prosesu

- Bydd prosesu yn galw am adnodd cyfrifiadol aml-graidd megis bwrdd gwaith pwrpasol pwerus, dyraniad HPC/gweinyddwr neu wasanaeth a gynhelir gan y cwmwl (e.e. Google neu AWS).
- Yn ddelfrydol, byddai unrhyw integreiddiad gwe/symudol yn byw yn yr un adnodd, gan awgrymu efallai mai AWS fyddai'r ymgeisydd gorau ar gyfer system weithredol.
- Bydd hyfforddiant CNN yn galw am adnodd aml-GPU, os yw'n profi'n ddull hyfyw.

### 6.3 Storio

Mae storfa barhaol i'r delweddau eu hun yn ddiangen, o ystyried pa mor gyflym y gellir eu hadalw o'r ffynonellau uchod, pe byddai angen dilysu'r canlyniadau. Dylai'r baich storio gael ei gyfyngu i'r cynhyrchion mapio allbwn sy'n deillio o'r delweddau, a fyddai o fformat arddangos rastr band-sengl, fector neu gydnaws â'r we.

## 7 Cyfeiriadau

Alshammari, L., Boyd, D.S., Sowter, A., Marshall, C., Andersen, R., Gilbert, P., Marsh, S. and Large, D.J., 2020. Use of surface motion characteristics determined by InSAR to assess peatland condition. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 125(1), p.e2018JG004953.

Chen, D., D. A. Stow & P. Gong. 2004. Examining the effect of spatial resolution and texture window size on classification accuracy: an urban environment case. *International Journal of Remote Sensing* 25, 2177–2192

Cigna, F., Sowter, A., Jordan, C.J. and Rawlins, B.G., 2014, October. Intermittent Small Baseline Subset (ISBAS) monitoring of land covers unfavourable for conventional C-band InSAR: proof-of-concept for peatland environments in North Wales, UK. In *SAR Image Analysis, Modeling, and Techniques XIV* (Vol. 9243, p. 924305). International Society for Optics and Photonics.

Cooper, D.M, P. Naden, G. Old and C. Laizé 2006. Development of sediment targets for short-term management of sediment inputs into aquatic systems. Final report, English Nature contract EIT36-05-020. CEH, Wallingford, UK

de Jong, R., de Bruin, S., Schaepman, M. & Dent, D., 2011. Quantitative mapping of global land degradation using Earth observations. *International Journal of Remote Sensing*, 32(21), 6823-6853.

Gabriel, A.K., Goldstein, R.M. and Zebker, H.A., 1989. Mapping small elevation changes over large areas: Differential radar interferometry. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 94(B7), pp.9183-9191.

North, M., Farewell, T., Hallett, S. and Bertelle, A., 2017. Monitoring the response of roads and railways to seasonal soil movement with Persistent Scatterers Interferometry over six UK sites. *Remote sensing*, 9(9), p.922.

Matthews, R.A., Chadwick, D.R., Retter, A.L., Blackwell, M.S.A. and Yamulki, S., 2010. Nitrous oxide emissions from small-scale farmland features of UK livestock farming systems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 136(3-4), pp.192-198.

Robinson, D.A., Edwards, F., Barrett, G., Bradley, D., Carter, H., Cigna, F., Creer, S., Emmett, B.A., Evans, C., Grebby, S., Greene, S., Hughes, S., Jones, D., Keith, A., Kelly, M., Lallias, D., Lebron, I., McDonald, J., Pereira, MG. and Rawlins, B. 2014. Chapter 8 Soil natural capital and water flow and quality. In 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

Rudolf, C.C., Hartnup, R., Lea, J.W., Thompson, T.R.E. and Wright, P.S., 1984. Soils and their use in Wales. *Soils and their use in Wales.*, (Bulletin 11, Soil Survey of England and Wales).

Townshend, J. and Justice, C., 1981. Information extraction from remotely sensed data. A user view. *Remote Sensing*, 2(4), pp.313-329.

Tye, A.M. & Robinson, D.A., 2020. Environment and Rural Affairs Monitoring & Modelling Programme (ERAMMP). ERAMMP Report-45: Soil Degradation: Erosion & Compaction Phase-1. Report to Welsh Government (Contract C210/2016/2017)(UK Centre for Ecology & Hydrology Projects 06297 & 06810).

Swyddfa'r Rhaglen ERAMMP  
UKCEH Bangor  
Canolfan Amgylchedd Cymru  
Ffordd Deiniol  
Bangor, Gwynedd  
LL57 2UW  
+ 44 (0)1248 374500  
erammp@ceh.ac.uk

[www.erammp.cymru](http://www.erammp.cymru)

[www.erammp.wales](http://www.erammp.wales)