

Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)

ERAMMP Adroddiad-56: Addasrwydd Data Lloeren a LiDAR ar gyfer Mapio Gwrychoedd

Rowland, C.S., Scholefield, P., O'Neil, A.W. & Marston, C.
Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU

Cyfeirnod Cleient: Llywodraeth Cymru / Contract C210/2016/2017
Fersiwn 1.0
Dyddiad: 12-Tachwedd-2021



Hanes Fersiwn

Fersiwn	Diweddarwyd Gan	Dyddiad	Newidiadau
1.0	Tîm yr Awduron	02/02/2022	Cyhoeddi

Mae'r adroddiad hwn ar gael yn electronig yma / This report is available electronically at: www.erammp.wales/56

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



Mae'r ddogfen hon hefyd ar gael yn Saesneg/ This document is also available in English.

Cyfes	Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)
Teitl	ERAMMP Adroddiad-56: Addaswydd Data Lloeren a LiDAR ar gyfer Mapio Gwrychoedd
Cleient	Llywodraeth Cymru
Cyfeirnod Cleient	C210/2016/2017
Cyfrinachedd, hawlfraint, ac atgynhyrchu	© Hawlfraint y Goron 2022 Mae'r adroddiad hwn wedi ei drwyddedu o dan y Drwydded Llywodraeth Agored 3.0.
Manylion cyswllt UKCEH	Bronwen Williams Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU (UKCEH) Canolfan yr Amgylchedd Cymru, Ffordd Deiniol, Bangor , Gwynedd, LL57 2UW 01248 374500 erammp@ceh.ac.uk
Awdur gohebol	Clare Rowland, UKCEH clro@ceh.ac.uk
Awduron	Rowland, C.S., Scholefield, P., O'Neil, A.W. & Marston, C. Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU
Awduron ac adolygwyr cyfrannol	Bridget Emmett & Bronwen Williams Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU
Sut i ddyfynnu (hir)	Rowland, C.S., Scholefield, P., O'Neil, A.W. & Marston, C. (2022). <i>Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)</i> . Adroddiad ERAMMP-56: Addaswydd Data Lloeren a LiDAR ar gyfer Mapio Gwrychoedd. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017) (Prosiect Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU 06297 & 06810)
Sut i ddyfynnu (byr)	Rowland, C.S. et al. (2022). Adroddiad ERAMMP-56: Addaswydd Data Lloeren a LiDAR ar gyfer Mapio Gwrychoedd. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017)(UKCEH 06297/08610)
Cymeradwywyd gan	

Byrfoddau a Ddefnyddir yn yr Adroddiad hwn

CHM	Model Uchder Canopi
CS	Arolwg Cefn Gwlad
DCM	Model Canopi Digidol
DEM	Model Gweddlyn Digidol
DTM	Model Tir Digidol
DSM	Model Arwyneb Digidol
EO	Arsylwi'r Ddaear
ERAMMP	Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig
GAEC	Amodau Amaethyddol ac Amgylcheddol Da
GCPs	Pwyntiau Rheoli Tir
GIS	System Gwybodaeth Ddaearyddol
GMEP	Rhaglen Monitro a Gwerthuso Glastir
GSD	Pellter Samplu Tir
LiDAR	Canfod Golau ac Amrywio
NDVI	Mynegai Llystyfiant Gwahaniaeth Normaleiddiedig Gwyrdd
CNC	Cyfoeth Naturiol Cymru
OS	Arolwg Ordnans
UKCEH	Canolfan Ecoleg a Hydroleg y DU
LIC	Llywodraeth Cymru
WLF	Nodweddion Llinol Prennaidd

CYNNWYS

1	CRYNODEB	2
2	CYFLWYNIAD A PHWRPAS Y GWAITH	3
3	SETIAU DATA AC ARDALOEDD PROFI	4
3.1	Data Golygfa Planet Skysat	4
3.2	Arolygiad o ddata Planet Skysat	7
3.2.1	Cywirdeb Gofodol	7
3.2.2	Mwgwd cymylau	7
3.2.3	Amrywioldeb Tymhorol yn Arwahanrwydd Gwrychoedd	8
3.2.4	Amrywioldeb Maint Picseli	9
3.3	Data LiDAR	9
3.4	Ffotograffiaeth o'r Awyr	10
3.5	Data Gwrychoedd GMEP	10
3.6	Amseriad set ddata	10
4	DULLIAU	11
4.1	Digideiddio â Llaw	11
4.2	Dull Awtomataidd	11
4.2.1	Dull Awtomataidd 1: Data ffiniau cae LiDAR + OS	11
4.2.2	Dull Awtomataidd 2: LiDAR + Data lloeren, yna dosbarthu	12
4.2.3	Dull Awtomataidd 3: LiDAR + Data lloeren, yna mygydu	13
4.3	Dilysu	14
5	CANLYNIADAU	15
6	GWAITH ATEGOL	17
6.1	Manteision ac Anfanteision Data Planet Skysat	18
6.2	Dulliau Posibl ar gyfer Mapio Gwrychoedd	19
6.2.1	Dull 1: Data Lidar a set ddata ffiniau	19
6.2.2	Dull 2: Data LiDAR, set ddata ffiniau ac ymyrraeth â llaw	19
7	CASGLIADAU	21
8	CYFEIRIADAU	22

1 CRYNODEB

Mae Llywodraeth Cymru (LIC) yn defnyddio data ar wrychoedd a ffiniau caeau at amrywiaeth o ddibenion gan gynnwys cyflawni cynlluniau, monitro amgylcheddol a chydymffurfedd rheoleiddiol.

Ar hyn o bryd mae data am wrychoedd yn cael eu casglu'n bennaf trwy gyfuniad o ffotograffau o'r awyr ac ymweliadau maes. Efallai y bydd yn bosibl arbed costau sylweddol, os bydd gwneud y defnydd gorau o ddata lloeren yn golygu y gellir lleihau nifer yr ymweliadau maes.

Fe wnaeth y prosiect hwn archwilio'r potensial ar gyfer data lloeren eglurdeb uchel i ddarparu data gofodol cywir ar leoliad a hyd gwrychoedd.

Profwyd nifer o dulliau o fapio gwrychoedd, gan gynnwys digidoleiddio gwrychoedd â llaw a dulliau mwy awtomataidd gan ddefnyddio data Skysat Imagery Products gan Planet Labs Inc.¹ a LiDAR.

Canfyddiadau allweddol y prosiect oedd:

- A. Roedd ffotograffau o'r awyr yn ffynhonnell well o ddata ar gyfer digidoleiddio gwrychoedd â llaw na'r data Planet Skysat a oedd ar gael ar gyfer y prosiect hwn. Mae hyn oherwydd bod gan y ffotograffau o'r awyr eglurder gofodol uwch (25cm o gymharu â ~50cm) a chasglwyd y data Planet Skysat a ddefnyddiwyd yn y prosiect hwn yn y gaeaf a chafodd ei effeithio'n wael gan gysgodion. Sylwch, at ddibenion y prosiect hwn, dim ond data Planet Skysat a gasglwyd yn y gaeaf oedd ar gael, fodd bynnag, mae'n debygol iawn y byddai data Planet Skysat amseroedd lluosog yn gwella canlyniadau ymhellach.
- B. Ar gyfer dau o'r tri safle, roedd cywirdeb gofodol data Planet Skysat yn rhy isel i fapio gwrychoedd, heb dreulio ymdrech ychwanegol i geo-gywiro delweddau â llaw.
- C. Mae dulliau awtomataidd sy'n defnyddio LiDAR yn dangos addewid, ond mae problemau ynghylch cynhyrchu set ddata fector 'glân' derfynol sydd angen gwaith ychwanegol. Gellid defnyddio dulliau seiliedig ar LiDAR mewn nifer o ffyrdd gan ddibynnu ar ofynion.
- D. Gellid defnyddio dulliau awtomataidd sy'n defnyddio LiDAR a ffotograffau o'r awyr mewn nifer o ffyrdd gan ddibynnu ai'r nod yw mesur rhai priodoleddau cyflwr gwrychoedd, neu leoliad a hyd gwrychoedd.
- E. Mae'n bosibl y bydd dulliau sy'n defnyddio modd canfod gwrychoedd newydd yn awtomataidd gan ddefnyddio data LiDAR, wedi'i ddilyn gan wirio â llaw yn ôl ffotograffau o'r awyr, yn gallu dal ymagweddau gorau'r gwahanol ddulliau.

¹ https://assets.planet.com/docs/Planet_Combined_Imagery_Product_Specs_letter_screen.pdf tud.36+

2 CYFLWYNIAD A PHWRPAS Y GWAITH

Cyfle: Mae Llywodraeth Cymru (LIC) ar hyn o bryd yn caffael data ar wrychoedd a ffiniau caeau at ddibenion sy'n cynnwys cyflawni cynlluniau, monitro amgylcheddol a sicrhau cydymffurfedd rheoleiddiol e.e. gwrychoedd GAEC7² ac EFA³.

Mae'r dulliau presennol yn cynnwys ymweliadau maes, felly mae'n bosibl y bydd modd arbed costau sylweddol drwy wneud y defnydd gorau o ddata lloeren, gan alluogi lleihau nifer yr ymweliadau maes.

Nod y prosiect hwn yw asesu'r potensial ar gyfer mapio ffiniau caeau, ac yn benodol gwrychoedd, o ddata lloeren Planet Skysat, trwy ddau brif amcan:

1. A all dehongli'r data lloeren â llaw/awtomatig ddiwallu meini prawf cywirdeb LIC ar gyfer mapio gwrychoedd?
2. A yw data LiDAR (ynghyd â data Planet) yn helpu ynghylch gwahaniaethu?

Cafodd delweddau Planet Skysat (maint picsele <1m) eu caffael ar gyfer tair ardal brofi trwy drwydded Llywodraeth Cymru gyda Planet Lab Inc.

Dewiswyd yr ardaloedd profi ar sail y data a oedd ar gael, yn benodol:

- i. Roedd data arolwg maes ar gael gyda lleoliad a hyd y gwrychoedd.
- ii. Roedd y safleoedd yn rhan o dasgau Planet Skysat Llywodraeth Cymru ar gyfer gaeaf 2020/21, felly roedd data Skysat eglurder uchel wedi'u caffael ar eu cyfer.
- iii. Roedd yr ardaloedd profi yn rhydd rhag eira, ac yn gymharol ddi-gwmwl.

Roedd tair ardal brofi, wedi'u dosbarthu ledled Cymru, yn diwallu'r meini prawf hyn ac fe'u caffaelwyd.

Fe wnaeth adolygiad cychwynnol o ddata Planet Skysat nodi rhai materion, yn benodol:

1. Cywirdeb gofodol – roedd cywirdeb gofodol data Skysat ar gyfer dau o'r tri safle yn wael, felly cawsant eu geo-gywiro â llaw er mwyn cywiro'r mater hwn. Mae cywirdeb gofodol gwael y data yn cyfyngu ar ei botensial ar gyfer cadwyni prosesu awtomataidd, yn arbennig gan nad yw cywirdeb gofodol pob delwedd wedi'i restru ym metadata'r delweddau. Mae hyn yn atal delweddau â chywirdeb gofodol gwael rhag cael eu hidlo allan wrth chwilio archifau Skysat. (trafodir hyn ymhellach yn Adrannau 3.1 a 3.2.1).
2. Mygydu cymylau – canfuwyd bod mwgwd y cymylau yn methu rhai ardaloedd o gymylau (trafodir hyn ymhellach yn Adran 3.1 ac Adran 3.2.2).

² <https://llyw.cymru/sites/default/files/publications/2019-08/trawsgydymffurfio-nodweddion-y-dirwedd-gaec-7-2017.pdf>

³ <https://llyw.cymru/ffurflen-cais-sengl-2020-llyfryn-rheolau>

3 SETIAU DATA AC ARDALOEDD PROFI

3.1 Data Golygfa Planet Skysat

Y cam cyntaf oedd nodi delweddau Planet Skysat eglurder uchel (maint picstel <1 m) ar gyfer mapio gwrychoedd.

Adolygwyd data Planet Skysat a oedd eisoes yn cael ei gadw gan Lywodraeth Cymru i benderfynu a oeddent yn addas ar gyfer mapio ffiniau, fodd bynnag, nid oeddent yn cwmpasu ardaloedd amaethyddol. Rhoddodd LIC dasg i Planet gyda nifer o ardaloedd eraill, gyda Planet yn caffael data Skysat ar gyfer yr ardaloedd hynny yn ystod Rhagfyr 2020 a dechrau Ionawr 2021. Yna nodwyd sgwariau Rhaglen Monitro a Gwerthuso Glastir (GMEP) (Emmett et al. 2017) a oedd yn cynnwys gwrychoedd ac a oedd o fewn yr ardaloedd y dasg. Fe wnaeth hyn arwain at dri sgwâr da gyda chwmpas cyflawn bron gan gaeau, a nifer o sgwariau ychwanegol gyda gorchudd rhannol gan gaeau, ond â rhywfaint o'u maint wedi'i orchuddio gan goetir, neu ardaloedd ucheldir agored. Fe wnaeth chwilio cronfa ddata Planet Skysat, gan ddefnyddio ategyn QGIS Planet v22⁴, arwain at ddelweddau da ar gyfer dau o'r safleoedd, gyda chwmpas rhannol yn y cymylau am y trydydd. Y tri sgwâr hyn yw ffocws yr adroddiad hwn.

Tabl 3.1: Dyddiadau delweddau Planet Skysat.

	Dyddiadau delweddau
Safle 1	24/12/2020
Safle 2	25/11/2020
Safle 3	29/01/2021

Cafwyd delweddau golygfa Skysat ar gyfer tri sgwâr GMEP amaethyddol (Ffigur 1). Delweddau wedi'u hortho-cywiro dadansoddol o olygfa Skysat oedd y delweddau Skysat. Cyn dosbarthu i'r defnyddiwr, mae Planet Labs yn cymhwyso cyfres o gamau prosesu awtomataidd sy'n gwella priodweddau geometrig a radiometrig y set ddata. Mae cynnyrch dadansoddol Skysat yn cael ei ddosbarthu fel set ddata 4-band, gyda bandiau Coch, Gwyrdd, Glas ac Agos-Isgoch, gyda chyfernodau i gyfrifo naill ai pelydriad uchaf yr atmosffer neu Adlewyrchiad Brig yr Atmosffer.

Yn absenoldeb band thermol, mae modd mygydu cymylau Skysat Planet yn seiliedig ar wyriad o'r pelydriad disgwylidig ar gyfer yr adeg o'r flwyddyn. Mae'r pelydriad disgwylidig yn seiliedig ar gronfa ddata helaeth sy'n deillio o Landsat. Mae Planet yn nodi: 'Mae'r dull hwn yn gyflym ac yn syml, ond mae ganddo gyfyngiadau: 1. Os gall rhanbarth gael ei orchuddio gan eira ar adeg benodol o'r flwyddyn, mae cymylau yn llawer llai tebygol o gael eu nodi. 2. Mae cymylau tywyllach yn llai tebygol o gael eu nodi. Mae hyn yn cynnwys cymylau tenau a chymylau hunan-gysgodol. 3. Mae ardaloedd disgleiriach, megis arwynebau anialwch, tywod, a gwastadeddau halen, yn llai tebygol o gael eu nodi fel rhai sy'n cynnwys cymylau. 4. Mae adlewyrchiad gloyw ar ganol dydd yr amser lleol yn fwy tebygol o gael ei nodi fel cymylau.'⁵

Mae'r ortho-gywiriad yn golygu bod y delweddau'n cael eu cywiro gyda Model uchder Digidol (DEM) i'w cywiro ar gyfer symudiadau gofodol yn y data oherwydd topograffeg. Fodd bynnag, mae hyn yn cael ei wneud ar hyn o bryd gyda chynhyrchion DEM ar raddfa fyd-eang sy'n fras o gymharu â data Skysat (30-90m ar ôl arwahanu), felly gallai hyn achosi problemau mewn ardaloedd â thopograffeg amrywiol iawn. Mae'n annhebygol o effeithio ar

⁴ <https://doi.org/10.5285/82c63533-529e-47b9-8e78-51b27028cc7f>

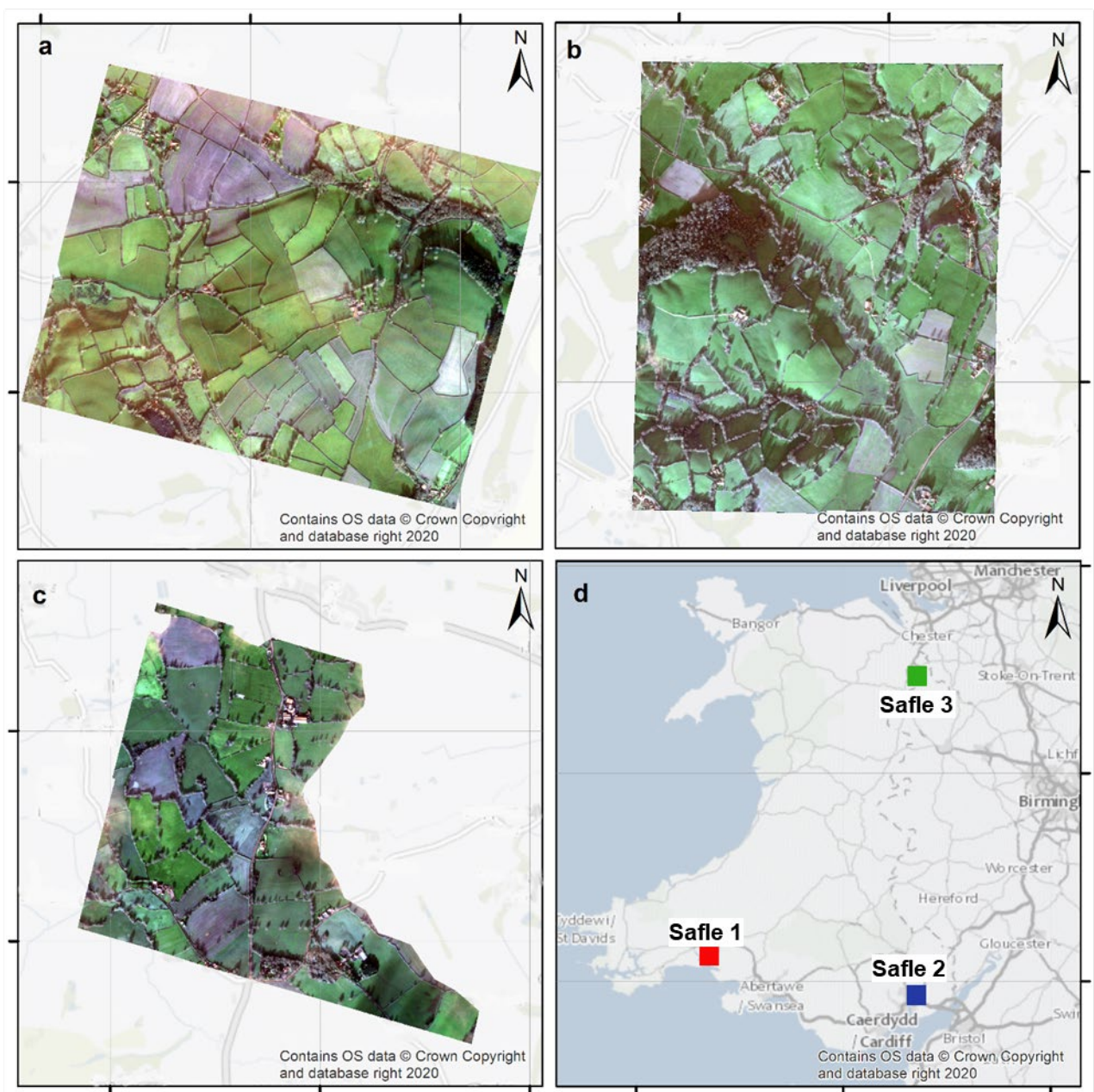
⁵ https://assets.planet.com/docs/Planet_Combined_Imagery_Product_Specs_letter_screen.pdf.tud.57

fapio gwrychoedd/ffiniau ond gall fod yn broblem ar gyfer cymwysiadau eraill gan Lywodraeth Cymru.

Mae delweddau golygfeydd Skysat wedi'u cynllunio i'w defnyddio ar gyfer llofoddd gwaith awtomatig sy'n gofyn am ddata a geoleolir yn gywir. Er mwyn cyflawni hyn, maent yn defnyddio dulliau geo-gywiro awtomataidd sy'n dosbarthu pwyntiau rheoli tir yn awtomatig ar draws y ddelwedd newydd ac ar draws delwedd gyfeirio.

Mae nifer ac ansawdd y GCPs yn effeithio ar ansawdd y geo-gywiro canlyniadol. Mae Planet Labs yn nodi 'Bydd cywirdeb y cynnyrch yn amrywio o ranbarth i ranbarth yn seiliedig ar y GCPs sydd ar gael', ond nid yw'n glir o fetadata delweddau Skysat faint o GCPs sydd ar gyfer pob un o'r delweddau na beth oedd eu cywirdeb.

Gellid gwella defnyddioldeb data Planet Skysat drwy ddefnyddio setiau data gofodol ag eglurdeb uwch, ar gyfer y set ddata cyfeirio tir a'r DEM a ddefnyddir ar gyfer yr ortho-gywiro, er enghraifft, gan ddefnyddio data DEM presennol Llywodraeth Cymru. Yn ogystal, byddai'n fuddiol iawn i Planet adrodd am RMSE y GCPs yn y metadata, fel y gall defnyddwyr hidlo delweddau ag ansicrwydd gofodol uchel.



Ffigur 1: Delweddau Planet ar gyfer a) safle 1; b) safle 2; c) safle 3; a d) lleoliadau safleoedd astudio.

Tabl 3.2: Nodweddion Planet Skysat (Planet Labs Inc., 2018)

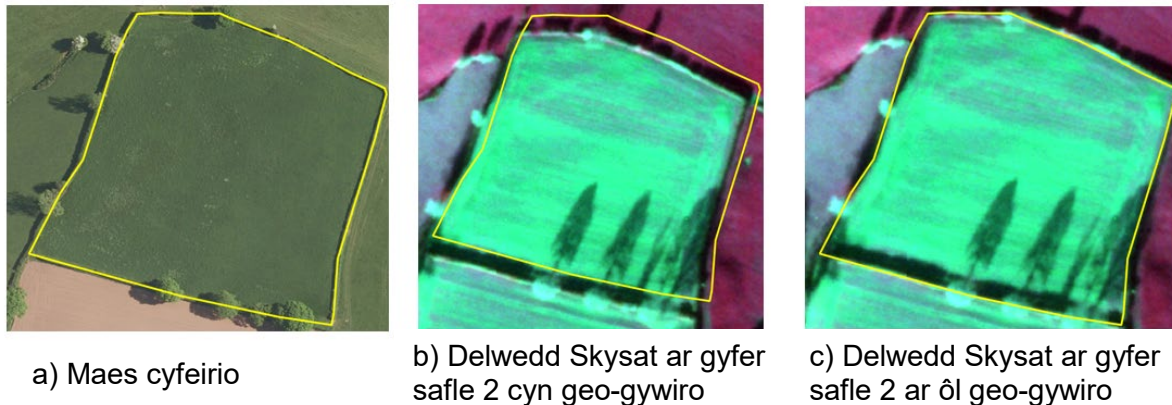
Meini prawf	Planet Skysat
Bandiau (tonfedd)	5 (450–900 nm)
Delweddau yn ystod y nos	Na
TIR/SWIR	Na
Pellter Samplu Tir	0.65-0.86 m Panchromatig 0.81-1.00 m Amlsbectrol
Maint Picsele (wedi'i orthogywiro)	0.5 m
Cadens	Nadir: 28 diwrnod fesul llong ofod; is-wythnosol y cytser. Oddi ar Nadir: is-wythnosol y llong ofod; mewn-ddyddiol y cytser.
Cywirdeb gofodol	RMSE < 10 m

Cyn defnyddio data Skysat ar gyfer mapio ffiniau, defnyddiwyd cyfres o gamau rhag-brosesu:

1. Ar gyfer pob sgwâr GMEP roedd angen dau gasgliad Skysat o ddelweddau i ddarparu cwmpas cyflawn, felly'r cam cyntaf oedd uno'r delweddau a darparu cwmpas cyflawn o'r sgwâr GMEP.
2. Roedd safle 3 wedi'i orchuddio'n rhannol gan gymylau, felly defnyddiwyd y mwgwd cymylau a ddarparwyd gan Planet Labs.
3. Cafodd delweddau eu hail-daflunio i gyfesurynnau Grid Cenedlaethol Prydain.
4. Aseswyd cywirdeb gofodol yn ôl mapiau sylfaen ffotograffiaeth o'r awyr a haenau data agored yr OS.
5. Defnyddiwyd geogyfeirio â llaw. Nododd y canlyniadau fod cywirdeb gofodol safleoedd 2 a 3 yn wael o gymharu â setiau data gofodol eraill. Roedd hyn yn golygu bod ffiniau wedi'u camosod. I gywiro hyn, defnyddiwyd geogyfeirio â llaw. Mae geogyfeirio yn galw am nodi'r un pwynt ar ddelwedd gyfeirio ac ar y ddelwedd i'w chywiro. Pan nodir digon o bwyntiau cyffredin, gellir cymhwyso cywiriad geometrig i geogyfeirio'r ddelwedd i'w chywiro, fel ei bod yn y lleoliad cywir. Mae'r broses yn cymryd llawer o amser ac yn gyfyngiad difrifol ar ddulliau prosesu awtomataidd. Cafodd safleoedd 2 a 3 eu geogyfeirio yn QGIS, gan ddefnyddio mapiau sylfaen o'r awyr a haenau agored OS fel setiau data cyfeirio. Ar gyfer safle 2, roedd 21 o bwyntiau rheoli tir â llaw ac ar gyfer safle 3, defnyddiwyd 27 o bwyntiau rheoli tir â llaw.

Mae Ffigur 2 yn dangos maint y gwall yn y delweddau Skysat ar gyfer safle 2.

Yn Ffigur 2b) mae'r llinell felen o amgylch ymyl y cae yn cael ei gamosod gan 12 m, cyn y geo-gyfeirio, ar ôl geo-gyfeirio mae wedi'i alinio â phen uchaf y cae (Ffigur 2c).



Ffigur 2: Maint y gwall gofodol yn nata Skysat ar gyfer safle 2, gydag a) yn dangos amlinelliad maes ym map sylfaen Google Maps, b) yn dangos data Skysat cyn ei gywiro ac c) delwedd Skysat ar ôl geo-gywiro.

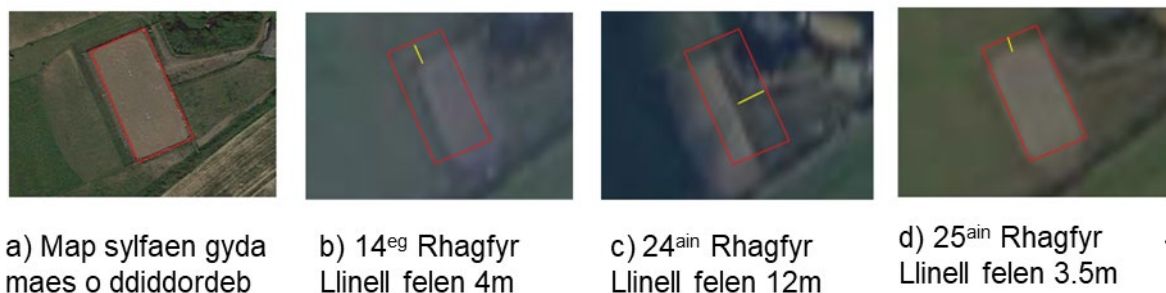
3.2 Arolygiad o ddata Planet Skysat

3.2.1 Cywirdeb Gofodol

Nodwyd cywirdeb lleoliadol data Skysat fel mater yn Adran 3.1, yn arbennig ar gyfer safleoedd dau a thri. Cynhaliwyd asesiad syml i weld sut roedd y mater yn amrywio ar draws cyfres o ddelweddau. Gan ddefnyddio map sylfaen ffotograffiaeth o'r awyr gan Google Maps, cafodd maes ei ddiriedd (llinell goch yn Ffigur 3a) a'i droshaenu â thair delwedd Skysat (Ffigur 3b-d), sy'n dangos bod y maes a arsylwyd yn symud o gwmpas mewn amrywiaeth o gyfeiriadau a meintiau gwallau gofodol.

Mae'r llinell felen yn Ffigur 3 yn dangos y gwahaniaeth gofodol rhwng ymyl y cae a'i wir leoliad, mae'r gwahaniaethau'n amrywio o 3.5 m a 4 m ar gyfer Ffigur 3b a c i 12 m ar gyfer Ffigur 3c. Mae'r gwallau gofodol hyn o fewn y cywirdebau gofodol cyfartalog a ddyfynnwyd gan Planet Labs (Tabl 3.2).

Fodd bynnag, yn hollbwysig, nid yw data cywirdeb gofodol delwedd benodol yn rhan o briodweddau metadata Skysat, felly nid yw'n ymddangos yn bosibl ar hyn o bryd hidlo allan delweddau â chywirdeb gofodol gwael yn awtomatig.

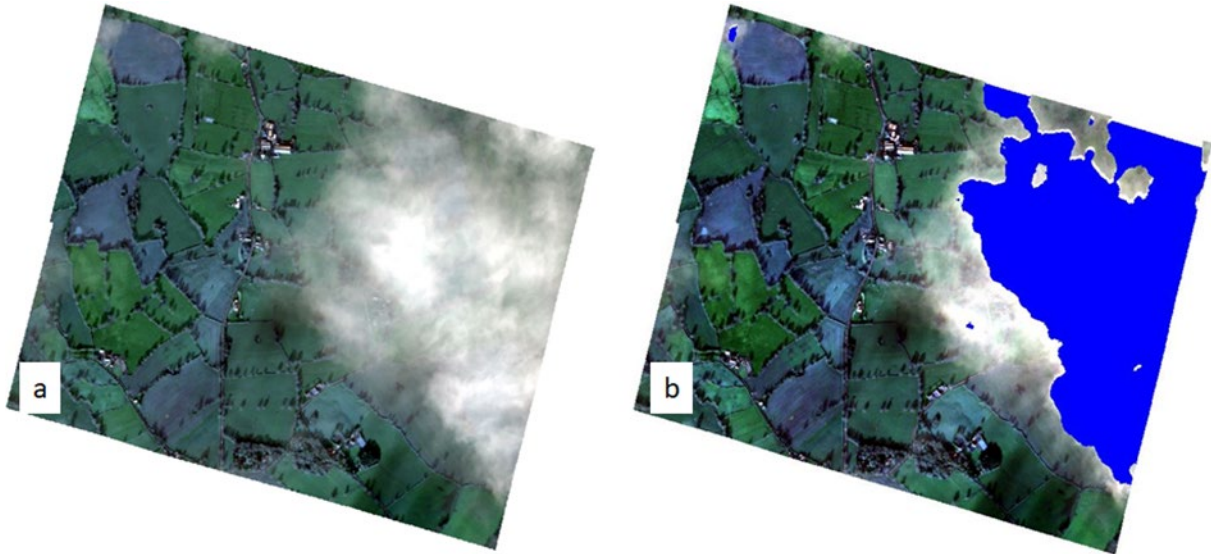


Ffigur 3: Amrywioldeb cywirdeb gofodol dros amser.

3.2.2 Mwgwd cymylau

Pan ganfyddir cymylau yn y delweddau Skysat, cynhyrchir mwgwd ymylau wedi'i greu'n awtomatig. Roedd gan Safle 3 gymylau sylweddol.

Mae Ffigur 4 yn dangos rhan o'r ddelwedd cyn ac ar ôl mygydu cymylau ac mae'n amlygu, er bod llawer o'r cymylau wedi'u nodi'n gywir, bod rhywfaint o gymylau yn aros. Mae Ffigur 4 yn dangos y ddelwedd orau, o fewn y cyfnod pennu tasgau ar gyfer y wefan hon, ac yn amlygu mater cwmwl ar gyfer data lloeren optegol ar gyfer Cymru (Robinson et al. 2021).



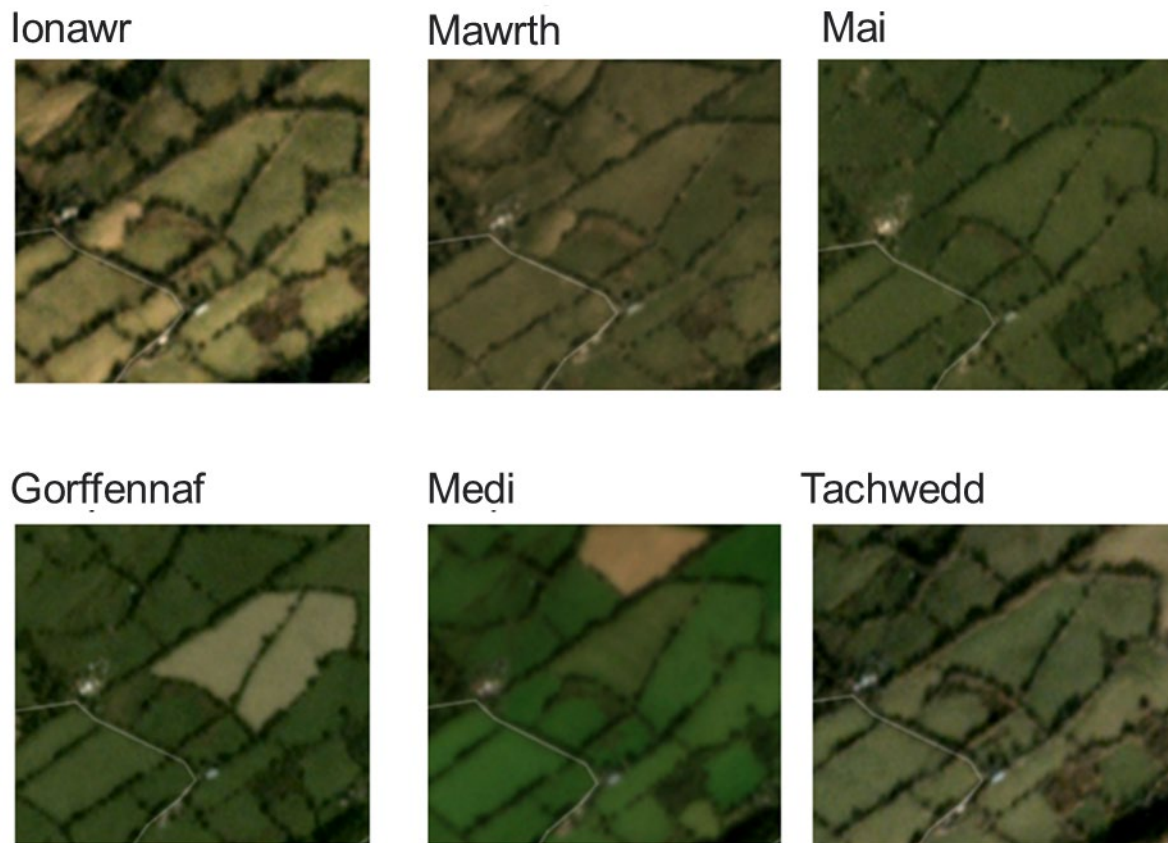
Ffigur 4: Presenoldeb cymylau ar draws safle 3: a) Cymylau ar draws safle 3; b) Cwmpas mwgwd cymylau Skysat ar draws safle 3.

3.2.3 Amrywioldeb Tymhorol yn Arwahanrwydd Gwrychoedd

Delweddau o'r gaeaf oedd y delweddau Skysat a oedd ar gael i'r prosiect hwn, felly bydd y rhan fwyaf o'r gwrychoedd heb ddail, ac fel y dengys Ffigurau 1b a 2b mae'r delweddau gaeafol yn dangos cysgod sylweddol.

Adolygwyd data Planetscope trwy gydol y flwyddyn i weld pryd oedd y gwrychoedd yn fwyaf amlwg (Ffigur 5). Mae gan Planetscope ar 3m eglurdeb gofodol is na'r data Skysat is-fesurydd, ond yn gyffredinol fe'i cesglir yn amlach, felly mae'n darparu ffynhonnell well ar gyfer pennu amrywioldeb tymhorol. Yn weledol, mae arwahanrwydd y gwrychoedd yn amrywio drwy'r flwyddyn, sy'n awgrymu os mai'r nod yw adnabod y gwrychoedd yn gyfan gwbl o ddata Skysat yna byddai angen i'r delweddau dargedu adegau priodol o'r flwyddyn.

Byddai angen dadansoddiad ychwanegol i benderfynu ar yr amser gorau o'r flwyddyn.



Ffigur 5: Amrywioldeb gwrychoedd yn ystod y flwyddyn.

3.2.4 Amrywioldeb Maint Picseli

Mae eglurdeb gofodol data EO yn bwysig ar gyfer pennu maint lleiaf gwrthrych y bydd lloeren yn gallu ei ganfod. Adolygwyd y delweddau ar gyfer un ardal trwy fis Rhagfyr 2020 a chanfuwyd bod y pellter samplu daear a adroddwyd (gsd) yn amrywio ychydig rhwng y gwahanol loerennau Skysat, gyda gwerthoedd yn amrywio o 0.65 m ar gyfer SSC16 i 0.75 m ar gyfer SSC4. Fodd bynnag, pe byddai data Skysat yn cael ei ddefnyddio mewn sefyllfa weithredol byddai'n bwysig cael gwell dealltwriaeth o isafswm maint gwrthrych y gellir ei egluro.

3.3 Data LiDAR

Cafwyd pellter golau ac amrediad (LiDAR) o borth data Lle. Mae'r porth yn darparu ystod o setiau data ar gyfer Cymru, gan gynnwys setiau data LiDAR cyfansawdd. Lawrlwythwyd y data Model Arwyneb Digidol LiDAR (DSM) a Model Tir Digidol (DTM) eglurdeb uchaf sydd ar gael ar gyfer pob ardal astudiaeth.

Mae'r DSM yn dangos uchder yr arwyneb cyntaf y mae'r signal LiDAR yn rhyngweithio ag ef, tra bod y DTM yn darparu uchder y tir gwaelodol.

Ar gyfer gwrych, bydd y DSM fel arfer yn cofnodi brig, neu'n agos at frig, y gwrych, tra bydd y DTM yn cofnodi uchder y ddaear. O ganlyniad, bydd y gwahaniaeth rhwng y ddau yn rhoi amcangyfrif o uchder y gwrych (hafaliad 1).

Gelwir y gwahaniaeth hwn rhwng y DSM a'r DTM yn Fodel Canopi Digidol (DCM):

$$DCM = DSM - DTM$$

Mae'n bwysig nodi bod cywirdeb y DCM yn dibynnu ar sawl ffactor, gan gynnwys lled a dwysedd y gwrych, ac eglurdeb gofodol y system LiDAR. Yn gyffredinol, po ddwysach yw

nifer y pwyntiau a gofnodir gan system LiDAR, y mwyaf tebygol yw'r LiDAR o gofnodi pwynt ger brig y gwrych a chynhyrchu amcangyfrif cywir o uchder y gwrych.

Fodd bynnag, ar gyfer mapio ffiniau y ffactor pwysig yw y dylai'r gwrych gofrestru fel nodwedd uwch yn y dirwedd ac nid yw cywirdeb uchder y gwrych yn hollbwysig.

Ar gyfer safleoedd 1 a 3, roedd data LiDAR 1m ar gael, er ar gyfer safle 3 roedd canran y cwmpas yn ôl data LiDAR yn gyfyngedig (Tabl 3.3), a lleihawyd arwynebedd data cyfunol LiDAR a Skysat ymhellach gan y cymylau. Safle 1 felly oedd y safle gyda'r potensial mwyaf.

Tabl 3.3: Crynodeb o setiau data LiDAR.

	Dyddiad delweddau	Eglurdeb	Cwmpas LiDAR
Safle 1	Ebrill 2009	1m	Cwmpas cyflawn
Safle 2	Ionawr 2006	2m	Cwmpas cyflawn
Safle 3	Chwefror 2013	1m	Mae gan ~60% o'r sgwâr gwmpas LiDAR. Mae cwmpas yn lleihau ymhellach unwaith y bydd cymylau Skysat yn cael eu hystyried.

3.4 Ffotograffiaeth o'r Awyr

25 cm Cytundeb Traws-Lywodraeth (PGA2a) Defnyddiwyd ffotograffau o'r awyr gan Nextperspectives o 2009 i gymharu â'r data lloeren, gan iddo gael ei gaffael ar amser tebyg i ddata LiDAR.

3.5 Data Gwrychoedd GMEP

Fe wnaeth arolwg maes GMEP (2013-2016) gasglu amrywiaeth o ddata amgylcheddol o bob rhan o Gymru, gan gynnwys Nodweddion Llinol Prennaidd (WLF) fel gwrychoedd. Casglwyd gwybodaeth am leoliad a chyflwr gwrychoedd ar gyfer 300 o sgwariau 1 km² ledled Cymru gan dîm o syrfeyr maes (Maskell et al. 2020).

Ar gyfer nodweddion llinol cesglir ystod o rinweddau, gan gynnwys lleoliad y gwrych a nodweddion, megis dosbarth uchder, lled, categori DBH, arwyddion o reolaeth hanesyddol a thystiolaeth o reolaeth.

3.6 Amseriad set ddata

Mae'n bwysig nodi bod gwahaniaeth mawr yn amseriad y setiau data, o ran blwyddyn eu caffael a'r tymor caffael. Roedd data Skysat a data LiDAR ill dau heb ddail, tra bod y ffotograffau o'r awyr ac arolwg maes GMEP gyda dail. Casglwyd data LiDAR a'r ffotograffau o'r awyr ar gyfer Safle 1 yn 2009 (roedd LiDAR safle 2 yn gynharach, ond ni chafodd ei ddefnyddio), roedd data GMEP yn ymdrin â dyddiadau amrywiol rhwng 2013 a 2016, ac roedd data Skysat ar gyfer gaeaf 2020/21. Er gwaethaf yr amrywioldeb eang hwn yn amseriad y setiau data, roedd y gwrychoedd yn ymddangos yn gymharol sefydlog dros amser ar y tri safle. Yn ddelfrydol, byddai'r data i gyd yn cael eu casglu tua'r un amser, ond yn yr achos hwn, ar gyfer y safleoedd hyn, mae'n ymddangos mai bychan iawn fu'r effaith.

4 DULLIAU

4.1 Digideiddio â Llaw

Nod y digideiddio â llaw oedd meintoli'r gwahaniaeth rhwng cywirdeb a sicrwydd y gellir digideiddio gwrychoedd o ddata lloeren o'u cymharu â ffotograffiaeth o'r awyr. Cynhaliwyd y digideiddio â llaw trwy agor y delweddau priodol mewn pecyn GIS a thynnu polylinau ar hyd nodweddion a oedd yn ymddangos yn wrychoedd. Cynhaliwyd yr un broses ar gyfer delweddau Skysat a ffotograffiaeth o'r awyr, gyda'r canlyniadau wedyn yn cael eu cymharu â data gwrychoedd GMEP.

4.2 Dull Awtomataidd

Profwyd tri dull awtomataidd.

Dull 1: LiDAR + data ffiniau cae LiDAR.

Dull 2: LiDAR + data lloeren, yna dosbarthu.

Dull 3: LiDAR + data lloeren, yna mygydu gyda data OS a'i drawsnewid i fector.

Mae Dull 1 yn cael ei awtomeiddio'n rhwydd, ond dim ond ffiniau sydd wedi'u mapio yn y data OS y mae'n eu canfod, tra bod dulliau 2 a 3 o bosibl yn gallu mapio nodweddion nad ydynt wedi'u cynnwys yn OS MasterMap. Fodd bynnag, mae'n dechnegol gymhleth dyfeisio cadwyn brosesu sy'n trosi'r data rhastr yn ffiniau gwrychoedd synhwyrol yn gywir.

Ar gyfer dull 3, mae dull gweithredu wedi'i brofi i alluogi cynhyrchu map clawdd fector, ond byddai angen ei ddatblygu ymhellach pe bai'r bwriad yn ei roi ar waith a chaiff hyn ei drafod ymhellach yn Adran 6.2.

4.2.1 Dull Awtomataidd 1: Data ffiniau cae LiDAR + OS

1. Mae LiDAR (DSM-DTM) yn cael ei brosesu yn R – i gynhyrchu coronau coed wedi'u hamlinellu a lleoliadau pen coed, uwchlaw 1 m.
2. Hidlwyd y lleoliadau pen coed gan bellter clustogi o 2.5 m i nodweddion ffin OS MasterMap (Cod Nodwedd: 10046).
3. Yna defnyddiwyd brigau'r coed wedi'u hidlo i nodi copaon y coed wedi'u hamlinellu, ac yna defnyddiwyd copaon y coed hyn i glipio nodweddion ffin OS MasterMap i ddarparu nodweddion ffin sydd ag uchder uwchlaw 1 m ac sy'n gysylltiedig â maint canopi coed.

Mae'r dull hwn yn cynhyrchu cyfres o setiau data fector: Polylinell o wrychoedd wedi'u halinio â Mastermap, Copaon coed wedi'u hamlinellu (Ffigur 6), Copaon coed a nodwyd fel ffeil gyfeirio.

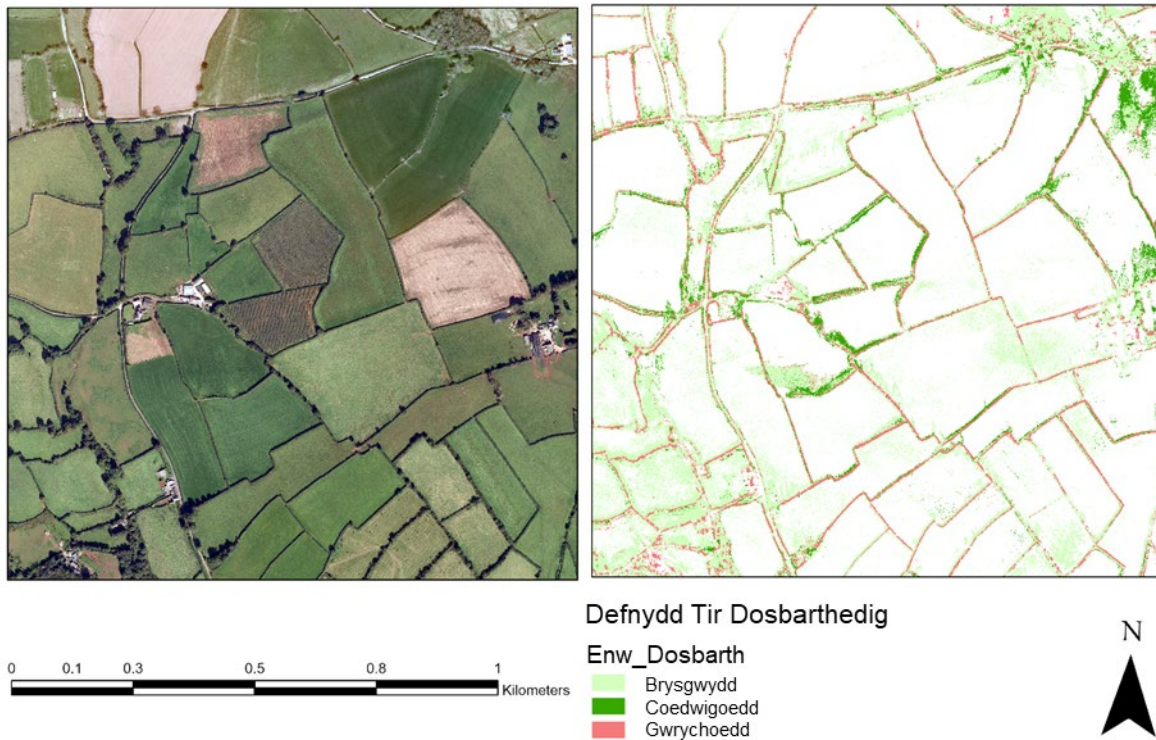


Ffigur 6: Cymharu copaon wedi'u hamlinellu o LIDAR â Ffotograff o'r Awyr ar gyfer sgwâr yr arolwg gan ddefnyddio Dull 1.

4.2.2 Dull Awtomataidd 2: LiDAR + Data lloeren, yna dosbarthu

1. Creu rhastr cyfansawdd 7 band o ddelweddau Skysat, NDVI, DCM, a haen canopi coed wedi'i rastru (gyda gwerthoedd uchder)
2. Creu ardaloedd hyfforddi yn seiliedig ar ddehongliad o'r awyr ar gyfer: Prysgwydd, Trefol (datblygedig), Coedwig hesb (pridd noeth), Gwrycoeddh, Wedi'i blannu/wedi'i drin
3. Dosbarthu gan ddefnyddio Random Forest

Mae'r dull hwn yn cynhyrchu dosbarthiad ar sail rhastr (Ffigur 7). Byddai angen prosesu pellach i'w drawsnewid yn gynnyrch factor.



Ffigur 7: Cymharu gorchudd prenaidd dosbarthedig o loeren â ffotograff o'r awyr ar gyfer sgwâr yr arolwg gan ddefnyddio Dull 2.

4.2.3 Dull Awtomataidd 3: LiDAR + Data lloeren, yna mygydu gyda data OS a throsi i factor

1. Data Trothwy LiDAR DCM, ar safle 1, defnyddiwyd trothwy 75 cm, felly dim ond picseli gyda gwerth DCM > 75 cm a ystyriwyd fel gwrych posibl. Canfuwyd bod y data LiDAR 2m ar gyfer safle 2 yn rhy fras i weithredu'r dull hwn ymhellach.
2. Tynnu adeiladau a choetiroedd o setiau data haen agored OS, eu trosi'n rhastr a chreu mwgwd.
3. Ychwanegu gwerthoedd Planet NDVI at bicseli gwrychoedd a mygydu coetir/adeiladau allan.
4. Trothwy NDVI i dynnu unrhyw ardaloedd eraill heb lystyfiant.
5. Gweithredu'r swyddogaeth i 'deneuo' y data rhastr, gan leihau gwrych i un lled o bicseli. Mae hyn yn hwyluso trosi'r data rhastr i set ddata llinell factor.
6. Trosi data raster yn polylinell.

Mae'r dull hwn yn cynhyrchu set ddata factor seiliedig ar linell. Fodd bynnag, mae'r factorau a gynhyrchir yn arddangos arteffactau a fyddai angen naill ai datblygiadau pellach i'r dull prosesu, neu ymyrraeth â llaw i'w datrys.

4.3 Dilysu

Dilyswyd y canlyniadau ym mhob un o dri safle'r astudiaeth gan ddefnyddio data arolwg maes GMEP fel y cyfeirnod. Ar gyfer pob safle, crëwyd polygon 'ardal gyffredin', a oedd yn cynnwys yr ardal arolwg GMEP 1 km² i ddechrau, ² ac yna gweithredwyd proses is-osod gan gau allan yn gyntaf ardaloedd lle nad oedd modd cynnal arolygon maes oherwydd cyfyngiadau mynediad.

Nodwyd yr ardaloedd hyn gan ddefnyddio'r dosbarthiadau gorchudd tir a wnaed yn ystod yr arolwg maes GMEP, lle roedd ardaloedd â dosbarth gorchudd tir heb ei neilltuo yn dynodi nad oedd yn bosibl cynnal arolwg. Clustogwyd yr ardaloedd hyn er mwyn peidio â chau allan unrhyw nodweddion llinellol ar ymyl ardaloedd heb eu harolygu (a allai fod wedi cael eu harolygu a'u cofnodi o ardaloedd cyfagos y sgwâr GMEP).

Yna gwnaed ail gam is-osod i gau allan unrhyw ardaloedd lle roedd cwmpas anghyflawn o'r ffotograffiaeth o'r awyr neu setiau data lloeren Skysat. Roedd yr ardal a oedd yn weddill yn cyfateb i'r lleoliadau yr oedd data ar gael ar eu cyfer o arolwg maes GMEP, a digideiddio arolwg o'r awyr a data lloeren Skysat, gan alluogi cymhariaeth gyson.

Yna tociwyd y setiau data polylinell sy'n cyfateb i bob un o'r tair set ddata i gadw dim ond nodweddion sy'n dod o fewn ehangder y polygon ardal gyffredin hon. O'r setiau data hyn sydd wedi'u tocio, tynnwyd nifer llawn y nodweddion, a hyd cyfunol yr holl nodweddion ar gyfer pob set ddata, ar gyfer pob un o dri safle'r astudiaeth.

Yna gellid cymharu'r ffigurau sy'n deillio o'r ffotograffiaeth o'r awyr a dulliau digideiddio lloeren Skysat yn uniongyrchol â'r canlyniadau cyfeirio a gafwyd yn y set ddata GMEP.

5 CANLYNIADAU

Cyfrifwyd nifer y nodweddion llinol a nodwyd ynghyd â chyfanswm eu hyd ar gyfer pob safle (Tabl 5.1). Ar gyfer safle 1, gwnaed hyn ar gyfer y GMEP, dulliau â llaw a dulliau awtomataidd 1 a 3. Dim ond y dulliau â llaw a weithredwyd i safleoedd 2 a 3, oherwydd eglurdeb isel y data LiDAR (safle 2) a'r cwmpas LiDAR cyfyngedig (safle 3).

Nid yw Dull Awtomataidd 2 wedi'i gwmpasu gan y dilysu ffurfiol, gan na chynhyrchodd allbwn addas.

Tabl 5.1. Nifer a chyfanswm hyd y nodweddion llinol a gofnodwyd trwy'r arolwg maes (GMEP), digideiddio delweddau lloeren Skysat, a digideiddio ffotograffiaeth o'r awyr. Dim ond ar gyfer ardaloedd o sgwariau arolwg 1 km GMEP a arolygwyd yn y maes y cyfrifwyd y ffigurau hyn (ac eithrio ardaloedd lle na ellid cynnal arolygon oherwydd cyfyngiadau mynediad), a lle roedd data arolygon lloeren ac o'r awyr hefyd ar gael.

Safle	Dull	Nifer y nodweddion	Cyfanswm hyd (m)
1	GMEP	79	12722.6
	Skysat	45	8446.8
	Ffotograffiaeth o'r awyr	66	11437.5
	Dull Awtomataidd 1	215	9114.5
	Dull Awtomataidd 3	2314	13798.9
2	GMEP	61	9457.9
	Skysat	56	9094.8
	Ffotograffiaeth o'r awyr	86	9915.4
3	GMEP	73	8466.6
	Skysat	38	6343.4
	Ffotograffiaeth o'r awyr	57	6484.5
1 – 3 wedi'u cyfuno	GMEP	213	30647.1
	Skysat	139	23885.0
	Ffotograffiaeth o'r awyr	209	27837.4

Dros y tri safle, cofnododd arolwg maes GMEP y nifer uchaf o nodweddion llinol (213) a hyd cyfunol uchaf y nodweddion hyn (30647 m). Ffotograffiaeth o'r awyr a gofnododd y cyfrif uchaf nesaf ar gyfer nodweddion (209) a chyfanswm hyd (27837 m), gyda data lloeren Skysat yn canfod y nifer isaf (139) a chyfanswm hyd (23885 m).

Dylid nodi, er bod y patrwm hwn yn gyson ar gyfer safleoedd 1 a 3, ar safle 2 roedd ffotograffiaeth o'r awyr wedi cofnodi nifer uwch a chyfanswm hyd uwch o nodweddion llinol nag arolwg maes GMEP, er mai data lloeren Skysat a gofnododd nifer a chyfanswm hyd isaf y nodweddion eto.

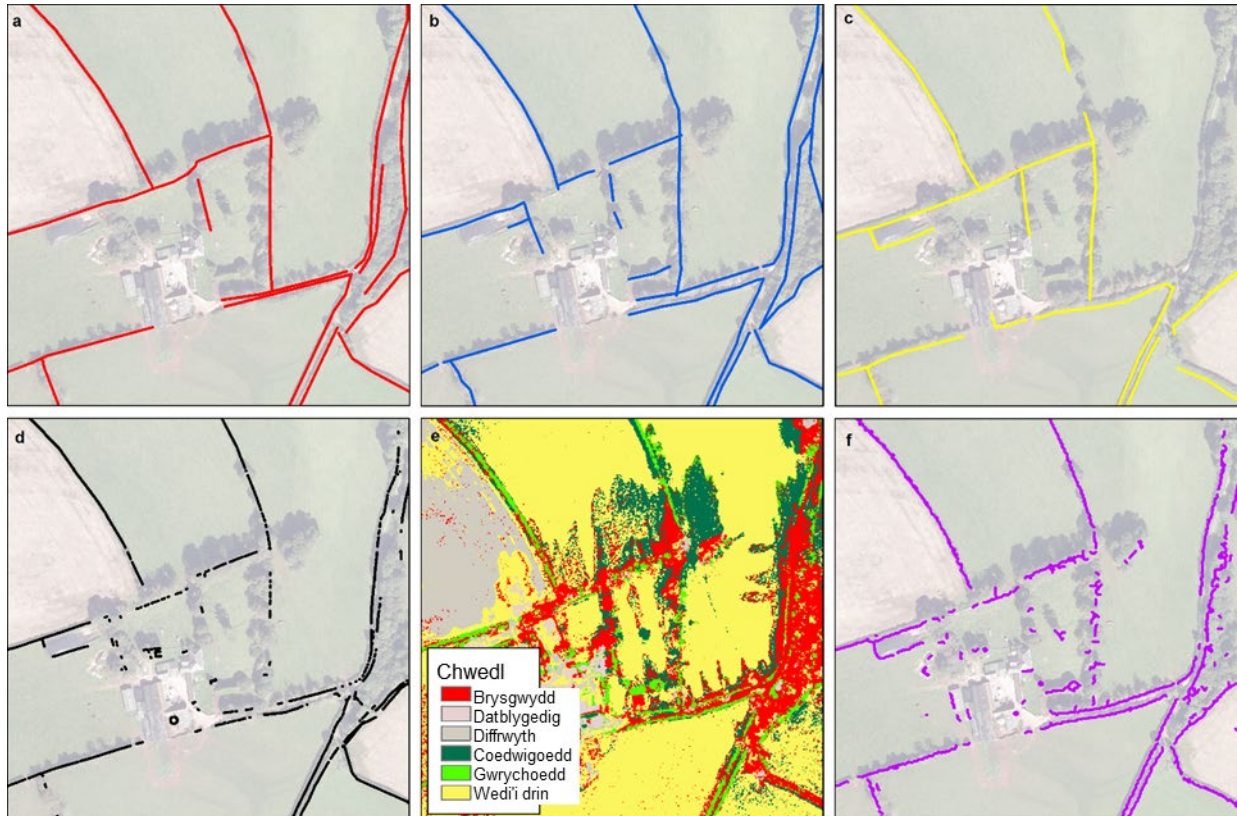
Ar gyfer safle 1, roedd hefyd yn bosibl cymharu'r canlyniadau a gynhyrchwyd gan Ddulliau Awtomataidd 1 a 3. Cynhyrchodd y ddau ddull nifer llawer uwch o nodweddion WLF - 215 a 2314 yn y drefn honno - na'r dulliau â llaw neu GMEP, swyddogaeth nodweddion llinol a oedd yn cael ei chofnodi yn flaenorol fel nodweddion sengl hirach yn cael eu rhannu'n nodweddion llai lluosog. O ganlyniad, roedd cyfanswm hyd yr holl nodweddion ar gyfer dull awtomataidd 1 yn llai na dulliau GMEP a ffotograffiaeth o'r awyr, er ei fod yn uwch na'r hyn a gynhyrchwyd gan ddata Skysat.

Dull Awtomataidd 3, fodd bynnag, a gynhyrchodd y cyfanswm hyd uchaf o'r holl ddulliau. Mae hyn yn debygol o fod yn rhannol yn swyddogaeth y nifer fwy o nodweddion a fapiwyd, ond hefyd bod y nodweddion a gynhyrchwyd gan Ddull Awtomataidd 3 yn cynrychioli'n well

yr amrywioldeb lleol yn llwybr y nodweddion llinol, tra bod y dulliau digidol yn aml yn cael eu cynrychioli gan bolylinell syth sengl.

Cyflwynir cymhariaeth weledol o chwe chynnyrch WLF ar gyfer safle 1 a gasglwyd neu a ddeilliodd o arolwg maes GMEP, digideiddio ffotograffiaeth o'r awyr, digideiddio delweddau lloeren Skysat a Dulliau Awtomataidd 1-3 yn ffigur 8.

Mae hyn yn dangos bod rhywfaint o WLF yn cael eu mapio'n gyson gan bob dull. Fodd bynnag, mae rhai lleoliadau, megis yng nghanol y ffigurau a arddangosir, lle mae anghysondebau o ran maint WLF sy'n cael eu canfod gan y gwahanol ddulliau dadansoddi.



Ffigur 8: Allbynnau nodweddion llinol prenaidd o a) arolwg maes GMEP; b) digideiddio ffotograffiaeth o'r awyr; c) digideiddio delweddau lloeren Skysat; d) Dull Awtomataidd 1; e) Dull Awtomataidd 2; f) Dull Awtomataidd 3.

6 GWAITH ATEGOL

Fe wnaeth Scholefield a Norton (2021) ymchwilio i gymhwysiad posibl setiau data LiDAR ar y cyd â setiau data llinol presennol i fodelu maint WLF ac archwiliwyd sut roedd allbynnau model yn cymharu â data a gasglwyd yn y maes.

Yn hanesyddol, mae WLF wedi'u mapio yn ystod ymgyrchoedd maes yr Arolwg Cefn Gwlad, gyda lleoliadau WLF a mesurau cyflwr wedi'u cofnodi i fonitro newidiadau yn y nodweddion hyn mewn sgwariau arolwg CS ar draws y DU. Gan na fydd ymgyrchoedd arolwg maes CS yn y dyfodol yn cofnodi'r wybodaeth hon mwyach, ymchwiliodd Scholefield a Norton (2021) i weld a ellid defnyddio LiDAR fel ffynhonnell ddata i barhau i fonitro'r nodweddion hyn yn y dyfodol.

Defnyddir y data LiDAR i gynhyrchu Model Tir Digidol (DTM) sy'n disgrifio uchder y ddaear, a Model Arwyneb Digidol (DSM) sy'n disgrifio uchder nodweddion uwchben y ddaear (coed, adeiladau ac ati). Trwy dynnu gwerthoedd uchder DTM o'r uchderau DSM, cynhyrchir model uchder canopi (CHM) sy'n mesur uchder nodweddion y dirwedd sy'n bresennol.

Defnyddiwyd gweithdrefnau hidlo i dynnu nodweddion nad oeddent yn llystyfiant, a throsodd dadansoddiad pellach y set ddata CHM yn gyfres o leoliadau coed (pwyntiau) a meintiau canopi (polygonau). Yna cysylltwyd setiau data ar gyfer lleoliad y coed a maint y canopi â fframwaith llinol a oedd yn bodoli eisoes, gyda data ffiniau maes yr Asiantaeth Taliadau Gwledig (RPA) wedi'u dewis oherwydd eu cywirdeb gofodol uwch â'r cynhyrchion data a gynhyrchir gan LiDAR, o gymharu â naill ai fframwaith gofodol y Map Gorchudd Tir. neu fframweithiau llinol OS MasterMap.

Cynhyrchwyd ystadegau pellach ar gyfer pob nodwedd, gan gynnwys arwynebedd copaon y coed, diamedr y copaon, uchder coed, a'r pellter rhwng coed, gyda phob coeden yn cael ID unigryw a chyfanswm hyd pob nodwedd linellol wedi'i gyfrifo. Wedyn, gellid uno'r data hyn yn ofodol a'u cymharu â data priodoleddau CS 2007 ar gyfer nodweddion llinol.

Dangosodd y canlyniadau, o blith 291 o sgwariau CS Lloegr, fod data LiDAR o oddeutu 137 o sgwariau yn unig o ansawdd digonol (neu'n cynnwys digon o nodweddion llinol prenaidd) i amcangyfrif cyfanswm hyd nodweddion yn seiliedig ar ddata LiDAR yn unig. Diffyg, neu sylw anghyflawn, o ddata LiDAR oedd y prif reswm dros gyfyngiadau ar nifer y sgwariau lle roedd hyn yn bosibl. Lle bynnag yr oedd data LiDAR ar gael, gellid cynnal asesiad da, ac eithrio naw sgwâr lle cafwyd aliniad gwael o nodweddion.

Gwnaed cymariaethau rhwng y data CS2007 a gasglwyd yn y maes a'r set ddata WLF newydd ei chreu a gynhyrchwyd trwy ddefnyddio data ffiniau maes LiDAR ac RPA, gan ddangos lefel dda iawn o gytundeb rhwng cyfanswm maint y nodweddion prenaidd ($r^2 = 0.9$). Canfuwyd lefelau is o gytundeb lle nad oedd dyddiad caffael LiDAR yn cyfateb i ddata'r arolwg (2007).

Fodd bynnag, pwynt pwysig yw nad yw ardaloedd ffiniau caeau nad ydynt yn RPA yn cael eu cwmpasu, felly dylid ystyried ychwanegu rhywfaint at y fframwaith ar gyfer y parthau hynny nad ydynt yn ardaloedd RPA.

Mae gwaith ychwanegol gan Wood et al. (2015) hefyd wedi cynnal asesiad o lefel y data cynefin y gellir eu deillio o ffotograffiaeth o'r awyr, o'i gymharu â'r hyn y gellir eu casglu o arolygon maes.

Fe wnaeth yr asesiad hwn bennu, ar gyfer chwe safle 1 km² y cywirdeb a lefel y manylder y gellid eu deillio, a'r amser a gymerwyd i arolygu'r safleoedd a ddewiswyd i roi syniad o'r costau amser sy'n gysylltiedig â phob dull a phennu i ba raddau y gellir asesu nodweddion pwyntiau a thirwedd linol a Chynefinoedd Blaenoriaeth trwy ddefnyddio dulliau synhwyro o bell.

Cynhaliwyd arolygon maes o nodweddion llinol prenaidd yn unol â'r protocolau a osodwyd yn Maskell et al. (2008), gyda'r holl linellau, pwyntiau ac ardaloedd tirwedd yr ymwelodd y syrffêwr cynefinoedd â hwy ac ystod o rinweddau wedi'u cofnodi. Roedd y rhain yn cynnwys rhywogaethau gwrychoedd, uchderau nodweddion llinol, rhywogaethau trech o fewn ardaloedd, ymylon caeau, rhywogaethau coed a defnydd tir. Cafwyd ffotograffau o'r awyr ar

gyfer sgwariau cyfatebol yr arolwg, er y cafwyd y ffotograffiaeth hon 3-4 blynedd cyn yr arolwg maes.

Unwaith eto, gwnaed mapio nodweddion gan ddefnyddio'r un priodoleddau lle roedd hynny'n bosibl ar sail y ffotograffiaeth o'r awyr. Cofnodwyd yr amser a gymerwyd i fapio'r sgwariau trwy ddefnyddio'r ddau ddull, gan nodi unrhyw anawsterau.

Roedd cymhariaeth o ddau ddull yr arolwg yn dangos bod arolygon maes yn cymryd oddeutu 12 gwaith yn hirach ar gyfartaledd na'r mapi o'r ffotograffiaeth o'r awyr, ac roedd ffotograffiaeth o'r awyr yn cynnig cwmpas 100% o bob safle. Mewn cymhariaeth, roedd canran y safleoedd a arolygwyd yn ystod arolwg maes yn amrywio rhwng 63% a 100% oherwydd cyfyngiadau mynediad a logistaidd.

Fodd bynnag, canfuwyd hefyd bod llawer o nodweddion llinol, a llawer o briodweddau'r nodweddion hyn a fyddai'n cael eu cofnodi yn ystod arolwg maes, yn cael eu methu wrth fapio trwy ddefnyddio'r dull ffotograffiaeth o'r awyr. Cafodd rhai mathau o nodweddion megis mathau o wrychoedd eu cam-nodi, gyda rhai nodweddion fel cloddiau'n cael eu methu'n llwyr.

Yn ogystal, nid oedd unrhyw fesuriadau manwl nac asesiad cyflwr yn bosibl ar gyfer unrhyw nodwedd o'r dirwedd, ac ni nodwyd bron unrhyw rywogaeth ar gyfer unrhyw un o'r mathau o nodweddion.

Daeth yr astudiaeth i'r casgliad y *'byddai tanamcangyfrif sylweddol o lawer o nodweddion yn digwydd o ganlyniad i fapio a wneid o ffotograffau o'r awyr ar lefel genedlaethol a byddai newidiadau yn anodd os nad yn amhosibl i'w hasesu'*, er yr awgrymir hefyd y gallai ffotograffiaeth o'r awyr fod yn ddefnyddiol mewn ardaloedd lle nad yw arolwg maes yn bosibl oherwydd cyfyngiadau mynediad.

6.1 Manteision ac Anfanteision Data Planet Skysat

Y prif fanteision yw:

1. **Y gallu i drefnu a chaffael delweddaeth yn gyflym.** Fodd bynnag, mae hyn yn fwyaf addas ar gyfer digwyddiadau amgylcheddol sy'n galw am gaffael data ac ymyrraeth yn gyflym ac yn amserol, sy'n annhebygol o fod yn wir am wrychoedd.
2. **Y gallu i adeiladu cyfres-amser o ddata.** Mae lawer o fanteision i hyn, gan gynnwys darparu meincnod ar gyfer mesur newidiadau i'r amgylchedd yng Nghymru yn y dyfodol. Hefyd, y gallu i archwilio dulliau sy'n defnyddio delweddau o ddyddiadau lluosog a hefyd y gallu i ddatblygu cronfa ddata gyfeirio, fel rhan o system canfod newid/rhybuddio.
3. **Y gallu i gynhyrchu atebion aml-raddfa.** Mae casglu data Planetscope ar gyfer Cymru yn rheolaidd yn gyfle i gael system fonitro barhaus i Gymru. Mae'n bosibl y gallai system o'r fath gael ei dylunio i sbarduno asesiad â llaw/awtomatig o ddata Skysat pan ganfuwyd lefel benodol o amrywioldeb yn y data Planetscope.

Prif anfanteision casglu data Skysat yw:

1. **Cywirdeb gofodol gwael y delweddau.** Roedd hyn yn galw am brosesu ychwanegol i'w gywiro ac mae'n ychwanegu cost ychwanegol at brosesu'r data. Mae hefyd yn cyfyngu ar y potensial i ddefnyddio Skysat mewn dulliau awtomataidd. Fodd bynnag, efallai y bydd hyn yn cael ei ddatrys os gall Planet weithredu prosesu pwrpasol ar gyfer Cymru, gan ddefnyddio setiau data cyfeirio tir ag eglurdeb uwch.
2. **Cyfyngiadau'r mwgwd cymylau.** Mae'r mwgwd cymylau yn gorchuddio'r rhan fwyaf o'r cymylau ar draws data Skysat, ond mae meysydd sy'n dal heb eu canfod. Mae hyn yn galw am amser prosesu ychwanegol.

6.2 Dulliau Posibl ar gyfer Mapio Gwrychoedd

Yn dibynnu ar ofynion, mae dwy ffordd y gallai data LiDAR gael eu hymgorffori mewn dull gweithredol ar gyfer mapio gwrychoedd. Amlinellir dau ddull posibl isod.

Mae'n bwysig nodi y bydd lefel y manylder y mae LiDAR yn ei ddarparu am wrychoedd yn dibynnu ar nodweddion ac amseriad y set ddata LiDAR (Graham et al. 2019). Un o'r materion allweddol yw gallu gwahanu nodweddion dyrchafedig sy'n wrychoedd, oddi wrth nodweddion dyrchafedig sy'n waliau, neu'n gloddiau pridd. Gallai data Planet Skysat, neu ddata lloeren ag eglurdeb uchel iawn eraill, fod yn ddefnyddiol iawn ar gyfer hyn, os gellir gwella'r cywirdeb gofodol.

6.2.1 Dull 1: Data Lidar a set ddata ffiniau

Gofynion data:

- Data LiDAR DCM
- Data ffiniau fector (e.e. OS MasterMap neu ddata RPA presennol)

Camau allweddol yn y dull:

1. Defnyddio data LiDAR i greu map o nodweddion 'dyrchafedig' – bydd hyn yn cynnwys gwrychoedd, coed unigol, coetiroedd, darnau o eithin ac adeiladau.
2. Dewis 'nodweddion dyrchafedig' sy'n gysylltiedig â ffiniau caeau yn unig.

Buddion:

- Gellir ei awtomeiddio'n rhwydd.
- Gall ddarparu rhywfaint o wybodaeth am gyflwr gwrych (gweler Adran 6)

Cyfyngiadau:

- Dim ond lle mae ffin yn y set ddata y bydd yn mapio gwrychoedd, felly ni fydd yn canfod gwrychoedd newydd.
- Gallu cyfyngedig i wahaniaethu rhwng gwrychoedd/cloddiau pridd/waliau cerrig.

6.2.2 Dull 2: Data LiDAR, set ddata ffiniau ac ymyrraeth â llaw

Gofynion data:

- Data LiDAR DCM
- Data ffiniau fector (e.e. OS MasterMap neu ddata ffiniau presennol yr Asiantaeth Taliadau Gwledig)
- Adolygiad â llaw o wrychoedd posibl

Camau allweddol yn y dull:

1. Defnyddio data LiDAR i greu map o nodweddion 'dyrchafedig' – bydd hyn yn cynnwys gwrychoedd, coed unigol, coetiroedd, darnau o eithin ac adeiladau.
2. Dewis 'nodweddion dyrchafedig' sy'n gysylltiedig â ffiniau caeau yn unig.
3. Adolygu 'gwrychoedd posibl' â llaw a nodwyd yng ngham 1, yn ôl ffotograffiaeth o'r awyr PGA2a

Buddion:

- Gellir awtomeiddio rhai camau'n rhwydd.
- Gall ddarparu rhywfaint o wybodaeth am gyflwr gwrych (gweler Adran 6)
- Gall ddarparu buddion data LiDAR ac awtomeiddio, yn ogystal â manteision cael adolygiad â llaw wedi'i dargedu yn ôl ffotograffiaeth o'r awyr ar gyfer ardaloedd eraill, yn ogystal ag asesiad maes o bosibl wedi'i dargedu, wedi'i lywio gan yr adolygiad â llaw.
- Yn fwy tebygol o allu gwahaniaethu rhwng gwrychoedd/cloddiau pridd/waliau cerrig, na Dull 1.

Cyfyngiadau:

- Yn fwy drud na dulliau eraill, efallai y bydd angen hyfforddiant ychwanegol i staff, ond gallent greu set ddata o ansawdd uchel.

Sylwer ynglŷn â dulliau 1 a 2 – gellid echdynnu data lloeren ag eglurdeb uchel, neu ddata ffotograffiaeth o'r awyr ar gyfer y gwrychoedd. O hyn, efallai y bydd modd cael gwybodaeth ychwanegol am gyflwr gwrychoedd, er nad yw hyn wedi cael ei archwilio. I gyflawni hyn byddai angen cronfa ddata helaeth ar gyflwr gwrychoedd.

7 CASGLIADAU

Roedd gan y prosiect hwn ddau brif amcan:

1: A all ddehongli'r data Skysat â llaw/awtomatig ddiwallu meini prawf cywirdeb LIC ar gyfer mapio gwrychoedd?

Dangosodd dehongliad â llaw o ddata Planet Skysat, o'u cymharu â ffotograffiaeth o'r awyr, ac arolygon maes, fod yr arolygon maes wedi canfod y rhan fwyaf o wrychoedd, ac yna'r ffotograffiaeth o'r awyr, gyda data Skysat yn lleiaf addas ar gyfer adnabod perthi.

Yn ogystal, roedd y ffotograffiaeth o'r awyr yn barod i'w dadansoddi ac nid oedd angen ei phrosesu ymlaen llaw cyn ei defnyddio, ond roedd angen rhag-brosesu data Skysat, gan gynnwys geo-gywiriadau a oedd yn cymryd llawer o amser ar gyfer safleoedd 2 a 3.

Mae'r angen am geo-gywiro â llaw, cyn ei ddefnyddio, yn gyfyngiad sylweddol ar y defnydd o ddata Planet Skysat ar gyfer gweithgareddau Llywodraeth Cymru.

A yw data LiDAR (ynghyd â data Skysat) yn helpu ynghylch gwahaniaethu?

Roedd cyfuno data LiDAR â data Planet Skysat yn caniatáu'r potensial i hidlo ardaloedd heb llystyfiant allan, ond nid oedd y delweddau gaeaf yn ddelfrydol ar gyfer profi galluoedd hyn. Gallai gwaith yn y dyfodol archwilio'r gwelliannau sydd i'w hennill trwy ddefnyddio delweddau gwanwyn/haf, neu ddelweddau aml-ddyddiad a setiau data LiDAR mwy cyfredol.

Canfyddiadau allweddol y prosiect oedd:

1. Roedd ffotograffau o'r awyr yn ffynhonnell well o wybodaeth ar gyfer digidoleiddio gwrychoedd â llaw na'r data Planet Skysat.
2. Ar gyfer dau o'r tri safle, roedd cywirdeb gofodol data Skysat yn rhy isel i fapio gwrychoedd, heb dreulio ymdrech ychwanegol i geo-gywiro delweddau â llaw. Fodd bynnag, efallai y bydd Planet yn gallu defnyddio setiau data gofodol presennol LIC i wella cywirdeb gofodol, a allai newid y canfyddiad hwn.
3. Nid yw mwgwd cymylau Skysat yn dal yr holl gymylau.
4. Byddai data Skysat yn fwy defnyddiol ar gyfer prosesu awtomataidd pe byddai'r Gwall Gwreiddyn Sgwâr Cymedr ar gyfer y Pwyntiau Rheoli Tir (GCP), a nifer y GCPs, yn cael eu hadrodd yn y metadata.
5. Mae dulliau awtomataidd sy'n defnyddio LiDAR yn dangos addewid a gellid eu defnyddio mewn nifer o ffyrdd gan ddibynnu ai'r nod yw mesur rhai priodoleddau cyflwr gwrychoedd, neu leoliad a hyd gwrychoedd.
6. Mae'n bosibl y bydd dulliau sy'n defnyddio modd canfod gwrychoedd newydd yn awtomataidd gan ddefnyddio data LiDAR, wedi'i ddilyn gan wirio â llaw yn ôl ffotograffau o'r awyr neu ddata lloeren ag eglurdeb uchel iawn, yn gallu dal yr agweddau gorau ar wahanol ddulliau.

Gwaith y dyfodol

Os daw data Planet Skysat ar gyfer Cymru ar gael gyda chywirdeb gofodol uwch, yna byddai'n ddefnyddiol ailasesu'r gallu i fapio gwrychoedd, drwy ystyried y cwestiynau a ganlyn:

1. Pa adeg o'r flwyddyn sy'n galluogi mapio gwrychoedd yn fwyaf cywir?
2. A yw data aml-amserol yn gwella mapio gwrychoedd? Os felly, beth yw amseroedd allweddol y flwyddyn?
3. A ellir defnyddio system synhwyro newid awtomataidd i nodi'n awtomatig ardaloedd lle mae gwrychoedd yn cael eu tynnu (neu eu hychwanegu)?
4. A ellir mapio gwrychoedd yn ddigon cywir i fodloni gofynion LIC?

8 CYFEIRIADAU

Emmett B.E. and the GMEP team (2017) Glastir Monitoring & Evaluation Programme. Final Report to Welsh Government - Executive Summary (Contract reference: C147/2010/11). NERC/Centre for Ecology & Hydrology (CEH Projects: NEC04780/NEC05371/NEC05782). <https://erammp.wales/sites/default/files/GMEP-Final-Report-2017.pdf>

Graham, L., Broughton, R.K., Gerard, F., Gaulton, R. (2019) Remote Sensing Applications for Hedgerows. In: J. Dover (Ed): The Ecology of Hedgerows and Field Margins. Earthscan/Routledge, Abingdon, UK. pp. 72-89

Maskell, L. C.; Astbury, S.; Burden, A.; Emmett, B. A.; Garbutt, A.; Goodwin, A.; Henrys, P.; Jarvis, S.; Norton, L. R.; Owen, A.; Sharps, K.; Smart, S. M.; Williams, B.; Wood, C. M.; Wright, S. M. (2020) Landscape and habitat area data from the Glastir Monitoring and Evaluation Programme, Wales 2013-2016. NERC Environmental Information Data Centre. <https://doi.org/10.5285/82c63533-529e-47b9-8e78-51b27028cc7f>.

Maskell, L. C.; Norton, L. R.; Smart, S. M.; Carey, P. D.; Murphy, J.; Chamberlain, P. M.; Wood, C. M.; Bunce, R. G. H.; Barr, C. J. (2008) Countryside Survey. Field Mapping Handbook. NERC/Centre for Ecology & Hydrology, 130pp. (CS Technical Report No.1/07, CEH Project Number: C03259).

Planet Labs Inc. (2018) PLANET IMAGERY PRODUCT SPECIFICATIONS, online at: <https://assets.planet.com/docs/Combined-Imagery-Product-Spec-Dec-2018.pdf>

Scholefield, P. A.; Norton, L. R. (2021) Can we extend the CS woody linear dataset using LiDAR data? Lancaster, UK, NERC Centre for Ecology & Hydrology, 41pp. (Report for Defra MOA NEC07111).

Wood, C. M.; Norton, L. R.; Rowland, C. S. (2015) What are the costs and benefits of using aerial photography to survey habitats in 1km squares? Lancaster, UK, NERC Centre for Ecology & Hydrology, 23pp. (CEH Project no. C04867) (Unpublished) <http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/511330/>.

Mae'r dudalen hon yn wag yn fwriadol.

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

www.erammp.wales